



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN FILOSOFÍA DE LA CIENCIA

FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS
FACULTAD DE CIENCIAS
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES FILOSÓFICAS
DIRECCIÓN GENERAL DE DIVULGACIÓN DE LA CIENCIA

EN BUSCA DE ESPACIOS DEMOCRÁTICOS PARA LA COMUNICACIÓN DE LA CIENCIA

TESIS

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE DOCTORA EN FILOSOFÍA DE LA CIENCIA

PRESENTA:

ELENA SALAZAR NEUMANN

TUTORA PRINCIPAL

DRA. JULIA TAGÜEÑA PARGA (INSTITUTO DE ENERGÍAS RENOVABLES, UNAM)

COMITÉ TUTOR

DR. LEÓN OLIVÉ MORETT (INSTITUTO DE INVESTIGACIONES FILOSÓFICAS, UNAM)

DR. AMBROSIO VELASCO GÓMEZ (INSTITUTO DE INVESTIGACIONES FILOSÓFICAS, UNAM)

MÉXICO, D.F. NOVIEMBRE 2014

Para Nina

Agradecimientos

Esta tesis doctoral se ha podido realizar gracias a la concesión por parte del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) de una beca dentro del Programa de Becas Nacionales, disfrutada durante el período de Agosto de 2008 a Julio de 2011.

En primer lugar, quiero expresar mi más sincera gratitud a la Dra. Julia Tagüeña Parga, directora de esta tesis, por sus muy valiosas opiniones y consejos durante el proceso de elaboración y redacción de este trabajo, así como por su inestimable congruencia al permitirme expresar con toda libertad mis puntos de vista.

Quiero agradecer también al Dr. León Olivé Morett y al Dr. Ambrosio Velasco Gómez por sus sugerencias y observaciones que han sido claves para la elaboración de este trabajo.

A la Dra. Mari Carmen Serra Puche y al Dr. José Refugio Martínez por la diligente lectura de este trabajo.

Quiero agradecer a todos mis amigos y amigas que de distintas formas me han ayudado a lo largo de estos años: A Griet Samyn, Daniel Inclán, Sara Molinari, Ana, Daniel y Salomón Nahmad quienes compartieron conmigo sus conocimientos, me dieron acceso a sus bibliotecas y me introdujeron al estudio de las ciencias sociales. A mis amigas Norma, Griet y Sarita quienes con gran solidaridad dedicaron muchas horas de su tiempo cuidando a mi hija para que yo pudiese cumplir con mis estudios. A Arturo Amaya y a Luisa Fernanda Matute quienes me ayudaron en la confección de algunos de los renders que aparecen en este trabajo. A Yuri Nahmad por sus invaluable consejos sobre el diseño de algunos equipos.

Finalmente quiero agradecer a mi hija Nina por alentarme siempre y mostrar un sincero interés hacia mi trabajo. A todos, mi más profundo agradecimiento.

Índice

Índice	1
Introducción general	5
Capítulo I. Ciencia y democracia	7
1.1 Introducción	7
1.2 Modelos de democracia	8
1.2.1 Democracia liberal	8
1.2.2 Democracia socialista	9
1.2.3 Democracia republicana	11
1.3 La función social de la ciencia: regulación y emancipación	12
1.4 Ciencia y democracia socialista	15
1.5 Ciencia y democracia republicana	21
1.6 Ciencia y democracia liberal	33
1.6.1 Los problemas actuales de la ciencia en las democracias liberales	34
1.6.2 Ciencia y teleología	41
1.6.3 Construcciones filosóficas, económicas y antropológicas sobre la idea del progreso en el siglo XIX	44
Educación y evolucionismo: construyendo un sólo destino para todos	54
Las exposiciones universales: evolucionismo para las masas	56
1.6.4 Comparación entre las ideas sobre el desarrollo social del siglo XIX y las que actualmente se sostienen	66
Ciencia y cultura global	67
Educar para aplanar	69
Ciencia y la política del <i>laissez faire</i>	77
Ciencia y competitividad económica	79
Cuadro comparativo sobre las ideas de progreso social de los siglos XVIII y XIX y las que actualmente se sostienen	80
1.7 La comunicación de la ciencia en la democracia liberal	84
Capítulo II. Modelos de comunicación de la ciencia	86
2.1 Introducción	86
2.2 Descripción de los modelos	88
2.2.1 Modelo del déficit	88
2.2.2 Modelo de enmarcado (<i>Framing model</i>)	89
2.2.3 Modelo contextual	90
2.2.4 Modelo de la experticia de legos (<i>Lay Expertise Model</i>)	90
2.2.4 Modelo democrático o participativo	92

Las conferencias de consenso _____	93
Las tiendas de ciencia _____	94
2.2.5 Otros modelos alternos al PUS _____	96
Modelos de participación pública en la investigación científica _____	96
2.3 Análisis de los modelos _____	98
2.3.1 Características de los modelos _____	99
2.3.2 La función social de los modelos de comunicación: ¿Regulación o emancipación? _____	102
2.3.3 Modelos de comunicación pública de la ciencia: La visión de un mundo polarizado _____	103
2.3.4 La visión de un mundo polarizado _____	104
2.3.5 Discusión y conclusiones _____	108
Capítulo III. Propuesta de una teoría antropológica sobre la apropiación de la ciencia _____	109
3.1 Introducción _____	109
3.2 Nueva propuesta para el concepto de la apropiación de la ciencia _____	112
3.2.1 La clasificación social del conocimiento _____	112
3.2.2 Mecanismos de control _____	115
3.2.3 La teoría del control cultural aplicada a la C.P.C. _____	119
3.2.4 Nueva definición _____	127
3.2.5 Análisis de los modelos de C.P.C. a través de la teoría del control cultural _____	136
3.2.6 La apropiación de la ciencia como política pública _____	137
3.2.7 Conclusiones sobre el concepto de apropiación de la ciencia y la teoría del control cultural _____	151
3.3 Propuesta de un modelo de comunicación democrático de la ciencia _____	153
3.3.1 Introducción _____	153
3.3.2 Propuesta para un nuevo modelo: modelo intercultural _____	156
3.3.3 Propuesta para aplicar el modelo intercultural _____	159
Tiendas de ciencia _____	159
Museos de ciencia comunitarios _____	159
¿Por qué un museo? _____	160
La nueva museología _____	161
Antecedentes del programa de los museos escolares _____	162
La relevancia de los museos escolares y su fin _____	164
El tercer eslabón _____	165
Capítulo IV. Los jardines de ciencia como espacios democráticos _____	167
4.1 Introducción _____	167
4.2 Espacios públicos, espacios democráticos _____	170
4.3 Los Jardines de Ciencia de la India _____	171
4.4 Los Jardines de ciencia y la accesibilidad (primera condición de espacio democrático) _____	174
4.5 Los Jardines de Ciencia y aquello que es de utilidad o interés común (segunda condición de espacio democrático) _____	175
4.5.1 Los jardines de ciencia y la recuperación de los espacios públicos _____	175
4.5.2 Los jardines y la pertinencia cultural _____	176

4.5.3 Ciencia, juego y democracia _____	177
4.6 Tercera condición: Lo que hace manifiestas u ostensibles las ideas _____	178
4.6.1 El problema de comunicación en los museos _____	178
4.6.2 Exhibiciones transparentes _____	179
4.6.3 El problema de la carga teórica _____	180
4.6.4 El problema de las ideas previas o preconceptos en los museos _____	182
Capítulo V. El Jardín de la Ciencia Ixaya _____	186
5.1 Introducción _____	186
5.2 Sobre del guión del Jardín y su estructura _____	187
5.2.1 Sobre las cédulas del jardín _____	198
5.3 Diseñando exhibiciones transparentes _____	200
5.3.1 De ciencia, cuentos y juguetes: Los autómatas en el jardín _____	202
5.3.2 Autómatas y apropiación de la ciencia _____	204
5.3.3 Problemas en el diseño de exhibiciones en espacios públicos _____	205
5.3.4 Soluciones técnicas _____	206
5.4 Las ideas previas en el Jardín _____	207
5.5 Referencia cultural y conocimientos locales _____	209
5.5.1 Conocimientos locales _____	209
Presión hidrostática y sonido _____	215
Autómatas y máquinas simples _____	217
Óptica _____	221
Laberinto _____	227
5.5.2 Referencias culturales: juguetes tradicionales _____	227
Conclusiones generales _____	233
Anexo A. Guión científico _____	241
Anexo B. Cédulas explicativas _____	267
Cédula de introducción _____	267
Hidrostática: cuando los fluidos reposan _____	267
El buzo _____	267
Prensa hidráulica _____	268
La energía se conserva _____	268
La fuente de Herón _____	268
Máquina de movimiento perpetuo _____	269
La energía se transforma _____	269
Una máquina de vapor _____	270
Los péndulos _____	270
Juegos de agua _____	270
Excavadora y torre con poleas _____	271
Sube y baja _____	271
Engranajes _____	271

Molino de viento _____	272
Arte y energía _____	272
Flor solar _____	273
Sunwash _____	273
El sonido _____	274
Teléfonos _____	274
Efecto termo-acústico _____	274
Óptica: juguemos con la luz _____	275
Ilusión de Ouchi _____	275
El pájaro en la jaula _____	275
Caleidoscopio _____	275
Matemáticas: la búsqueda de patrones _____	276
Laberinto _____	276
Puentes de Königsberg _____	276
Biodiversidad _____	277
Flores que se mueven con engranes _____	277
La paloma _____	277
Binoculares _____	278
Lotería _____	278
Los autómatas del Jardín. _____	278
Máquinas de movimiento perpetuo: ingeniosas máquinas que no funcionan _____	278
Anexo C. Talleres _____	280
Taller de Teoría de Gráficas _____	280
Mini-curso “Cocinando con energía solar” _____	286
Taller largo “El misterio de la corona” _____	291
Anexo D. Equipos _____	293
Bibliografía _____	303

Introducción general

En la actualidad debido a la forma en la que el mundo moderno está organizado gran parte del desarrollo de las naciones y de la vida de los ciudadanos transcurren influenciados por los rápidos cambios que ocurren dentro de los sectores científicos y tecnológicos. Aunque dentro de algunos sectores sociales dicha influencia ha sido vista con buenos ojos y con optimismo, dentro de otros, sin importar que se trate de países ricos o pobres, ha comenzado a existir una creciente preocupación sobre cómo las transformaciones científicas y tecnológicas están guiando el rumbo que sus sociedades toman y cómo, cada vez menos, los ciudadanos comunes pueden influir en la trayectoria que marcan estos cambios.

Dada esta situación, cabe hacerse algunas preguntas: ¿Es este desarrollo o progreso el camino natural por el que todas las sociedades deben transitar? ¿Realmente existe algo así como un tipo de desarrollo natural y óptimo para todas las sociedades y éste puede ser determinado por la ciencia y la tecnología? Aunque no exista tal cosa como un tipo de evolución social natural y el progreso pudiera ser pensado de distintas formas ¿El permitir que la ciencia y la tecnología guíen el desarrollo social es garantía de beneficios asegurados para todos? ¿Significa esto que para que la ciencia y la tecnología sigan produciendo beneficios sociales es condición necesaria no impedir su libre desarrollo y desprenderse de todos aquellos valores, costumbres, creencias y expectativas sociales o culturales que de algún modo las obstaculizan? Por otro lado, si los ciudadanos pudiesen decidir sobre el desarrollo de la ciencia y la tecnología ¿deben estas decisiones limitarse al rechazo o a la aceptación de las distintas opciones que la ciencia y la tecnología les presentan? ¿Significaría este poder de decisión haber “democratizado” a la ciencia? ¿Significaría esto también que las necesidades sociales de conocimiento deben determinarse ahora según a aquellos conocimientos que pueden habilitar a los ciudadanos para poder entender las opciones que se les presenten?

Para dar respuesta a estas preguntas en el capítulo primero de este trabajo veremos cómo a través de la historia, a la ciencia, más allá de la tarea de explicar el mundo natural, se le ha asignado algunas otras funciones que han ido desde la liberación del hombre a través del conocimiento y de la mejora material, hasta la regulación de las relaciones sociales, políticas y económicas. Como en este capítulo nuestra discusión se centra en exponer la relación entre la ciencia y los distintos tipos de democracia, hacemos una breve exposición sobre algunos de los preceptos más generales de tres modelos de democracia y cómo, en cada uno de ellos, la ciencia ha desempeñado una o varias de estas funciones extra-científicas.

Aunque gran parte del trabajo de este capítulo ha consistido en documentar y recoger las ideas y discusiones realizadas por otros autores, creemos que esta labor tiene la valía de conjuntar en un sólo texto algunas corrientes de pensamiento y eventos que han dado forma a las actuales funciones sociales que se le asignan a la ciencia. Dado que la comunicación pública de la ciencia, en ocasiones sirve como medio para llevar a cabo estas funciones o para darles legitimidad, conocer estas funciones y sobre todo, conocer los fundamentos filosóficos, políticos o económicos en donde estas se apoyan, resulta un bagaje indispensable en el estudio y práctica de la disciplina. En este mismo capítulo, también

hemos tratado de documentar cómo la comunicación pública de la ciencia lejos de ser y haber sido una actividad un tanto romántica e idealista cuyo impacto no ha ido más allá de lograr la ilustración pública, en muchas ocasiones ésta, apartándose de este amable tono, ha servido como herramienta eficaz para impulsar proyectos colonialistas y otras formas de dominación. Creemos que mostrar esta otra cara de la comunicación pública de la ciencia es necesario para estar conscientes sobre los alcances e impactos sociales de esta área.

En el segundo capítulo expondremos algunos de los principales modelos y prácticas actuales de la comunicación pública de la ciencia. Después, bajo la advertencia provista por Hopwood¹ en cuanto a que en el estudio de la comunicación pública de la ciencia “no basta mirar qué conocimientos son los que se difunden sino también, quien lo hace, cómo, para quien y porqué”, hemos llevado a cabo un análisis de estos modelos identificando cuál es la función social que se les ha asignado y qué tanto son el reflejo de los conflictos que han surgido entre el público y las instituciones científicas de los países industrializados. La conclusión principal de este capítulo es que casi ninguno de estos modelos y prácticas de comunicación de la ciencia se adapta a las realidades de los países en vías de desarrollo ni mucho menos resultan convenientes para la búsqueda de un tipo de comunicación de la ciencia generadora de relaciones horizontales y respetuosa de la pluralidad cultural como es la que buscamos. Así, partiendo de un análisis antropológico, en el capítulo tercero nos dedicamos a construir un marco teórico que habrá de cristalizar tanto en una nueva definición de apropiación de la ciencia como en un nuevo modelo de comunicación.

Para afinar y poder llevar a la práctica nuestro modelo de comunicación, en el capítulo cuarto discutimos el concepto de “espacio democrático para la comunicación pública de la ciencia”. Dicho concepto servirá -en el capítulo quinto- como la principal guía para desarrollar una propuesta museográfica que es parte esencial de nuestro modelo.

Antes de empezar con nuestra disertación es pertinente hacer la siguiente aclaración: por lo general, antes de comenzar un texto debe definirse a qué público va dirigida una obra. En nuestro caso hemos escrito este trabajo con la esperanza de que sus principales lectores sean personas dedicadas a la comunicación pública de la ciencia. Así, dado que la labor de nuestros potenciales lectores requiere de cierta inclinación personal hacia la actividad científica, de una valoración positiva acerca de la ciencia como obra intelectual pero sobre todo de una gran convicción acerca de que la comprensión pública de la ciencia puede aportar mucho a nuestra sociedad, pensamos que no es necesario reforzar todas estas inclinaciones, valoraciones y convicciones que, de hecho, compartimos. Por esta razón en nuestro trabajo hemos preferido obviar este tipo de consideraciones y nos hemos enfocado directamente en el análisis de otros aspectos de la ciencia que, aunque en ocasiones van en contra de su imagen idealizada, creemos que es indispensable conocerlos y discutirlos pues sólo así podremos tener un panorama más claro y amplio sobre el papel que desempeña la comunicación de la ciencia en la sociedad actual.

¹ Nick Hopwood (1996) “Popular Knowledge: Producing a Socialist popular Science in Weimar Republic”. *History Workshop Journal*. Spring (41) pp. 117-153.

Capítulo I. Ciencia y democracia

1.1 Introducción

En una ocasión, Carl Sagan², famoso astrónomo y divulgador de la ciencia, escribió que los valores de la ciencia y los valores de la democracia no sólo son concordantes entre sí, sino que en muchos casos, estos valores son indistinguibles. Desde entonces, muchos divulgadores de la ciencia alrededor del mundo han repetido esta misma idea sin percatarse de lo ambigua, parcial e incluso falsa que puede resultar esta frase hoy en día.

Como Olivé³ ha señalado, existen al menos dos formas³ de entender qué es la ciencia. En la primera concepción, la ciencia es entendida como un corpus ordenado de conocimientos y métodos de investigación de la realidad. En la segunda concepción, además de incluir las ideas y métodos de la ciencia, también se incluyen cuestiones que tienen que ver con la sociología, la historia y la filosofía de la ciencia. En cuanto a la sociología de la ciencia, ésta incluiría las prácticas sociales que se dan en el ámbito científico para validar el conocimiento (por ejemplo, la revisión por pares), la comunicación entre científicos, las publicaciones, etc., así como la interrelación entre la generación del conocimiento y la sociedad donde está inserta esta actividad.

Si tomamos en cuenta la primera definición de ciencia (conocimiento y métodos de investigación) resulta claro que en este sentido la ciencia está libre de valores y por tanto, decir que posee “valores democráticos” resulta absurdo.

Ahora bien, si aceptamos la segunda definición, la ciencia sí puede incluir valores. Aunque aquí también existe un problema. Si tomamos como valores democráticos aquellos enunciados por la Revolución Francesa (igualdad, libertad y fraternidad), nos daremos cuenta que dichos valores son conceptualizados de formas muy distintas dentro de los modelos democráticos existentes e incluso, en ocasiones resultan antitéticos. Por tanto la frase resulta igualmente ambigua.

Pero la frase de Sagan también es parcial pues no reconoce que en la actualidad, una de las preocupaciones que despierta la ciencia es precisamente el papel que ésta desempeña en las democracias. Dentro de la concepción de la democracia liberal, por ejemplo, se considera que sólo a través de la ciencia, los ciudadanos podrán participar activamente en la toma de decisiones democráticas. Sin embargo, también se advierte que éstas decisiones-que en muchos casos involucran temas fundamentales para los ciudadanos como la salud, el medio ambiente, el uso de la tierra, la alimentación y el desarrollo autónomo de su identidad cultural- se encuentran cada vez más

² Sagan, Carl, (2000), *El Mundo y sus Demonios: La ciencia como una luz en la oscuridad*, Barcelona, Editorial Planeta pp.30

³ Olivé, León. (2000). *El bien, el mal y la razón: facetas de la ciencia y de la tecnología*. México: Paidós-Universidad Nacional Autónoma de México, pp. 25

restringidas. Esto se debe precisamente a que cuando la ciencia y sus criterios de eficacia y eficiencia son tomados como los únicos criterios válidos para tomar y justificar decisiones, la ciencia no deja mucho margen a la libre elección.

Así, para poder entender realmente el complejo papel que la ciencia juega hoy en día dentro de las sociedades democráticas es necesario entender primero qué modelos de democracia han sido propuestos, cuáles son sus presupuestos básicos y por último, en base a sus presupuestos, cómo se ha relacionado a la ciencia con cada una de estas concepciones de democracia.

1.2 Modelos de democracia

La palabra democracia significa una forma de gobierno en la cual, por el contrario a los sistemas totalitarios, las personas o el pueblo gobierna. Sin embargo, como Held⁴ señala, esta definición no es muy precisa pues deja un buen número de preguntas importantes sin responder. ¿A quiénes debe considerárseles como el pueblo?, ¿Qué forma o formas de participación están previstas para el pueblo? Si “gobernar” cubre los aspectos “políticos”, ¿a qué aspectos políticos se refiere? ¿A la ley y al orden? ¿A la relación con otros estados? ¿A los aspectos económicos? ¿A los asuntos públicos o a la esfera privada? Además, también se puede preguntar sobre los prerrequisitos de la democracia. ¿Sólo aquellos estados que han alcanzado un nivel de educación alta pueden constituir una verdadera democracia? ¿Puede una democracia existir sin bienestar social? Todas estas preguntas hacen que la democracia sea un término ambiguo y que cada modelo dé respuestas diferentes a estas preguntas.

A continuación se da un brevísimo bosquejo acerca de algunas de las ideas centrales de tres diferentes modelos de democracia, la democracia liberal, la socialista y la republicana. Sin embargo, cabe aclarar que de ninguna manera se trata de agotar aquí las ricas y complejas discusiones que se han dado en torno a este tema sino simplemente exponer de manera sintética y esquemática sus principales preceptos.

1.2.1 Democracia liberal

El primer modelo que analizaremos es el modelo liberal. Como su nombre indica, el valor más importante para el liberalismo es la libertad. El tipo de libertad que garantiza el liberalismo, según la clasificación hecha por Isaiah Berlin⁵, es una libertad negativa, es decir aquella que asegura que el individuo puede actuar en ausencia de coacción. Dicho de otra forma, el individuo puede hacer lo que desee siempre y cuando no ejerza violencia contra otras personas o contra la propiedad de los demás.

⁴ Held, David. (2006). *Models of Democracy*, Cambridge Mass, Stanford University Press, pp. 1

⁵ Berlin, Isaiah.(1988). Cuatro Ensayos sobre la Libertad. Madrid, Alianza, pp. 191

La libertad concebida de esta manera es contraria al poder y por tanto el Estado es visto como un mal necesario⁶. Por ello, este tipo de democracia pugna por un Estado limitado (en contraposición a un Estado absoluto) y por la diversidad de centros de poder.

Como prerrequisito para la democracia liberal se establece una separación entre la sociedad civil y el Estado, adquiriendo este último una forma impersonal.

Para la democracia liberal, el gobierno es un aparato de administración pública y la sociedad está constituida por una red conformada por intereses privados que funcionan bajo la estructura de mercado, es decir, de intereses privados en competencia. La política (entendida como la formación de preferencias políticas) tiene la función de reunir los intereses privados de los individuos y colocarlos dentro de la agenda del aparato de gobierno que está especializado en objetivos colectivos.

Como Velasco⁷ ha señalado, otra precondition para el establecimiento de las democracias liberales es la homogeneidad cultural pues ésta, si no garantiza, al menos reduce las tensiones sociales y las demandas políticas de los diversos grupos que conforman la sociedad. Generalmente la homogeneidad cultural se logra a través de la homogeneidad jurídica, es decir, el Estado sólo reconoce los derechos universales de una ciudadanía que es vista como culturalmente indiferenciada. En este tipo de democracias lo que se busca es establecer una cultura “nacional”, eliminando o al menos ignorando la diversidad cultural.

En la práctica, la forma en que se organizan las democracias liberales es mediante la elección de funcionarios de gobierno que son electos a través del voto, es decir, las democracias liberales son democracias representativas. La actividad política de los ciudadanos se reduce a la elección de sus representantes quienes poseen gran discrecionalidad en cuanto a la toma de decisiones. Se considera que son ellos quienes conocen, mejor que sus representados, los verdaderos intereses públicos y la forma de aproximarse a su realización.

1.2.2 Democracia socialista

Las ideas de la democracia socialista se remontan a las ideas de Marx y Engels, quienes basaron su trabajo en una crítica de la democracia liberal. Para ellos, la idea de un Estado neutral y de una economía de libre mercado era ilusoria pues consideraban que, en un capitalismo industrial, el Estado jamás podría ser ni neutral ni la economía libre y legítima. Para entender el porqué de esta afirmación, me remito a aquí a la explicación dada por Held: dentro de la tradición liberal, el Estado afirma representar a la comunidad o al público en contraste a los intereses privados. Según Marx, esta afirmación es engañosa. El Estado defiende a la “comunidad” o al “público” como si las clases sociales no existieran, como si la relación entre estas clases no fuera de explotación, como si las diversas clases sociales no tuviesen distintos intereses fundamentales y como si estas diferencias de intereses no definieran la vida económica y política. Así, al tratar a todos los individuos del mismo modo bajo el principio de defender la libertad individual y el derecho a la propiedad privada, el Estado no puede

⁶ Held *ibid.*

⁷ Velasco Gómez, Ambrosio. (2006). *Republicanism y Multiculturalismo*. México, Editorial Siglo XXI, pp. 51-52

actuar ni neutral ni imparcialmente pues inevitablemente privilegia a aquellos que poseen bienes frente a los desposeídos y se pone del lado de quienes controlan los medios de producción.

Por ello, como Bobbio⁸ señala, la manzana de la discordia entre el liberalismo y el socialismo siempre ha sido la libertad económica que presupone la defensa a ultranza de la propiedad privada.

Según la democracia liberal, la función y legitimidad del Estado reside en la promesa de garantizar la seguridad de las personas y sus propiedades mientras que, al mismo tiempo, promete a los ciudadanos igualdad ante la ley. Para Marx y Engels al haber clases sociales, la vida del individuo y las oportunidades que éste tiene, así como su trabajo, su salud y esperanza de vida, son determinadas por su lugar dentro de la estructura de clases.

Como Held afirma, Marx tenía la fuerte convicción que el potencial de la libertad estaba relacionado en gran medida con la resolución de la escasez material. Así, dentro de las precondiciones para el verdadero ejercicio de la libertad, Marx planteaba la seguridad ante los estragos de la naturaleza, el alivio de las necesidades físicas insatisfechas y la disposición del tiempo suficiente para que los individuos pudiesen realizar actividades de su propia elección. Todo esto por supuesto implica cierto grado de igualdad económica y social entre los individuos.

Otra de las críticas que el socialismo hace a la democracia liberal es acerca de la centralización del poder que favorece un elitismo político. De aquí que uno de los primeros tipos de democracia directa moderna fuera propuesto por el marxismo y que fuera implementado a través de comunas en donde el pueblo reunido en asamblea decidía sobre las normas de regulación social.

A pesar de todas las críticas que el modelo de democracia socialista hace al modelo liberal, un punto en el cual ambos modelos coinciden es el que toca a la diversidad cultural. López y Rivas⁹ señala que a pesar de que tanto el liberalismo como el marxismo tiene orígenes en distintas tradiciones intelectuales y hacen diferentes análisis e interpretaciones de las dinámicas sociales, ambos consideran a los pueblos indígenas como obstáculos para el desarrollo, destinados a desaparecer por la vía de la aculturación y la modernización. Prats Catalá¹⁰ escribe en este sentido: “El socialismo clásico comportaba inconsistentemente una agenda cultural; el marxismo atacaba al capitalismo en nombre de una nueva civilización basada en el tipo de identidad universalista representada por el proletariado y, como tal, no sólo era un proyecto de justicia, sino de una nueva cultura y nuevas formas de relación social que podía acabar siendo profundamente injusto con las identidades culturales no consideradas”.

Como hemos dicho, las democracias socialistas actuales tienen sus orígenes en las ideas de estos dos filósofos. Aunque hoy en día existe una gran variedad de propuestas de democracias socialistas, sus preocupaciones básicas se mantienen en cuanto a garantizar el bienestar social de los ciudadanos, y en mayor o menor medida, el control de los medios de producción.

⁸ Bobbio, Norberto. (2008). *Liberalismo y Democracia*, México, Fondo de Cultura Económica.

⁹ López y Rivas, Gilberto. (2004). *Autonomías*. México D.F, Ediciones Era pp. 25

¹⁰ Prats Catalá, Joan. (2006). *A Los Príncipes Republicanos: Gobernanza y Desarrollo Desde el Republicanismo Cívico*. La Paz, Bolivia, Plural Editores. Pp. 289

1.2.3 Democracia republicana

Históricamente, la democracia republicana nace como una oposición a los gobiernos totalitarios. Al contrario de la democracia liberal la cual busca una separación entre el Estado y la sociedad civil, la democracia republicana afirma que una precondition para la libertad civil es el auto-gobierno, en donde la participación ciudadana es esencial. Así, a diferencia de la democracia liberal, la democracia republicana considera que los asuntos del Estado son asuntos de los ciudadanos y que las mejores y más efectivas leyes son aquellas hechas por la ciudadanía teniendo siempre en cuenta el bien común¹¹.

El tipo de libertad que garantiza el republicanismo es la libertad positiva. Este tipo de libertad se refiere a la capacidad del individuo de hacer algo no tanto porque alguien no se lo impida, sino porque se encuentra en posición y se dan las condiciones para llevar a cabo dicha acción.

En la visión republicana, la política es constitutiva de los procesos sociales en su conjunto, es decir, es el medio a través del cual los miembros de una comunidad son conscientes de su interdependencia y actúan deliberadamente como ciudadanos, dando forma y desarrollando relaciones de mutuo reconocimiento. Con esto, como Habermas¹² señala, la arquitectura liberal de gobierno sufre un cambio importante. Además de las regularizaciones jerárquicas del Estado y las regulaciones del mercado descentralizado, es decir además del poder administrativo y de los intereses individuales privados, la solidaridad y la orientación hacia el bien común aparecen como una tercera forma de integración social.

Según Velasco¹³, el modelo republicano -en contraposición del modelo liberal-, no tiene como principio fundamental la igualdad de derechos universales entre individuos culturalmente indiferenciados, sino que al reconocer la diversidad cultural, también reconoce la diversidad de derechos. El reconocimiento de la diversidad cultural es fundamental para el republicanismo pues éste concibe al individuo como producto de la cultura. Es esta última quien determina precisamente los valores fundamentales y los derechos básicos de las personas. Así, para el republicanismo, la autonomía del individuo depende en gran parte de la autonomía de la comunidad donde pertenece. Es en ésta comunidad precisamente donde se definen los derechos específicos que deben tener todas las personas para ser capaces de participar en la construcción de las expectativas sobre la forma de vida y el futuro de la comunidad.

El respeto hacia la diversidad cultural del republicanismo implica una descentralización política muy acentuada en donde el poder federal central es muy limitado en comparación de los poderes locales.

¹¹ Como señala Arendt en el caso de la revolución norteamericana “La tiranía, tal como los revolucionarios la entendían, era una forma de gobierno en la que el gobernante, aun cuando gobernara de acuerdo con las leyes, había monopolizado el derecho a la acción, expulsando a los ciudadanos del espacio público y recluyéndolos en la privacidad de sus hogares; demandaba de ellos que se ocuparan sólo de sus asuntos privados. La tiranía, en otras palabras, priva de la felicidad pública, aunque no necesariamente del bienestar privado, mientras que la república garantiza a todo ciudadano el derecho a ser un participante en el gobierno de los asuntos comunes, el derecho a ser visto en acción.”

Arendt, Hannah. (1965). *On Revolution*. London: Penguin Books, pp. 130

¹² Habermas, Jürgen. (1994). “Three Normative Models of Democracy”, *Constellations* Volume I, No I, pp. 1-10

¹³ Velasco, *ibid*, pp.50

Así pues la democracia republicana es una forma de democracia participativa en la cual la función del Estado es la de facilitar la capacidad de asociación de los ciudadanos y de organizarse de tal modo que éstos puedan ejercer su influencia directa en las decisiones públicas.

1.3 La función social de la ciencia: regulación y emancipación

Antes de comenzar la discusión sobre cómo se relaciona la ciencia con estas formas de democracia, es necesario desarrollar un esquema que nos permita entender cuáles han sido las funciones elementales de la ciencia a través de la historia y en qué condiciones se han dado éstas.

En la siguiente sección vamos a distinguir dos funciones principales: la ciencia como un instrumento para lograr la emancipación de individuos y sociedades a través del progreso material y del pensamiento crítico; y la ciencia como instrumento político para regular las relaciones sociales.

Para entender el origen y el desarrollo de estas dos funciones, es necesario que nos remontemos al periodo histórico de la Ilustración. Con todo, es éste el movimiento donde convergen y se desarrollan las ideas que marcarán el papel que la ciencia desempeñará en siglos posteriores hasta la actualidad.

Como sabemos, la Ilustración fue un movimiento que se dio en el siglo XVIII y que, según algunos historiadores se extendió hasta inicios del siglo XIX. La principal propuesta de la Ilustración era liberar al hombre de la superstición, de la tiranía y de la ignorancia, y construir un mundo mejor mediante la razón. Se plantean dos objetivos principales: crear un nuevo orden político y alcanzar un cierto bienestar social mediante el dominio y el entendimiento de la naturaleza.

Entonces, la razón juega un papel central dentro de la Ilustración. Pero, ¿a qué tipo (o tipos) de razón se refiere? ¿A través de la razón de quién se alcanza la liberación?

Según de Sousa¹⁴, el paradigma de la modernidad que surge de la Ilustración se sienta sobre dos pilares fundamentales: el pilar de la regulación y el pilar de la emancipación. Estos pilares pueden identificarse con el lema del positivismo decimonónico de “Orden y Progreso”.

Cada pilar está a su vez constituido por tres lógicas o principios. El pilar de la regulación está constituido primero por el principio del Estado (formulado por Hobbes) en el cual se establece una obligación vertical entre los ciudadanos y el Estado. Segundo, por el principio del mercado (formulado por Locke y Adam Smith) donde se establecen obligaciones horizontales individualistas y antagónicas entre quienes participan en él. Y por último, por el principio de comunidad (formulado por Rousseau) que consiste en la obligación política horizontal y solidaria entre los miembros de una sociedad.

¹⁴ Sousa Santos, Boaventura de. (2003). *Critica de la Razón Indolente. Contra el desperdicio de la experiencia*, Bilbao, Editorial Descleé de Brouwer. pp. 52

Por su parte, el pilar de la emancipación está conformado por los tres tipos de racionalidad definidos por Weber: la racionalidad estético-expresiva de las artes y de la literatura, la racionalidad cognitivo-instrumental de la ciencia y la tecnología y la racionalidad moral-práctica de la ética y el derecho.

Según de Sousa, el paradigma de la modernidad pretendía un equilibrio armonioso entre estos dos pilares. Sin embargo, lejos de ocurrir esto, la rápida conversión de la ciencia en fuerza productiva (necesaria para alcanzar el progreso material) hizo que sus criterios de eficiencia y eficacia se convirtieran en hegemónicos y que las otras dos lógicas emancipadoras quedaran subordinadas a ésta. A su vez, la cientifización del pilar de la emancipación introdujo un desequilibrio en el pilar de la regulación. La ciencia se volvió concomitante del mercado y el Estado, dejando al principio de comunidad relegado a un segundo plano.

Al quedar la racionalidad moral-práctica subordinada a la racionalidad cognitivo-instrumental, se permite crear un nuevo orden social sustentado en la ciencia. La ciencia se vuelve un instrumento político que permite regular las relaciones sociales.

El ejemplo más claro de este fenómeno se encuentra quizás en la doctrina del iusnaturalismo. Para esta doctrina existen leyes naturales que no han sido hechas por la voluntad humana. Por tanto, son anteriores a la formación de cualquier grupo social o Estado. De estas leyes naturales, como de toda ley moral o jurídica, se derivan derechos y deberes que son incontrovertibles y universales¹⁵.

Aunque el iusnaturalismo ya estaba presente en el pensamiento griego clásico, en el siglo XVIII el derecho natural se desvincula de la idea de Dios. Dios ya no es la fuente de toda moral sino la naturaleza racional del hombre.

Como Bobbio¹⁶ señala, los derechos del hombre surgen de la doctrina del iusnaturalismo. En ellos se reconoce que todos los hombres, indistintamente, tienen algunos derechos fundamentales por naturaleza, sin importar su voluntad o la de los demás. Se trata del, derecho a la vida, a la libertad y a la seguridad. El Estado, o más concretamente, quienes detentan el poder legítimo de ejercer la fuerza y obtener la obediencia a sus mandatos, debe respetar dichos derechos y garantizar que éstos no sean violentados por otros.

A primera vista, al defender la libertad de las personas, el iusnaturalismo estaría utilizando a la ciencia como una forma de emancipación. Sin embargo, esta doctrina da un giro sorpresivo y se vincula con otra larga tradición en donde la ciencia es utilizada para sostener o legitimar el ejercicio autoritario del poder.

Como Velasco¹⁷ señala, esta tradición que se remonta a “la República” de Platón, tiene a Thomas Hobbes como su máximo exponente. Según Velasco, la revolución hobbesiana consistió en imponer los criterios de racionalidad epistémica sobre el mundo de la política, relegando tanto la racionalidad

¹⁵ Bobbio, Norberto. (2008). *Liberalismo y Democracia*. México, Fondo de Cultura Económica.

¹⁶ Ibid. Bobbio

¹⁷ Velasco, Ambrosio. (2008). “Ciencia, Democracia y Multiculturalismo” en Esteban, J. M y Martínez S. F. (Comp.) *Normas y Practicas en la Ciencia*. México, Instituto de Investigaciones Filosóficas UNAM, pp. 169

prudencial propia del aristotelismo como la del humanismo renacentista. Para que los derechos del hombre puedan ser garantizados, según Hobbes, se requiere de un soberano que los proteja. La obligación de obedecer al soberano también se deriva de una ley natural y por tanto su mandato es legítimo e incontrovertible.

En suma, podemos concluir que el tipo de razón que se tuvo en mente y que llegó a dominar en el movimiento de la Ilustración fue el de la razón cognitivo-instrumental, lo que permitió a la ciencia servir como instrumento de regulación social.

Ahora volvamos a la segunda pregunta. ¿A través de la razón de quién será alcanzada la emancipación de los individuos? En este caso las respuestas divergen.

Por un lado tenemos a Kant para quien la emancipación se logra a través de la propia razón de los individuos:

“La Ilustración es la emancipación del hombre de un estado de tutelaje autoimpuesto (...) de incapacidad de usar su propia inteligencia sin guía externa. A tal estado de tutelaje lo llamo “autoimpuesto”, si se debe, no a la falta de inteligencia, sino a la falta de coraje y determinación para usar la propia inteligencia sin la ayuda de un conductor ¡*Sapere aude!* ¡Este es el grito de batalla de la Ilustración!”¹⁸

Por otro lado tenemos a Francis Bacon quien no se preocupa tanto por emancipar a los hombres de un tutelaje autoimpuesto, sino que quiere liberarlos de la miseria y la necesidad. Para Bacon, la ciencia debe tener un fin utilitario, ser un instrumento práctico al servicio de las necesidades materiales humanas. Para ello, no es necesario que los individuos piensen por si mismos sino que se acojan al mandato de una casta de hombres sabios y virtuosos que velen por sus necesidades y garanticen el progreso material. En la “Nueva Atlántida”¹⁹ Bacon expone estas ideas cuando describe el florecimiento económico de una sociedad ideal. En este “mundo feliz”, la vida está organizada sobre las bases racionales de la ciencia y de una técnica avanzada, que mantienen la contraposición entre clases dominantes y clases subordinadas.

Como podemos notar, aquí de nuevo aparece el vínculo entre la ciencia y el ejercicio autoritario del poder.

Más avanzado el siglo XIX, surge el positivismo que también parece simpatizar con esta idea. Como Le Goff²⁰ señala, la ideología del progreso decimonónico no está necesariamente vinculada con el espíritu democrático. Muestra de ello es Ernest Renan quien en su “L’avenir de la science” escribe: “La gran obra será realizada por la ciencia, no por la democracia. Nada sin los grandes hombres, la salvación vendrá de los grandes hombres”.

¹⁸ Citado por Popper en Popper, Karl. (1991). *Conjeturas y Refutaciones. El desarrollo del Conocimiento Científico*. Barcelona, Editorial Paidós, pp. 221.

¹⁹ Bacon, Francis. (2006). *Nueva Atlántida*. Madrid, Ediciones Akal/Básica de bolsillo.

²⁰ Le Goff, Jacques. (2006). *Pensar la Historia: Modernidad, Presente y Progreso*. Paidós, pp. 152

En resumen, podemos decir que si bien la Ilustración planteó un solo proyecto, esto es, el de liberar al hombre de la tiranía basada en la superstición y la ignorancia y alcanzar el bienestar social a través del bienestar material, los pensadores ilustrados concibieron formas sustancialmente distintas para llevar a cabo dicho proyecto.

En las siguientes secciones, se mostrará cómo estas dos funciones básicas de la ciencia se integran con sus diferentes matices en las tres formas de democracia antes descritas.

1.4 Ciencia y democracia socialista

En la conformación de las ideas de la democracia socialista podemos distinguir también dos funciones básicas de la ciencia. En la primera, la ciencia sirve para demostrar y justificar la necesidad (e inevitabilidad) “natural” del socialismo como proyecto social. En la segunda, la ciencia (y su vínculo con la tecnología) es vista como una herramienta indispensable para que dicho proyecto sea realizado. Esta última función se relaciona con la idea de la ciencia como emancipación arriba descrita.

Primero expliquemos el primer punto. Al igual que muchos de sus contemporáneos del siglo XIX, Marx y Engels trataron de fundamentar sus ideas sobre bases científicas. En particular, su concepción de la historia y sus teorías políticas y económicas estuvieron influenciadas por las teorías evolucionistas de la época. Como Held²¹ explica, en sus textos más conocidos, Marx y Engels elaboran una concepción de la historia basada en la idea de etapas sucesivas de desarrollo, es decir, una especie de proceso de evolución social. Cada una de estas etapas se distingue por sus diferentes modos de producción y el paso entre una y otra etapa es impulsado por la base económica, particularmente por la expansión de las fuerzas productivas y por la lucha de clases por la distribución social de los bienes. En esta interpretación del desarrollo histórico, la humanidad atraviesa por cinco etapas: desde el primitivo modo de producción comunal, pasando por los modos antiguo, feudal y capitalista, hasta alcanzar el modo post-capitalista de producción. Marx creía que el modo capitalista de producción era el último estadio antes de que se alcanzara un nuevo y fundamental orden político y económico en el que los ideales de libertad e igualdad se realizarían: el comunismo.

Es importante destacar que en esta concepción de la historia, compuesta por distintas etapas de desarrollo, la teoría de la evolución biológica no sólo es tomada como un modelo para establecer analogías, sino que liga a la historia política y económica de la humanidad con la historia natural misma del hombre. Se trata, en otras palabras, de la continuación de un mismo proceso evolutivo guiado por la misma fuerza impulsora: el trabajo y las relaciones sociales, políticas y económicas que de él se derivan.

Según Brewer²², cuando Darwin demostró que los humanos habían evolucionado dentro del mundo animal y que compartían un ancestro común con los simios superiores, se limitó a describir las características esenciales que provocó el cambio evolutivo, - un cerebro agrandado y la adquisición del

²¹ Held *ibid.*

²² Brewer, Pat. (2004) en la introducción de Engels, Friedrich. *The Origin of the Family, Private Property and the State*. Resistance Books, pp. 13

habla- pero no ofreció ninguna explicación acerca de cómo estos cambios tuvieron lugar. Quien ofreció una explicación sobre dichos cambios fue precisamente Engels en un ensayo titulado *The Part Played by Labour in the Transition from Ape to Man* o "El Papel del trabajo en la transformación del mono en hombre". En dicho ensayo, Engels desarrolla una teoría evolutiva donde se rechazaba la idea generalmente aceptada de que el desarrollo del cerebro era el más importante paso en la evolución del hombre como especie. En su lugar, propone que el trabajo no sólo era una característica específica de la especie humana sino, más importante aún, que era éste el principio por el cual el hombre había evolucionado biológica y socialmente. La adopción de la postura erecta y la marcha bípeda- afirma Engels- había permitido a los ancestros del hombre liberar las manos incrementando así su habilidad para utilizar y fabricar herramientas. Con el paso del tiempo, esto produjo cambios estructurales en la mano de tal forma que ésta no sólo se convirtió en un "órgano de trabajo" sino también en "producto del trabajo". De igual forma, la capacidad del habla y el desarrollo de órganos para llevar a cabo tal función se desarrollaron -según Engels- a partir de la necesidad de ayuda mutua en el trabajo, es decir cuando los hombre tuvieron "la necesidad de decirse algo" para desempeñar ciertas tareas.

Así, las etapas históricas por las que había transitado la humanidad eran impulsadas por el mismo principio que impulsaba la evolución biológica y por tanto, el eventual arribo a la etapa socialista -y posteriormente a la comunista- se presentaban como un proceso natural inevitable.

Por todo lo anterior y como lo señala Hopwood²³, los intelectuales marxistas hicieron de esta teoría científica, y de la ciencia en general, un arma política que no sólo serviría para liberar a los hombres de la superstición (la función emancipadora de la ciencia), sino también para demostrar la necesidad natural del socialismo. Como muestra de ello, Pittenger²⁴ relata cómo, entre 1900 y 1920 -la cúspide del socialismo marxista en los Estados Unidos-, los discursos de los socialistas americanos compartían cuatro preguntas básicas. ¿Cómo pueden las teorías de Darwin y Spencer reforzar la causa del marxismo? ¿Cómo ha sido la ciencia en general una fuerza revolucionaria? ¿En qué sentido el marxismo es una ciencia? y ¿Cómo puede el conocimiento científico ayudar a los trabajadores a derrocar al capitalismo?

Como han atestiguado diversos autores, la popularización de la ciencia y particularmente la popularización de la teoría evolutiva de Darwin fue parte muy importante dentro de las agendas de los partidos y sindicatos socialistas. Pittenger²⁵ señala que para muchos intelectuales socialistas, ser científicamente letrado era el primer paso para el despertar de la clase trabajadora y para lograr los cometidos del socialismo. Así, muchos de los partidos socialistas alrededor del mundo pusieron gran esfuerzo en difundir la ciencia a través de revistas y publicaciones especiales. Por supuesto, este tipo de popularización poseía características particulares que las distinguía de aquella que provenía de instituciones "burguesas". En la República de Weimar por ejemplo, mientras que la revista burguesa "Kosmos" aspiraba a "ser un mediador entre la autosuficiente y diligente academia y la sed de

²³ Hopwood, Nick. (1996). "Popular Knowledge: Producing a Socialist popular Science in Weimar Republic". *History Workshop Journal*. Spring (41) pp. 117-153.

²⁴ Pittenger, Mark. (1993). *American Socialists and Evolutionary Thought: 1870-1920*. Madison, University of Wisconsin Press, pp. 117.

²⁵ Ibid Pittenger pp. 122.

conocimiento del público en general en beneficio de ambas partes” y se esperaba que sus lectores “tuvieran la fuerza para elevarse por sobre la lucha de los bienes terrenales y disfrutar de las alturas puras de la naturaleza y la ciencia” su contraparte, la revista “Urania” –de tenor socialista-, se proponía “conectar las ideas abstractas de la ciencia con la sociedad”²⁶. Uno de los editores de “Urania” afirmaba: “Tal como se da en el presente, el rico acervo de conocimiento no sirve para nada al proletariado. Por el contrario, el consuelo de la religión, la filosofía y la ciencia sólo nubla su visión hacia su meta real. La tecnología esclaviza al trabajador, la filosofía lo pone a dormir y la gran variedad de disciplinas científicas, sino lo aturden, al menos lo distraen de ganar su propia posición”²⁷. Por ello, la popularización de la ciencia socialista estuvo marcada por la selección de textos científicos “útiles” para la lucha proletaria y por la combinación de estos textos con consignas políticas y consejos para los trabajadores²⁸.

Ahora vayamos al siguiente punto. ¿De qué forma la ciencia sirve para alcanzar el nuevo orden social y económico planteado por el socialismo?

Antes de comenzar con esta discusión debemos recordar que el análisis y la crítica que Marx hace al sistema capitalista, se encuentran confinados a las primeras etapas de industrialización de la Inglaterra del siglo XIX.

Para Marx, la ciencia significa una gran fuerza potencialmente liberadora sin la cual el socialismo es impensable. Aunque Marx admite que el capitalismo había logrado crear las más grandiosas y colosales fuerzas productivas de toda la historia y que su estructura económica y social creaba incentivos enormes para la generación del cambio tecnológico, dichos desarrollos también habían traído nuevos problemas sociales y nuevas formas de explotación. El sistema de manufactura había engendrado una nueva

²⁶ Citado por N. Hopwood.

²⁷ Ibid Hopwood

²⁸ Con esto no se pretende afirmar que la popularización de la ciencia producida por publicaciones “burguesas” fuese políticamente neutras. Por el contrario, al analizar el estilo de los colaboradores de las revistas Kosmos y Urania, Hopwood ha encontrado que mientras que los autores socialistas se caracterizaban por un estilo salpicado de consignas abiertamente políticas y donde ellos mismos se colocaban dentro del texto como agentes activos del cambio social, los escritores de Kosmos trataban de mantener un estilo impersonal y carente de declaraciones políticas abiertas. Sin embargo, esta negación tacita de la política, era de hecho, su mayor arma al permitirles deslizarse enunciados con una fuerte carga ideológica revestida de neutralidad científica o como algo “dado” por la misma naturaleza. Por ejemplo, en un artículo de la revista Urania se hablaba sobre los recientes descubrimientos hechos por Carl Mez en el campo de la serología. El artículo comenzaba explicando cómo el suero de la sangre de un animal reaccionaba ante la presencia de alguna proteína de otra especie mediante la formación y precipitación de flóculos. Estas precipitaciones –decía el artículo- eran específicas de cada especie y podrían ser utilizadas para determinar relaciones evolutivas entre especies. En particular se observaban grandes similitudes entre las reacciones provocadas en el suero sanguíneo de algunos antropoides y las del suero sanguíneo humano. Aprovechando toda esta discusión, el artículo de la revista Urania finalizaba diciendo que la teoría de la evolución natural recibía un nuevo apoyo con el trabajo de Mez y que el principal argumento de los conservadores sobre que “el mundo siempre ha sido así y lo seguirá siendo”, perdía toda validez ante la victoria definitiva del concepto de desarrollo el cual mostraba que “el mundo fue diferente y que será diferente.” Por su parte, la revista Kosmos publicó un artículo sobre el mismo tema en el que se explicaba con un estilo seco el principio del serodiagnóstico. En este se mencionaban algunas de sus aplicaciones y se hacía referencia al trabajo de Mez como de gran importancia para la teoría de la evolución. Sin embargo, como si fuera parte de la discusión del trabajo de Mez se afirmaba que “recientemente se ha demostrado que es posible distinguir entre la raza negra de la blanca.”

división social del trabajo distinta de aquella que suponía el sistema de producción artesanal. Ésta consistía en fraccionar el trabajo que originalmente realizaba un sólo artesano en diversos trabajos especializados que situaban a cada trabajador dentro de una cierta etapa del proceso de producción. Las funciones que cada obrero realizaba dentro de esta cadena productiva eran unas veces más sencillas que otras y algunos trabajos eran mucho más especializados que otros. Esto creaba una jerarquización de las fuerzas de trabajo a las que a su vez correspondían una escala o gradación de salarios. Así, el sistema de manufactura había producido una nueva y numerosa clase de trabajadores, la de los peones, quienes, para realizar su trabajo, no requerían de ninguna instrucción previa y quienes, por constituir la parte más baja dentro de esta jerarquía, eran los más propensos a la explotación.

Por otra parte, el sistema de manufactura compartía con el sistema de producción artesanal una característica esencial; los trabajadores seguían ocupando un lugar estratégico dentro del proceso productivo. Mientras esto continuara- Marx pensaba- los capitalistas, en cuyas manos se encontraban los medios de producción, seguirían presionando y forzando a los trabajadores para ir más allá de sus propios límites. La observación que Marx hace en este contexto es quizás la más importante: “Si bien es cierto que en el sistema de manufactura, el obrero ha sido asimilado al proceso de producción, este último ha tenido que adaptarse antes al obrero”. Es decir, bajo el sistema capitalista, tanto la división de tareas parciales en las que se divide la producción como la misma división social del trabajo han sido creadas de forma arbitraria o subjetiva y no conforme a una racionalidad técnica. Por tanto, Marx creía que, en la medida de que la ciencia fuese aplicada sistemáticamente a la industria, estas divisiones arbitrarias tenderían a desaparecer. La necesidad de dividir el proceso de producción total estaría basado únicamente en consideraciones científicas y técnicas y no en aquellas sociales o jerárquicas. Citamos:

“En la producción a base de maquinaria desaparece este principio subjetivo de división social del trabajo. Aquí el proceso total se convierte en objetivo, se examina de por sí, se analiza en las partes que lo integran y el problema de ejecutar cada uno de los procesos parciales y de articular cada uno de estos procesos parciales en un todo se resuelve mediante la aplicación técnica de la mecánica, la química, etc.”²⁹

Más aun, la ciencia aplicada a la industria lograría a la larga la automatización de los procesos productivos haciéndolos cada vez más continuos. Si esto último no lograrse disolver la división social del trabajo, al menos haría esta división natural y objetiva.

La adopción del socialismo por algunos Estados dejó ver que si bien era posible un orden político y económico distinto al capitalismo, las ideas de Marx no proporcionaban todas las respuestas para enfrentar los problemas y retos que este nuevo sistema planteaba. Por ejemplo, como ya hemos explicado, Marx había sugerido la disolución de la división social del trabajo mediante la aplicación de la ciencia, sin embargo esta disolución se restringía al ámbito de las fábricas. Así, al volver a la ciencia una actividad central dentro de la construcción del socialismo, se alentaba la creación de nuevas elites aún más especializadas e incluso, aún más poderosas: la de especialistas en llevar a cabo la “objetivación” de

²⁹ Marx, Karl. (1980). *El Capital*. México, Fondo de Cultura Económica. Tomo I, capítulo XIII pp. 310.

los medios de producción y la de una burocracia encargada de la planificación de ésta actividad. Además, Marx como buen teórico había hablado de la ciencia en abstracto y había supuesto que, en la construcción del socialismo, bastaba con estimular y dirigir la actividad científica. Sin embargo, como Richter³⁰ ha observado, en la práctica, ni todos los que planeaban la actividad científica eran muy “científicos” ni todos los científicos estaban convencidos de colaborar en la construcción del socialismo.

El primer país en enfrentar estos problemas fue la Unión Soviética. Aunque la Unión Soviética logró en tan sólo una década la transformación de una sociedad predominantemente agrícola a una potencia militar e industrial gracias a un impresionante esfuerzo de planeación y aplicación de la ciencia y la tecnología, las elites creadas para llevar a cabo esta revolución industrial cobraron gran poder y no dudaron en ejercerlo duramente contra todos aquellos que se opusiesen a sus planes (incluyendo a algunos científicos). Más tarde en la década de 1950 la Unión Soviética se convirtió según McDougall³¹ en la primera tecnocracia en el mundo en el sentido de que fue el primer Estado en financiar y gestionar la investigación científica a gran escala con el fin de aprovechar sus desarrollos con fines políticos. Durante este periodo no se escatimó ningún esfuerzo para atraer a los jóvenes talentos hacia ciertas áreas estratégicas de la investigación científica. Por ejemplo, las becas asignadas a los estudiantes de ciencias e ingenierías igualaba el salario de un trabajador y aquellos que lograran convertirse en científicos profesionales se les premiaba mediante beneficios materiales y estatus social³².

Además, como Sponsler³³ señala muchos científicos e ingenieros comenzaron a ocupar altos cargos dentro de la jerarquía comunista donde su función no se limitaba en asesorar al gobierno (como era el caso de países capitalistas como Estados Unidos) sino de planear y tomar decisiones sobre el desarrollo del país. Este hecho se verifica a través de la proporción de científicos e ingenieros dentro de la secretaria de partido comunista que ya para principios de la década de 1960, era de ocho por cada quince miembros del partido³⁴. Como resultado de esta política, los científicos soviéticos se convirtieron en una elite cuyo estándar de vida contrastaba con el aún bajo estándar de la población general lo cual, por supuesto, se apartaba del ideal socialista de una sociedad sin clases.

En el caso de China la historia fue un poco diferente. Quizás por haber tenido tiempo de aprender de la experiencia soviética o por diferencias culturales sustanciales en cuanto a la valoración del conocimiento científico y tecnológico, los líderes chinos trataron de reducir la distinción entre expertos y la gente ordinaria como parte de un esfuerzo más amplio de minimizar el elitismo y la especialización en la

³⁰ Richter, Maurice N. (1976). “Chinese Science Policy. A comparative analysis”. *Bulletin of Atomic Scientist*. March, pp. 13-16

³¹ McDougall, Walter A. (2008). *The Heavens and the Earth: A Political History of the Space Age*. Michigan, Scholarly Publishing Office, University of Michigan.

³² Como Marshak refiere, dicha política fue muy exitosa. Muestra de ello es que en tan sólo un periodo de cinco años (comprendido entre 1951 y 1956) el número de estudiantes graduados en física de la Universidad de Moscú se triplicó. Marshak, R. E. (1958). “Nature of the soviet scientific challenge”. *Bulletin of the Atomic Scientists*. Feb., pp 83-86

³³ Sponsler, George C. (1962). “Needed: Scientists on the top”. *Bulletin of Atomic Scientist*. June, pp. 17-20

³⁴ Ibid Sponsler

división del trabajo. Como Richter³⁵ apunta, en conexión con este esfuerzo -que fue apoyado por cambios en el sistema educativo- a los científicos se les animó a trabajar muy de cerca a los trabajadores y campesinos no sólo para dar solución a problemas prácticos sino también, para que ellos mismos aprendieran de estos sectores de la población. Al mismo tiempo, se estimuló la participación de campesinos y trabajadores en la investigación científica y en la planeación de las actividades del campo y las ciudades³⁶.

Aunque la interpretación de esta práctica ha resultado muy controvertida dentro de algunos círculos académicos³⁷ lo que es interesante destacar aquí son dos supuestos que subyacen a esta práctica y que han sido identificados por Richter.

Primero, la idea de acercar a los científicos a los sectores obreros y campesinos obedecía al supuesto de que la experiencia obtenida mediante el trabajo práctico podría proveer de ideas relevantes a la ciencia. Así, todos aquellos especialistas que no estuviesen en contacto con el trabajo práctico y de la experiencia generada a partir de él, de alguna forma serían incapaces de explorar y desarrollar estas ideas de relevancia científica.

El segundo supuesto presumía que el conocimiento acumulado por la experiencia de millones de gente ordinaria a través de generaciones no sólo constituía una preciada fuente para la investigación científica sino también que éste conocimiento no debía ser subordinado arbitrariamente a las ideas teóricas formuladas por una elite de especialistas.

Estos supuestos no sólo eran consistentes con los objetivos de des-especializar la división del trabajo y de reducir el elitismo sino también con la política china de mantener su autonomía en cuanto a su forma de concebir el desarrollo y de no permitir que la idea de “modernización” los convirtiera en imitadores ciegos de países científica y tecnológicamente más avanzados. Esta última idea se ve reflejada en el precepto de Mao Tse-tung según el cual: “China debe asimilar de las culturas extranjeras progresistas todo lo que ella necesita en grandes cantidades. (...) Sin embargo, sólo podremos beneficiarnos de esto si tratamos todos estos materiales extranjeros como se hace con los alimentos, que debe ser (...)

³⁵ Richter, Maurice N. Jr. (1976). “Chinese Science Policy. A Comparative Analysis”. *Bulletin of Atomic Scientist*. March pp. 13-16.

³⁶ Science for the People (organization). (1974). *China: Science Walks in Two Legs*. Avon, Discus Book.

³⁷ Por ejemplo, mientras que Mathur interpreta esta práctica como un ataque generalizado para castigar a los científicos y académicos chinos enviándolos “de las ciudades a los pueblos e incluso a las más remotas áreas montañosas de China” para que “vivieran entre los campesinos y sufrieran como ellos” pues se habían convertido ante los ojos de Mao en “enemigos del pueblo” y “seguidores del capitalismo”, Richter afirma que los líderes chinos “evitaron situaciones comparables al ataque soviético hacia la genética que fue brutalmente suprimida y remplazada por una ideología pseudocientífica”. Además Richter también refiere que a menudo el pensamiento de Mao era citado no para rechazar a las ciencias naturales, sino más bien como fuente de inspiración e ideas para resolver problemas prácticos y científicos. Mathur, Nalini. (2007). *Educational Reform in Post Mao China*. New Delhi, APH Publishing, pp. 48

separando los nutrientes que han de ser absorbidos de los desperdicios que han de ser desechados. Nunca debemos tragar cualquier cosa entera o absorberla sin sentido crítico.”³⁸

Como resultado de esta política que alentaba por un lado el desarrollo científico y tecnológico y por otro, la autoconfianza de la gente común como generadores de conocimiento, se permitió la coexistencia de la ciencia moderna y el sentimiento de orgullo nacional de un país con una impresionante herencia cultural. El mejor ejemplo de este caso es la conservación de la medicina tradicional china que floreció bajo el régimen comunista sin que esta hubiese sido amenazada por ser considerada como una desviación a la práctica médica occidental o bien, sin que dicho florecimiento hubiese significado el abandono de la medicina moderna.

A modo de epílogo de la sección, podemos decir que tanto para Marx como para Mao la posibilidad de arribar a un orden social más justo no depende únicamente de la política sino también de la aplicación sistemática de la ciencia a los medios de producción. Sin embargo, podemos distinguir una diferencia medular entre estas dos formas de socialismo. Por un lado, como lo ha hecho notar Lander, el socialismo marxista comparte con el liberalismo el valor del progreso y la confianza infinita en las potencialidades benéficas del desarrollo de las fuerzas productivas, viendo a la tecnología como políticamente neutra. Estas dos características, que no son otra cosa más que la creencia en que el cambio tecnológico es causante de los cambios sociales sin que dicho cambio tecnológico por sí mismo sea afectado por factores políticos y sociales, acercan al marxismo a la ideología del determinismo tecnológico. En contraste, la cautela con la que los líderes chinos trataron los avances científicos y tecnológicos occidentales es más bien una muestra del rechazo hacia esta ideología.

Ahora bien, podemos preguntarnos ¿qué es lo que ocurrió con la utopía científicista del socialismo marxista y con la idea del forzoso paso hacia una sociedad más justa a través de la aplicación de la ciencia y la tecnología? Como Lander³⁹ también refiere, tras la caída del bloque socialista “no sólo desaparece casi todo el llamado socialismo realmente existente sino igualmente la confianza teleológica en que, a pesar de las guerras, los sufrimientos y los conflictos de la sociedad capitalista, en el futuro se realizará la sociedad sin estado y sin clases...ya no es posible pensar en un futuro garantizado, la idea de que “el futuro nos pertenece”. Fue necesario reconocer algo que siempre fue cierto, el futuro está abierto, no existe tal cosa como un guión de la historia que los sujetos tienen que desplegar en el terreno de sus prácticas colectivas.”

En contraste y como veremos más adelante, el liberalismo difícilmente se desprenderá de la idea de este “guión de la historia” conducido por los avances científicos y tecnológicos y de hecho la utilizará como una de sus principales armas políticas.

1.5 Ciencia y democracia republicana

³⁸ Mao Tse-tung. Citado por Richter, Maurice N. Jr. (1976). “Chinese Science Policy. A Comparative Analysis”. *Bulletin of Atomic Scientist*. March pp. 13-16.

³⁹ Lander Edgardo. (2006). “Marxismo eurocentrismo y colonialismo” en Boron, A., Amadeo, J. y González S. (compiladores). *La teoría marxista hoy: problemas y perspectivas*. Buenos Aires: CLASCO, pp. 209 - 243.

A diferencia de la tradición socialista, que ve a la ciencia como un factor necesario en el camino hacia el comunismo (y a diferencia también de la tradición liberal para la cual la ciencia es una especie de orden superior que puede regular las relaciones y las preferencias de las personas -como veremos más adelante), el republicanismo moderno ve a la ciencia como una más de las fuerzas sociales que entran en juego en los debates públicos sin concederle a ésta ningún papel hegemónico o central para guiar el curso de la historia, dirimir diferencias o determinar preferencias sociales.

Como Brown⁴⁰ explica, el republicanismo moderno entiende por libertad a la no dominación, es decir, el no estar sujeto a la autoridad arbitraria. Un acto o una decisión se consideran como arbitrarios cuando son elegidos o rechazados sin tomar en cuenta los intereses u opiniones de todos los afectados. Por lo tanto, el republicanismo pone en relieve la importancia de instituciones que facilitan la impugnación tanto del poder público como del privado.

El modo principal en que las instituciones republicanas facilitan el debate público es mediante la distribución de los poderes tan amplia y equitativamente como sea posible, garantizando así que los conflictos no puedan ser suprimidos por aquellos que poseen más poder que otros.

Dada la preocupación republicana para facilitar el debate público mediante una distribución equitativa de poder, los republicanos se encuentran poco dispuestos a aceptar fuentes de poder epistémico como se establece apelando a la autoridad de la ciencia o al conocimiento técnico. Por el contrario, dichos poderes se encuentran sujetos a las restricciones y procedimientos institucionales que facilitan el debate público.

Otra diferencia importante de señalar es que dentro de la tradición liberal, existe la creencia de que mediante la ilustración pública es posible alcanzar consensos, es decir, como si mediante el conocimiento científico pudiesen ser develados a los ciudadanos ciertas preferencias u objetivos sociales dictados por la misma naturaleza. Esta idea se encuentra relacionada con una especie de determinismo tecno-científico. Sin embargo, algunos autores como Bijker y Sclove han rechazado esta idea. Por ejemplo, inspirándose en el nuevo republicanismo de Benjamin Barber⁴¹ y basándose en estudios sociales sobre ciencia y tecnología de corte constructivista Bijker⁴² sostiene que “no existen preferencias fijas o grupos con preferencias fijas ni existen criterios atemporales tales como leyes naturales o principios de eficiencia que puedan determinar qué es lo que se debe preferir”. El nuevo republicanismo, llamado democracia fuerte por Barber, reconoce que las metas sociales y los artefactos tecnológicos son construidos a través de prácticas sociales interactivas. Sclove⁴³, en la misma tónica, analiza cómo las tecnologías no responden tanto a consideraciones estrictamente técnicas ni son productos de la estricta aplicación de la ciencia, sino que son artefactos en cuyo diseño se incluye la forma en que éstas servirán para mediar las relaciones sociales.

⁴⁰ Brown, Mark B (2009). *Science in democracy: expertise, institutions, and representation*. Cambridge, Mass. MIT Press.

⁴¹ Barber, Benjamin. (2004). *Democracia Fuerte: Política Participativa para una Nueva Época*. Córdoba, Almuzara

⁴² Bijker, W. E. citado por Wachelder, J. (2003). “Democratizing Science: Various Routes and Visions of Dutch Science Shops” *Science, Technology and Human Values*, Sage Publications, Vol.28, No. 2, Spring, pp. 244-273

⁴³ Sclove, Richard E. (1995). *Democracy and Technology*. New York, Guilford Press, pp.17

Estos autores no aceptan que el liberalismo, apelando a la neutralidad de la ciencia y al conocimiento técnico, imponga ciertas prioridades dentro de las sociedades. Según Sclove, en el modelo liberal, la tecnología funciona como política: constituye sistemas de relaciones sociales, establece oportunidades pero también restricciones sobre la acción, promueve desarrollos culturales particulares, media entre las formas de comunicación social, afecta, incluso, a aquellos que no son usuarios, etc. Cuando la democracia liberal guía a la tecnología de esta forma-advierde Mc Allister- esta última debe ser vista con suma cautela, “como un tirano cuya mano cálida y cuyos generosos regalos enmascaran motivos personales de poder y dominación”⁴⁴.

Entonces, como podemos notar, los teóricos del republicanismo, lejos de tener interés en asignar a la ciencia un papel específico dentro de su modelo de democracia, más bien han tendido a acotar el papel de la ciencia dentro de las formas de organización social y política. Este aparente vacío teórico ha sido advertido por Velasco⁴⁵ quien se pregunta cuáles son las condiciones para que el desarrollo científico y tecnológico pueda ser no sólo compatible sino conveniente y necesario para la democracia republicana. Por otro lado, el aparente vacío no se debe quizás tanto a una falta de trabajo teórico, sino más bien la propia naturaleza del republicanismo. Aunque sí es posible hablar teóricamente de “republicanismo” en singular y sus preceptos más generales pueden ser explicados sin hacer referencia alguna a un contexto particular, el mismo republicanismo reconoce que no existe un sólo proyecto de sociedad republicana sino diversos proyectos que dependen de las condiciones culturales, sociales e históricas de cada contexto. Por tanto, tratar de establecer normas sobre cómo debe relacionarse la ciencia con los demás aspectos de la vida social y cultural de una comunidad sería tanto como tratar de imponer criterios transculturales y universales (de hecho un sólo proyecto cultural) sin que esto haya pasado por el control popular y sobre todo sin que estos hayan sido generados, discutidos y aceptados dentro y por la propia comunidad. Esto último entraría en contradicción con el principio de auto-determinación supuesto por el propio republicanismo⁴⁶.

Es necesario aclarar, sin embargo, que aunque no existan teorías sobre la necesidad de la ciencia en la conformación de una democracia republicana, esto no quiere decir que históricamente no hayan existido proyectos republicanos donde se haya dado significado a la ciencia dentro de la conformación de proyectos particulares.

Conviene referir aquí a dos momentos de la historia donde el pensamiento republicano logró relacionar la ciencia con dos de sus principios básicos: la libertad positiva y la solidaridad.

⁴⁴ McAllister Ken S. (2004). “*Tyrannical Technology and Thin Democracy*” en Hauser, Gerard, Grim, Amy (Eds.). *Rhetorical democracy: Discursive practices of civic engagement*. Routledge. Pp.247

⁴⁵ Velasco, Ambrosio. (2008). “Ciencia, Democracia y Multiculturalismo” en *Normas y Practicas en la Ciencia*. México, Instituto de Investigaciones Filosóficas UNAM, pp. 174

⁴⁶ Como Habermas ha señalado, “el republicanismo liga la legitimidad de las normas al procedimiento democrático de su génesis y protege así la conexión interna entre las prácticas de autodeterminación del pueblo y la dominación impersonal de las normas”. Habermas, Jürgen. (2005). “Tres modelos de democracia. Sobre el concepto de una política deliberativa”, *Polis* [En línea], 10 |, Puesto en línea el 09 noviembre 2012, consultado el 27 mayo 2013. URL : <http://polis.revues.org/7473> ; DOI : 10.4000/polis.7473

El primer momento tuvo lugar durante la Revolución Francesa. Como Ballart y Tresserras⁴⁷ señalan, los bienes incautados durante este periodo a la monarquía representaban para muchos revolucionarios el pasado de orgullo, prejuicio y tiranía que la revolución debía borrar. Para otros, sin embargo, estos bienes no sólo representaban el pasado histórico de Francia, sino también parte de la herencia cultural del pueblo francés. En la dialéctica que se estableció entonces entre pasado y presente, entre conservación y progreso, la ciencia no escapó. Como Bertomeu⁴⁸ señala, dentro de los defensores del patrimonio francés se encontraba el anatomista Vicq D’Azyr quien en 1794 publicó una carta donde pedía se considerara dentro del patrimonio francés no sólo las obras de arte y los monumentos históricos sino también, al patrimonio científico conformado por las colecciones de instrumentos, máquinas y gabinetes científicos, sin los cuales ni podía entenderse el pasado de Francia ni podía proyectarse su progreso al futuro.

Más tarde se sumó a esta invitación el abad Gregoire quien presentó ante la Convención Nacional su *Rapport sur l’établissement d’un conservatoire des arts et metiers*. Ahí se indicaba:

*“Queréis que todas las ciencias tengan un objeto útil y que el punto de coincidencia de todos sus hallazgos sea la prosperidad física y moral de la Republica: queréis que cada ciudadano pueda asegurar su subsistencia por la práctica de cualquier arte. Nosotros creemos entrar en vuestras intenciones proponiéndoos utilizar al máximo todas aquellas colecciones de máquinas mediante el establecimiento de una institución que las conservará y las reunirá en un lugar común.”*⁴⁹

Según el abad Gregoire, las máquinas e instrumentos científicos no debían ser expuestos en el Conservatorio como simples símbolos de progreso, sino que tendrían que mostrar, gracias a las ilustraciones, manuscritos y otros materiales de soporte, su funcionamiento y su contexto histórico y científico. Esto permitiría que el pueblo retomase todos aquellos conocimientos y técnicas que considerasen de utilidad.

La primera función del conservatorio era, según el abad, la de separar las técnicas de su tradición de secrecía. Se trataba de hacer comprensible y transparente aquello que durante mucho tiempo había sido considerado como exclusiva prerrogativa del genio individual.

Bertomeu señala que, “guiado por la feliz unión de una educación científica y los nuevos principios de la democracia republicana, el Conservatorio se convirtió rápidamente en una institución de gran relevancia nacional”⁵⁰.

En su discurso, el abad Gregoire parece retomar el argumento de Bacon en cuanto a ver en la ciencia un instrumento para alcanzar la prosperidad. Sin embargo, a diferencia de Bacon, dicha prosperidad no será alcanzada por una elite de hombres sabios sino por los propios ciudadanos. Más importante aún, la

⁴⁷ Ballart Hernández, Josep, Tresserras, Jordi Juan i (2001). *Gestión del Patrimonio Cultural*. Barcelona, Editorial Ariel, pp. 42

⁴⁸ Bertomeu Sánchez José Ramón, García Belmar Antonio. (2002). *Abriendo las cajas negras: Colección de instrumentos científicos de la Universitat de València*. Valencia, Universitat de València, pp. 85

⁴⁹ Citado por Bertomeu, pp. 85

⁵⁰ Ibid. Bertomeu, pp. 86

ilustración pública concebida por el abad no está encaminada a celebrar los logros de sabios y científicos, ni mucho menos a confirmar la autoridad de estos mediante estos logros. Tampoco se trata del tipo de ilustración pública que es buscada por el liberalismo, es decir, la de habilitar epistémicamente al público para que este sea capaz de entender y elegir dentro de las posibilidades que se le plantean. Más bien, la ilustración pública concebida por el abad Gregoire parece estar relacionada con la libertad positiva, es decir, con la idea de crear las condiciones materiales e intelectuales para que los individuos puedan, por si mismos, construir y ejercer su libertad.

El segundo episodio ilustrativo corresponde al republicanismo novohispano, en particular, a la disputa⁵¹ suscitada entre fray Bartolomé de las Casas y Juan Ginés de Sepúlveda sobre la capacidad racional de los indios americanos y su derecho a gobernarse.

En esta disputa mientras que el primero hará una férrea defensa sobre la plena racionalidad de los indios y cuestionará el derecho de la Corona española a emprender una guerra de conquista contra ellos, el segundo justificará dicha guerra alegando justamente lo contrario, es decir, la inferioridad racional y cultural de los indígenas.

Si bien es cierto que, como Edmundo O’Gorman⁵² afirma, la defensa que hace de las Casas consiste en demostrar la capacidad de los indios “para gobernarse”, es evidente que ni los argumentos de él ni los del mismo Sepúlveda, se encuentran confinados al plano político. Por el contrario, en un buen número de ocasiones ambos autores recurrirán a argumentos tanto epistémicos como religiosos para sostener sus argumentaciones políticas.

La relación que se establece entre la esfera política y la epistémica es la que aquí nos interesa destacar pues en ella puede notarse cómo la racionalidad cognitivo-instrumental de la ciencia y la tecnología se convierte en un criterio político de dominación (la vieja tradición que relaciona a la ciencia con el ejercicio autoritario del poder) y la respuesta que el pensamiento republicano de Bartolomé de las Casas da a este problema.

El descubrimiento de América y su posterior conquista planteó la necesidad de establecer un nuevo orden mundial donde se definieran las relaciones de poder que el viejo continente mantendría en adelante con los pueblos americanos. A su vez, esto requirió de una nueva base ideológica que permitiera establecer criterios para distinguir –pero sobre todo justificar- entre aquellos capaces de mandar sobre los demás, de quienes deberán sujetarse al orden que les fuese impuesto. Dentro de estos criterios volvieron a aparecer los criterios de racionalidad descritos por Aristóteles. Ejemplos de ellos son el criterio de la racionalidad ética, el cual consiste en distinguir lo bueno de lo malo y el criterio de racionalidad jurídica que permite distinguir lo justo de lo injusto. Sin embargo, dado que en esta

⁵¹ Por esta disputa no me refiero aquí a lo que se conoce como “la controversia de Valladolid” que se llevó a cabo entre agosto de 1550 y mayo de 1551 cuando se reunieron Sepúlveda y de las Casas para debatir ante dos tribunales compuestos por teólogos y juristas. El enfrentamiento que aquí discuto se encuentra contenido en las ideas plasmadas en el “Tratado sobre las justas causas de la guerra contra los indios” escrito por Sepúlveda y en dos libros escritos por Bartolomé de las Casas: la “Historia de Indias” y la “Apologética Historia Sumaria”.

⁵² O’Gorman, Edmundo. (1979). *Cuatro historiadores de Indias*. México, Editorial SEP Setentas Diana. Primera Edición, pp. 103.

ocasión no se trataba tanto de aplicar dichos criterios a los miembros de una sociedad o Estado más o menos pequeño y homogéneo culturalmente sino a todo un continente, fue necesario que dichos criterios se colectivizaran particularmente a través de la distinción entre pueblos “civilizados” y “bárbaros”. Los hombres ya no serán evaluados individualmente por su racionalidad o prudencia sino ahora, pueblos y naciones enteras serán calificados como capaces o incapaces de gobernarse por sí mismos a través de un análisis de sus organizaciones sociales, políticas y religiosas así como de sus producciones culturales materiales e intelectuales.

Vayamos entonces a la argumentación de Sepúlveda: Para comenzar su alegato y justificar la “esclavitud natural” de los indios, Sepúlveda recurrirá a la doctrina del Derecho Natural entendida ésta en sentido aristotélico. Según ésta doctrina – que Sepúlveda cita casi textualmente de Aristóteles- existe un orden natural de subordinación que rige tanto al mundo de las cosas animadas como al de las inanimadas y que puede reducirse a un sólo principio básico: “que lo perfecto debe imperar sobre lo imperfecto”⁵³. De este principio o ley natural se desprende que el alma sea la que domine al cuerpo, que la razón domine al apetito, que las fieras se rindan ante el hombre, que el varón domine a la mujer, y por supuesto, que aquel que sea sabio, domine al falto o escaso de razón:

*“Los que excedan a los demás en prudencia en ingenio...estos son, por naturaleza, los señores; por el contrario, los tardos y perezosos de entendimiento...son por naturaleza siervos”*⁵⁴

Dado que es ésta una ley natural y que por tanto no sólo es justa sino conveniente, reducir a los bárbaros o a los necios a la servidumbre tiene como fin el beneficio de los vencidos a través de su elevación moral y material. Sin embargo, ya que una ley natural “tiene en todas partes la misma fuerza y no depende de que agrade o no”⁵⁵ oponer resistencia a este orden, según Sepúlveda, obliga al sabio y al civilizado a hacer uso de la fuerza y a la violencia:

*“Parece que la guerra nace en cierto modo de la naturaleza, puesto que una parte de ella es el arte de la caza, del cual conviene usar no solamente contra las bestias, sino también contra aquellos hombres que, habiendo nacido para obedecer, rehúsan la servidumbre: tal guerra es justa por naturaleza”*⁵⁶.

Habiendo establecido el vínculo entre la capacidad cognitiva y la política, el siguiente paso será demostrar que los pueblos indígenas son cognitivamente inferiores respecto a los españoles. Pero dado que esto no parece ser tarea fácil, al menos sin un marco conceptual para jerarquizar las capacidades cognitivas y los conocimientos, Ginés de Sepúlveda encontrará nuevamente en Aristóteles el esquema para situar estas capacidades dentro de una cierta escala.

En su “Metafísica” Aristóteles había distinguido varios grados de conocimiento: En el estrato más bajo se encontraban los conocimientos que se adquieren mediante los sentidos, esto es, aquellas realidades que se nos presentan espontáneamente sin necesidad de esfuerzo intelectual. En el segundo estrato,

⁵³ Sepúlveda, Juan Ginés de. (1979). *Tratado sobre las Justas Causas de la Guerra contra los Indios*. México, Fondo De Cultura Económica, pp. 83

⁵⁴ Ibid Sepúlveda pag. 85

⁵⁵ Ibid. Sepúlveda pp. 67

⁵⁶ Ibid pp. 85

estaban los conocimientos que se alcanzan a través de la experiencia, es decir, mediante el cumulo de muchos recuerdos sobre una misma cosa y que al menos requieren de la intervención de la memoria. En seguida, está el conocimiento tecnológico o técnico cuya finalidad es aplicar la razón a la producción de objetos o dar solución a problemas prácticos. Por último, y en lo más alto, se encontraba la ciencia cuya finalidad era el conocimiento por el conocimiento y que, según Aristóteles, estaba integrada por disciplinas tales como la metafísica, la física y las matemáticas.

Así podemos observar cómo al retomar este mismo esquema de jerarquías de conocimiento y al abordar en su *Tratado* cada una de estas categorías por separado, Sepúlveda se siente en condiciones de comparar las capacidades intelectuales y los conocimientos de indios y españoles:

“Compara ahora estas dotes de prudencia e ingenio (de los españoles), con las que tienen estos hombrecillos (los indios) en los cuales apenas encontraras vestigios de humanidad; que no sólo no poseen ciencia alguna, sino que ni siquiera conocen las letras ni conservan ningún monumento de su historia sino cierta obscura y vaga reminiscencia de algunas cosas consignadas en ciertas pinturas”⁵⁷.

En este párrafo la escala aristotélica del conocimiento puede apreciarse en la frase “no sólo no poseen ciencia alguna, sino que ni siquiera...conservan ningún monumento de su historia”, situando así a la ciencia por encima de la experiencia.

En cuanto al conocimiento técnico, al igual que Aristóteles, Sepúlveda lo colocará por debajo de la ciencia recurriendo al mismo criterio de que el conocimiento adquirido por necesidad es inferior a aquel que es motivado por el puro placer intelectual: “Porque el tener casas y algún modo racional de vivir y alguna especie de comercio es cosa a que *la misma necesidad natural induce* y sólo sirve para probar que no son osos ni monos y que no carecen totalmente de razón.”⁵⁸ Sin embargo apartándose un poco de la ortodoxia aristotélica, Sepúlveda pone en duda que en las obras tecnológicas sea necesario que intervenga la razón: “Pues aunque algunos de ellos demuestren cierto ingenio para algunas obras de arteificio, no es éste argumento de prudencia humana, puesto que vemos a las bestias, y a las aves y a las arañas hacer obras que ninguna industria humana puede imitar cumplidamente.”⁵⁹

En suma ¿Cuáles son las capacidades cognitivas que Sepúlveda atribuye a los indios? Por principio, descarta sin más que los indígenas sean capaces de producir la obra intelectual más alta y que, según él, es la ciencia. En cuanto a la segunda capacidad cognitiva que le sigue en jerarquía, aunque Sepúlveda admite la capacidad de los indígenas para realizar obras tecnológicas, pone en duda que en éste caso medie la razón. En cuanto a la experiencia, Sepúlveda al referir que los indios sólo conservan cierta reminiscencia vaga de su historia y que no poseen los medios para llevar algún registro escrito de ésta, también niega que puedan recordar eventos importantes y generar conocimiento a partir de él. Con esto, la capacidad cognitiva de los indios parece reducirse según Sepúlveda a la mera capacidad sensorial y por tanto estos se encuentran más cercanos a los animales que a los propios seres humanos.

⁵⁷ Ibid. pp 105

⁵⁸ Ibid. pp. 109

⁵⁹ Ibid. pp. 109

Así, Sepúlveda sostiene lo que podríamos llamar una epistemología de la dominación en donde la distinción política que se hace entre “lo inferior” y “lo superior” es trasladada a las distintas formas y modos de conocimiento y de conocer. Estas formas y modos que en principio no deberían ser concebidas como antagónicas sino simplemente como diferentes e incluso, como complementarias y dependientes, son reagrupados en pares supuestamente opuestos; el conocimiento adquirido a través de la experiencia inmediata en contraposición a aquel que sólo se revela a través del esfuerzo intelectual, el conocimiento motivado por la necesidad en contraposición a aquel que se adquiere por el simple gusto de conocer, etc.

Más tarde esta epistemología seguirá siendo utilizada en los siglos venideros para justificar el dominio y el exterminio de muchos pueblos alrededor del mundo⁶⁰ y creará otras categorías tales como la distinción entre el conocimiento adquirido por “imitación” versus el conocimiento “original”, el conocimiento “local” versus el conocimiento universal y la distinción entre el conocimiento holístico versus el especializado. Estas dos últimas categorías, al conjuntarse, darán como resultado la rara distinción que se hace hoy en día entre los “saberes” de los grupos étnicos y el conocimiento “propiamente dicho”.

Ahora vayamos a la respuesta que a todo esto da Fray Bartolomé de las Casas. ¿Cuál será su postura ante todas estas afirmaciones? Y sobre todo ¿en dónde entra aquí el pensamiento republicano de Las Casas? Como vimos en la sección referente al republicanismo, uno de los valores que Habermas atribuye al republicanismo, es el de la solidaridad. Así, podríamos decir que Bartolomé de las Casas, al defender a los indios, evidentemente está tomando una postura de solidaridad con dichos pueblos y por tanto, también adoptando una postura republicana. Sin embargo, el concepto de solidaridad de Las Casas no parece ser el mismo que tiene en mente Habermas y que está relacionado con el valor político que establece formas de cooperación, ayuda mutua o acción colectiva. Tampoco parece ser el mismo concepto de solidaridad que se vincula con el de fraternidad⁶¹ (o al menos no totalmente), es decir, con aquel ideal de hermandad nacido de la tradición cristiana y más tarde adoptada por el iusnaturalismo donde se establece lazos emocionales y principios éticos entre todos los hombres por el simple hecho de pertenecer a una misma especie o por ser la creación de una misma divinidad. Esta forma de concebir la solidaridad parece ser original del republicanismo lascasiano y coincide muy bien con aquella que ha sido propuesta en el siglo XX por Boaventura de Sousa. Según esta última concepción, la solidaridad consiste en “elevar al otro de la condición de objeto a la de sujeto” a través del conocimiento y así, “como la solidaridad es una forma de conocimiento que se adquiere por la vía del reconocimiento del

⁶⁰ Por ejemplo, en el siglo XVII la recién fundada Royal Society emprendió una campaña para civilizar y cristianizar a los indígenas de Nueva Inglaterra. Al frente de esta campaña se encontraba el afamado científico Robert Boyle quien llamó a la aniquilación de los indios por sus “ridículas nociones acerca del funcionamiento de la naturaleza” y por ser “un impedimento desalentador para el imperio del hombre sobre las criaturas inferiores de dios.” Citado por Phillips, Peter W.B. and Onwuekwe Chika B (2007). *Accessing and Sharing the Benefits of the Genomics Revolution*. Springer, pp. 119

⁶¹ Como Spicker explica “La solidaridad se refiere a la misma clase de ideal que el de fraternidad –principalmente, obligaciones y apoyo mutuo entre las personas-. Los conceptos de solidaridad y fraternidad comparten el mismo compromiso de ayuda mutua y responsabilidad social”. Spicker, Paul. (2006). *Liberty, Equality and Fraternity*. Bristol, The Policy Press, pp. 130

otro, el otro sólo puede conocerse en tanto productor de conocimiento”⁶². Esta idea de solidaridad en Bartolomé de las Casas queda clara en el preámbulo de su “Apologética” cuando afirma que “la causa final de escribirla fue *conocer* todas y tan infinitas naciones [...] infamadas por algunos [...] publicando que no eran gentes de buena razón”. Así pues, de las Casas, aun siendo religioso, no se conformará con defender el trato de iguales y el respeto hacia los indios apelando únicamente a la ética cristiana; de algún modo reconoce que esta ética colgará del vacío si antes no se vence un vicio epistemológico de raíz: creer que se conoce al otro sin conocerlo realmente y llamar a estos prejuicios conocimiento. Más importante aún, el rechazo a estos prejuicios y el reconocimiento del otro como productor de conocimiento no se plantean como algo que deba ser aceptado a priori, es decir, como una cuestión puramente ética sino como algo que debe ser demostrado a través de la investigación científica.

Así, de las Casas no rehuirá en confrontar a Sepúlveda en su propia arena ni evadirá el problema de la racionalidad del indio mediante disertaciones filosóficas o teológicas: Si Sepúlveda quiere justificar la esclavitud de los indios apelando a la ciencia y a la técnica indígena, para de Las Casas queda claro que este último tema sólo puede tratarse si se disponen de los conocimientos suficientes para poder juzgarlo. El debate con Sepúlveda comienza entonces con dos cuestiones esenciales; la primera es acerca de la naturaleza de este conocimiento requerido y la segunda sobre si Sepúlveda, de hecho, lo posee o no:

“Como Dios privó al doctor Sepúlveda de la noticia de todo esto (sobre el entendimiento de los indígenas), quizá no será chico daño para su conciencia...que antes que comenzara a tratar de materia que no conocía, se informara de los siervos de Dios que en la conversión de aquellas gentes habían sudado muchas noches y días y no precipitarse dando crédito a los hombres mundanos...que le persuadieron a componer su tratado para justificar los latrocinios y robos y muertes que han hecho”.⁶³

Y sobre la fuente de donde Sepúlveda se basa para hacer sus afirmaciones y que provienen principalmente de Fernández de Oviedo de las Casas nos dice:

“poca filosofía estudió y menos experiencia dellos tuvo, ni de alguna lengua de todas estas Indias alcanzó noticia para conocer las malas inclinaciones que tenían, y júzgalos temerariamente de lo *que no pudo conocer sino por revelación divina o por conjeturas de mucha conversación* y de muchos tiempos con todas las gentes deste orbe habidas.”⁶⁴

Lo que los dos párrafos anterior nos muestra es cómo, al conceder mayor credibilidad a las gentes que “han sudado muchas noches y días” entre los indígenas, de las Casas considera que para poder tratar esta materia, se requiere de conocimiento empírico y por supuesto de fuentes confiables. Con esto, de

⁶² Sousa Santos, Boaventura de. (2003). *Crítica de la Razón Indolente. Contra el desperdicio de la Experiencia*. Bilbao, Editorial Desclée Brouwer, Volumen I, pp. 31

⁶³ Casas, Bartolomé de las. (2007). *Fray Bartolomé de Las Casas, disputa o controversia con Ginés de Sepúlveda conteniendo acerca de la licitud de las conquistas de las Indias*. Alicante, Biblioteca Virtual Miguel de Cervantes, pp. 114.

⁶⁴ Casas, Bartolomé de las. (2006). *Historia de las Indias*. Selección, edición y notas de José Miguel Martínez Torrejón. Alicante, Biblioteca Virtual Miguel de Cervantes, Libro III, Capítulo CXLV

las Casas estará abogando por un nuevo sistema de conocimiento cuyo punto de partida para dar cuenta de la realidad es la misma realidad y estará cuestionando fuertemente la legitimidad del sistema de conocimiento escolástico que Sepúlveda y su informante mantienen caracterizado por un método deductivo y apriorístico de conocer la realidad y por la creencia de que todo aquello que se puede conocer sobre ésta puede encontrarse interpretando a los filósofos de la antigüedad clásica. Como Barrera⁶⁵ explica este énfasis en el conocimiento empírico de Las Casas es el reflejo de una época marcada por la necesidad de información precisa acerca de las particularidades del Nuevo Mundo y por tratar de entender todos aquellos fenómenos que hasta entonces la filosofía medieval había eludido hacer frente atribuyéndoles propiedades ocultas sólo entendidas por dios. Este empirismo que se desarrolla en la época de Las Casas, tiempo después servirá como piedra angular para el surgimiento de la Revolución Científica.

Así, por medio de un trabajo etnográfico temprano basado en la observación empírica, y encaminado hacia el reconocimiento del otro como productor de conocimiento, de las Casas irá refutando una a una las afirmaciones hechas por Sepúlveda y su epistemología de la dominación.

A diferencia de cronistas como Sahagún, quien había negado que en la astronomía y las formas de computar el tiempo de los indígenas hubiese algo de ciencia porque “esta cuenta no la llevan por ningún orden natural, porque fue invención del demonio y arte de adivinación”⁶⁶, de las Casas reconoce en este conocimiento su base científica. A pesar de que no niega que la astronomía y el calendario indígena tienen una función ritual, de las Casas puede diferenciar entre estas prácticas de aquellas que corresponden a la observación directa de la naturaleza y a su interpretación racional. Así, sobre éste punto de las Casas nos dice: “Tenían gran cuenta del lucero que vemos al atardecer después de puesto el Sol...Desde que aquesta estrella o lucero puede verse hasta que se encubre, pasan doscientos y sesenta días” y “Había entre ellos maestros tan experimentados en el cómputo...(que) se juntaban con los astrólogos y filósofos a tratar y enmendar las cuentas de su calendario cuando sentían que andaban erradas”: Por consiguiente, de las Casas no duda en llamar a esta clase de sacerdotes “filósofos naturales” demostrando así la existencia de una ciencia indígena. Además, al destacar el carácter empírico del conocimiento indígena- que el mismo reconoce como esencial en su propio trabajo - y al mencionar que éste tiene un fin pragmático (el ritual), de las Casas de facto estará contradiciendo a Sepúlveda en su afirmación de que el signo distintivo de la ciencia es la intención de conocer por conocer.

En cuanto a las creaciones tecnológicas indígenas, de las Casas ocupará gran tiempo describiendo con sumo detalle cada una de ellas; desde la arquitectura y las obras hidráulicas hasta las técnicas agrícolas y lo que él llama “artes mecánicas”. Sobre éste último punto y su relación con la racionalidad de las Casas nos dice “Pues si los efectos son testigos de las causas...y todas las admirables obras que arriba hemos referido haber hecho y hacer estos indios, no pueden ser hechas ni aun imaginadas sin grande y

⁶⁵ Barrera Osorio Antonio (2009). “Experiencia y Empirismo en el Siglo XVI: Reportes y Cosas del Nuevo Mundo”. *Memoria y Sociedad*. Vol. 13, no. 27, pp. 13-25. Julio-Diciembre.

⁶⁶ Fray Bernardino de Sahagún citado por Florescano, Enrique (2002). *Historia de las Historias de la Nación Mexicana*. Taurus, pp. 205

admirable ingenio y juicio. Luego ninguno que tenga sesos podrá osar pensar, cuanto menos boquear [hablar sin discreción o con insensatez] que estas gentes todas no sean ingeniosísimas y de grandes y señalados entendimientos, porque manifiesto es solerse decir por esta causa que la obra alaba al oficial o maestro.”

Sobre el conocimiento adquirido a través de la experiencia que, como ya hemos dicho depende en mucho de la memoria, de las Casas refutará a Sepúlveda no sólo mostrando que sus informes sobre la carencia de un registro escrito son falsos, sino también que sus mismas fuentes (que como hemos dicho provienen de Oviedo) confirman la capacidad de los indios para recordar los eventos más importantes a través de la tradición oral: “Solo esto queremos añadir para... (dar) argumento de razón; dar noticias de las letras y libros que aquestas gentes tenían por donde también se gobernaban. Había pues, cinco libros de figuras y caracteres por las cuales, como nosotros por nuestras letras, entendían, y por las figuras de los animales, los egipcianos. El primero contenía la historia y cuenta de los tiempos y de los años.”⁶⁷

“Dice (Oviedo) más que son de poca memoria, y en esto yerra como en todo lo demás que ha dicho, y él se contradice, antes se tiene por notorio tener todos los indios inmortal memoria, como la tenían de las cosas que muchos años pasaron, como si las tuviesen por escrito, y desto al mismo Oviedo pongo por testigo, que dice en el capítulo 1 del libro V, que la manera de cantar los Indios «era una historia o acuerdo de las cosas pasadas, así de guerras como de paces, porque por la continuación de tales cantares no se les olvidan las hazañas y acaecimientos que han pasado; y estos cantares les quedan en la memoria en lugar de los libros de su acuerdo».”⁶⁸

Por último, aunque Sepúlveda deja intocado el capítulo referente al conocimiento que se adquiere a través de los sentidos y que por tanto depende de que tan buenos sean estos, de Las Casas no dejará algún resquicio por donde se pueda filtrar la duda sobre la racionalidad indígena:

“que de todas estas gentes...tienen los sentidos exteriores e interiores, según natura, no sólo buenos, pero por excelencia buenos, y así, muy mejores que otras muchas naciones; de donde se sigue necesariamente ser de buenos entendimientos, y desto tuvo harto ayuno Gonzalo Fernández de Oviedo, que nunca trató con los indios, ni se ocupó por un momento en cosa que a los indios conviniese, sino en mandallos y servirse dellos como de bestias”.

De cierta forma, de Las Casas no solo será revolucionario por su empirismo, sino también, por su forma de concebir a la ciencia. Es interesante observar cómo, al hablar acerca de los calendarios, de las Casas menciona que como la comunidad de astrónomos y matemáticos indígenas “no habían caído en las seis horas que sobran cada año... no podían sino en sus años errar”. Y así como también “muchos filósofos que hobo que en toda facultad erraron” y que no habían ido “a oír Matemáticas y Astronomía en las escuelas de Atenas, ciencia o opinión natural acerca de los cuerpos celestiales” los astrónomos

⁶⁷ Las Casas, Bartolomé de. Antología de la “Apologética Historia Sumaria” en O’Gorman, Edmundo (1966) *Los Indios de México y Nueva España*. Editorial Porrúa, México, pp. 189

⁶⁸ Casas, Bartolomé de las. (2006). *Historia de las Indias*. Selección, edición y notas de José Miguel Martínez Torrejón. Alicante, Biblioteca Virtual Miguel de Cervantes, Libro III, Capítulo CXLV

indígenas bien se podían comparar “con los romanos” y “a no pocas (gentes) que hobo en el mundo, sobrepujar.”

De este párrafo podemos extraer varias conclusiones: primero, de las Casas considera que quienes finalmente resolvieron el problema del calendario fueron los griegos. Sin embargo, no por esto de las Casas considera que los griegos hayan sido los únicos en tener ciencia, es decir, para él, que una actividad sea considerada como ciencia, no depende totalmente del valor de verdad de los conocimientos que esta actividad produce. Entonces, si el valor de verdad no es el signo distintivo de la ciencia ¿Qué lo es? Como podemos observar también en este breve párrafo, de las Casas menciona al menos en tres ocasiones grupos de personas reunidas para discutir acerca del mundo natural (la escuela de Atenas, los astrónomos y matemáticos indígenas y algunas otras facultades de filósofos). Así, en la concepción lascasiana, lo que parece ser el carácter definitorio de la ciencia es una metodología relacionada a su carácter colectivo la cual permite que ideas, ya sean viejas o nuevas, puedan ser transmitidas para eventuales críticas, corroboraciones, pruebas o adiciones posteriores. Según algunos sociólogos de la ciencia como Restivo⁶⁹, el reconocimiento de esta metodología fue fundamental para la Revolución Científica del siglo XVII y para la institucionalización de la ciencia. También, dicho reconocimiento permitió la creación de las primeras sociedades científicas en Europa entre ellas la Royal Society fundada en Inglaterra en 1660 y la Accademia del Cimento, fundada en Florencia en el año de 1657. Esta última academia tenía como lema “Provando e riprovando” que puede ser traducido como “tratando y volviendo a tratar” pero también como “Ensayo y error”. Al igual que en de las Casas dicho lema más que reflejar una concepción de la ciencia como un conjunto de verdades acabadas que deben ser aceptadas dogmáticamente, evidencia el espíritu de búsqueda científico en el cual admitir la posibilidad de error es fundamental.

Por último, hemos dicho que de las Casas utilizó su etnografía como una forma de solidaridad. Sin embargo esto no quiere decir que la etnografía por si misma o ninguna otra disciplina científica encaminada a develar el conocimiento acumulado por otros pueblos conlleven automáticamente hacia el reconocimiento de estos como productores de conocimiento y menos aún hacia el reconocimiento de sus derechos. Por el contrario, a lo largo de la historia los estudios etnográficos, antropológicos y sociales serán puestos al servicio de intereses de dominación y poder.

Es relativamente fácil ver que de todo esto, de las Casas estuvo plenamente consciente pues sabía que, al igual que él, otros personajes como el mismo Oviedo estaban realizando estudios sobre la naturaleza y los grupos étnicos del Nuevo Mundo y que dichos estudios e informes estaban basados en gran parte en el conocimiento que los propios indígenas reportaban. También sabía que, en la mayoría de los casos, dichos estudios y reportes estaban encaminados a llevar un registro detallado sobre las riquezas naturales que podrían ser explotadas y para facilitar la conquista de América. De ahí precisamente que de las Casas reprochara a Oviedo que nunca se ocupó de cosas que a los indígenas conviniesen sino sólo de servirse de ellos y mandarlos.

⁶⁹ Restivo Sal P. (1994). *Science, Society and Value: Toward a Sociology of Objectivity*. Bethlehem, PA, Lehigh University Press, pp. 34.

Así de las Casas no parece ser ingenuo en el sentido de que, como Platón, pensó que el conocimiento conduce inevitablemente hacia el bien. Si bien es cierto que su idea de solidaridad implica una dualidad que podríamos llamar epistémico-ética (pues busca elevar al otro a través del conocimiento) esta dualidad no puede ser relacionada con la idea de que el mal es causado por la ignorancia sino, más bien, con la idea de que el conocimiento debe ser guiado por criterios tanto epistémicos como extra-epistémicos. A estos últimos criterios Otto Neurath los denominó “motivos auxiliares de la ciencia” y como Velasco explica son consideraciones fundamentales “para el desarrollo racional de la ciencia”, es decir, “para que la ciencia no solamente sea epistémicamente racional sino también social y políticamente racional.”⁷⁰

1.6 Ciencia y democracia liberal

Desde sus inicios, la tradición liberal ha sido seducida por la idea de que la ciencia puede ser utilizada como instrumento político y como reguladora de las relaciones entre los individuos. Por ello, se han establecido ideas bien definidas sobre la relación entre ciencia y democracia liberal.

Yaron Ezrahi⁷¹ distingue tres concepciones básicas de democracia liberal. En la primera, la democracia se construye a través de la interacción de agentes libres y egoístas. Dichas interacciones dan como resultado (aunque involuntariamente) un cierto orden que es de interés público. En la segunda concepción, se considera que los agentes libres pueden llegar al consenso y generar mayorías mediante el aprendizaje y la persuasión racional. En la tercera concepción, el orden no es generado a través de la ilustración pública sino a través de las acciones de una elite ilustrada que debe rendir cuentas sobre sus decisiones a los demás.

En todos estos casos la ciencia juega una función de regulación social. En la primera concepción, la ciencia sirve para asegurar que las interacciones espontáneas entre individuos y el ejercicio de su libertad no lleven al caos. El Estado utiliza a la ciencia como un recurso retórico para justificar la libertad de los individuos y a su vez para restringir su propia intervención apelando a motivos “naturales”:

*"The latent political function of science in this context stresses the classical ideal of contemplative knowledge as a mirror of necessary natural truths. As such, however, it provides the basis for rationalizing freedom as an element not only compatible with but in some respects even inherent in the extension of natural regularities to the social sphere. In this view, it is when human action is not subject to artificial constraints that the lawfulness which upholds the social and political order is revealed"*⁷²

⁷⁰ Velasco Gómez, Ambrosio (2010). “El Espacio Controversial de la Filosofía de las Ciencias Sociales” en Oscar Nudler editor, *Filosofía de la Filosofía. Enciclopedia Iberoamericana de Filosofía*, Vol.31. Editorial Trotta CSIC, Madrid, pp. 381

⁷¹ Ezrahi, Yaron (1990). *The descent of Icarus: science and the transformation of contemporary democracy*. Cambridge, Mass. Harvard University Press, pp.21

⁷² Ibid Ezrahi, pp. 21

En la segunda concepción, la ciencia es utilizada como un método a través del cual una comunidad de individuos libres y racionales pueden generar conocimiento objetivo y establecer verdades para establecer consensos. A su vez sirve como una limitación autorizada sobre todos los actores:

“Here the principal function of science is seen not as providing the constitutive metaphor of order as involuntary mechanical equilibrium but as exemplifying the method through which a community of free, rational individuals can generate objective knowledge and define truths which are in turn established as authoritative constraints on all rational speakers and actors.”⁷³

En la tercera concepción la ciencia sirve para presentar y justificar las acciones centralizadas de quienes detentan el poder como acciones técnico-instrumentales y por tanto como públicas y responsables.

1.6.1 Los problemas actuales de la ciencia en las democracias liberales

Actualmente, el tipo de democracia que ha predominado a nivel mundial es el de la democracia liberal y con ella también la idea de la ciencia como una especie de orden superior, capaz de regular y dirigir las acciones y preferencias de las personas a través de la ilustración pública. La gran ilusión que subyace en esta visión es que mediante la ciencia, las sociedades pueden escapar a los conflictos y liberarse de juicios peligrosamente arbitrarios provocados por valores morales, políticos o culturales. Al ser remplazada cualquier agenda ideológica o política por la racionalidad científico-técnica, la vida política y social se despolitizará y se acercará más al ideal de una comunidad científica donde las disputas son resueltas haciendo referencia a hechos y no a opiniones o valores.⁷⁴

La noción liberal de la ciencia ha tenido repercusiones en casi todos los ámbitos de la vida, tanto en lo público como en lo privado, desde cómo la ciencia es utilizada para regular los acuerdos comerciales, las disposiciones sobre riesgo ambiental, el uso de la tierra, la salud, hasta cómo la ciencia es presentada y comunicada públicamente.

Irónicamente, la preeminencia que el liberalismo ha otorgado a la ciencia sobre los valores sociales, culturales o políticos, lejos de evitar conflictos, ha contribuido a exacerbarlos. Esto también ha originado que en algunos casos esta preeminencia sea vista como un debilitamiento de las facultades democráticas de los pueblos.

Tomemos por ejemplo el acuerdo sobre Medidas Sanitarias y Fitosanitarias de la Organización Mundial de Comercio (SPS Agreement, por sus siglas en inglés), firmado en 1994. Este acuerdo establece que todos los países socios deben adoptar los mismos estándares internacionales de evaluación de riesgo, basados en principios y evidencias científicas. También establece que la única razón para restringir el comercio de un producto es cuando se demuestre que éste no cumple con los estándares de evaluación científica. Cualquier otra distinción que se haga para restringir el comercio de algún producto, es

⁷³ Ibid, pp. 22

⁷⁴ Aunque para muchos científicos esta idea puede resultar atractiva, debemos recordar que “este desarrollo enfrenta a la ciencia con la desagradable tarea de hacerse política, de reconocer la consciencia científica como consciencia política y la empresa científica como una empresa política.” Marcuse, Herbert (1987). *El hombre unidimensional*, Barcelona, Editorial Ariel, pp. 261.

considerada como una medida arbitraria e injustificada (un acto de “discriminación” según el acta). El o los países que rechacen su comercio serán acreedores de una sanción. El convenio presupone que los destinatarios finales de los productos- los consumidores-, deben ajustar sus preferencias a los estándares científicos, dejando fuera cualquier otra consideración. Por ejemplo, si un producto ha sido producido bajo condiciones de explotación laboral, de incumplimiento de normas elementales de bienestar animal, de la dependencia económica que el comercio de especies con genes patentados puede traer, de las “aversiones” culturales⁷⁵ hacia el consumo de ciertos productos, o de la injerencia sobre el nivel de protección a la salud y al ambiente determinado por una nación -como en el caso de la controversia sobre el comercio de carne tratada con hormonas entre la Unión Europea y los Estados Unidos⁷⁶.

En muchos casos las consecuencias de este tipo de acuerdos han sido vistas como una violación a la soberanía de las naciones. Además, se percibe como una violación hacia el derecho a la información, al no permitir que los países proporcionen información que pueda ser utilizada por los consumidores para tomar decisiones que no se apeguen estrictamente a las consideraciones científicas estipuladas, e incluso que los consumidores resuelvan su uso o no, cuando no existe consenso entre los mismos científicos sobre el riesgo de los productos.

Por otra parte, el papel protagónico de la ciencia y la tecnología ha generado un extraño quiebre entre por una parte las culturas y por otra los conocimientos y artefactos que en ellas se producen. Tradicionalmente la producción de conocimiento y de tecnología se encontraba subordinada a las necesidades y aspiraciones -prácticas e intelectuales- de los grupos culturales. Hoy en día, como lo muestran diversos estudios, la situación parece haberse invertido y son la ciencia y la tecnología quienes, en gran medida, dictan el rumbo y la forma de vida de las sociedades. Por ejemplo, en un estudio sobre la percepción pública de las biotecnologías agrícolas, realizado en 5 países europeos a petición de la Comisión Europea,⁷⁷ se encontró que más allá de las preocupaciones específicas que los grupos focales expresaban sobre dichas tecnologías, una inquietud que todos manifestaron fue sobre el

⁷⁵ La “aversión” puede estar fundada en razones religiosas, éticas, históricas o en la tolerancia de una cultura a ciertos riesgos. Por ejemplo, para los musulmanes y los judíos la carne de cerdo y la sangre de cualquier animal están prohibidas por cuestiones religiosas. En Occidente, donde los perros son considerados como mascotas, el consumo de su carne resulta éticamente ofensivo. En cuanto a las razones históricas, como Jasanoff señala, el gran rechazo de los alemanes hacia la biotecnología y a cualquier producto derivado de ella en la década de los años ochenta del siglo XX, fue resultado de la oposición hacia la ciencia patrocinada por el Estado y el miedo hacia una experimentación genética incontrolada, ambas practicadas negativamente en la era nazi. Por último, en cuanto a la tolerancia cultural hacia ciertos riesgos un caso ilustrativo son algunos quesos franceses. Durante siglos los franceses han producido y consumido quesos a base de leche sin pasteurizar. Aunque los franceses saben que dichos quesos pueden contaminarse con bacterias patógenas como la salmonella o la listeria, su experiencia es que si se toman medidas de higiene en la producción, este riesgo puede evitarse; además, para el gusto francés, la pasteurización produce quesos mediocres. En cambio, para los estadounidenses el queso sin pasteurizar es muy riesgoso y prefieren evitar su consumo. Para este tema y la cita de Jasanoff ver: Epps, Tracy (2008). *International Trade and Health Protection: A Critical Assessment of the WTO's SPS Agreement*. Edward Elgar Publishing, pp.44

⁷⁶ Ver por ejemplo Howse, Robert. (2000). “Democracy, science, and free trade: Risk regulation on trial at the World Trade Organization”. *Michigan Law Review*, 98(7), 2329-2357.

⁷⁷ Marris, Clair, Wynne, Brian et al. (2001) “Public perceptions of agricultural biotechnologies in Europe. Final Report of de PABE Research Project”. http://csec.lancs.ac.uk/archive/pabe/docs/pabe_finalreport.pdf

acelerado ritmo de la investigación científica y la innovación tecnológica; y sobre cómo estos rápidos cambios estaban afectando sus vidas. Los participantes expresaron un sentimiento de desorientación cultural y una alteración en su forma de vida producto de las transformaciones científicas y técnicas. También manifestaron su inquietud sobre el tipo de evolución social que esta relación provoca y que, a su juicio, va en una sólo dirección (uniforme, impulsada por la competencia comercial, empobrecida en cuanto a las relaciones sociales, etc.). Un ejemplo claro de esta idea fue su opinión sobre los organismos genéticamente modificados, que según ellos representan la cristalización de una visión particular del mundo y de un estilo de vida con el que no están del todo de acuerdo. Esta preocupación se magnifica por la sensación de que los ciudadanos comunes no tienen los medios para influir en la trayectoria que marcan estos cambios.

En el caso de México, la “Encuesta Nacional sobre la Percepción Pública de la Ciencia 2009” (amén de sus diferencias metodológicas), arrojó resultados similares. Por ejemplo, el 82.69 % de las personas entrevistadas dijo estar de acuerdo con la frase “la aplicación de la ciencia hace que nuestro modo de vida cambie demasiado rápido” y el 57.09 % aceptó que “el desarrollo tecnológico origina una manera de vivir artificial y deshumanizada”.

Lo que resulta preocupante de estos resultados es que, cuando en una sociedad los individuos no poseen la capacidad de definir y construir colectivamente su futuro y sus intereses son sacrificados en nombre de ideas que se presentan como superiores e incuestionables, no sólo nos habla de una democracia débil donde el derecho inalienable a la autodeterminación no es reconocido, sino también de una situación que podríamos llamar totalitaria. Este autoritarismo del saber apoyado en una especie de determinismo tecno-científico, es decir en la idea de que los desarrollos científicos y tecnológicos determinan los cambios sociales y que dichos desarrollos se traducen inevitablemente en mejoras sociales, presupone que los fines que persiguen los científicos y los tecnólogos deben ser los mismos que los de la totalidad social. Esta visión que es correlativa a una visión unívoca del desarrollo y el progreso, se apega muy bien al corazón mismo del liberalismo. Como Velasco señala, el liberalismo supone que “el representante se asemeja más a un tutor que conoce mejor que sus representados cuáles son sus verdaderos intereses y sobre todo, cómo puede conciliar intereses distintos de tal manera que promuevan el bien común.”⁷⁸ Así, podemos decir que el liberalismo divide a la humanidad en dos clases: una conformada por una mayoría de individuos incapaces de plantearse metas fuera de los límites de sus propios intereses y otra, conformada por una elite que determina el propósito de la existencia de los demás.

En cuanto a los países del tercer mundo, las políticas de desarrollo -tanto internacionales como nacionales- han estado enfocadas en aumentar el crecimiento y la competitividad económica a través de la innovación científica y tecnológica. Para ello se ha requerido no sólo de la modernización de los sistemas productivos, sino también de la creación de un “capital humano” capaz de desarrollar la ciencia y la tecnología que detonarán el desarrollo económico. Como Zajda⁷⁹ explica, en estos países las culturas nativas han sido vistas como contrarias a la ciencia e incapaces de catalizar por ellas mismas el deseado

⁷⁸ Velasco Gómez, Ambrosio. (2006). *Republicanism and Multiculturalism*. México, Siglo XXI editores, pp. 48

⁷⁹ Zajda, Joseph (2001). *Education and Society*. Australia, James Nicholas Publishers, pp. 31

progreso. Por ello, para crear un capital humano efectivo y en general, una sociedad que apoye y vaya acorde con los tiempos del progreso, se debe crear una matriz cultural que los sustente, misma que debe hacerse “superando” las formas culturales locales y emulando otras que proceden principalmente de la cultura occidental.

Bajo la premisa de que la ciencia es y ha sido un fenómeno puramente occidental, este proceso no sólo ha implicado el dominio cultural de cientos de grupos humanos mediante la jerarquización de los saberes sino también un alto grado de homogeneidad cultural⁸⁰ a nivel mundial. Como de Sousa sostiene, en las políticas internacionales de desarrollo “es el paradigma de Sepúlveda el que prevalece todavía hoy marcando la posición occidental sobre los pueblos amerindios y africanos. Expulsada de las declaraciones universales y de los discursos oficiales es, sin embargo, la posición que domina las conversaciones privadas de los agentes de occidente en el Tercer Mundo, ya sean embajadores, funcionarios de la ONU, del Banco Mundial o del Fondo Monetario Internacional, empresarios, etc. Es ese discurso privado sobre negros e indios lo que moviliza subterráneamente los proyectos de desarrollo después embellecido públicamente con declaraciones de solidaridad y derechos humanos”.⁸¹

Así, mediante políticas de desarrollo que confunden la universalidad de los enunciados de la ciencia con la muy cuestionable universalidad de los beneficios de sus aplicaciones y de sus metas, el liberalismo cumple con otro de sus objetivos: lograr la homogeneidad cultural. Sin embargo, este objetivo del liberalismo evidentemente contradice el artículo cuarto de la “Declaración Universal sobre la Diversidad Cultural” aprobada por la Conferencia General de la UNESCO donde se indica que “La defensa de la diversidad cultural es un imperativo ético, inseparable del respeto a la dignidad de la persona humana.

⁸⁰ Debido a que existe una clara correlación entre la diversidad lingüística y la diversidad cultural, uno de los parámetros aceptados para medir la diversidad cultural es a través del número de lenguas habladas en el mundo. Se calcula que actualmente existen entre 5,000 y 6,700 lenguas en todo el mundo y que tan sólo el 5% de éstas son habladas por 94% de la población mundial. Este dato nos da una buena idea sobre el grado de homogeneidad cultural que actualmente vivimos.

Por otra parte, el lingüista Michael Kraus estima que, a la vuelta del siglo, habrán desaparecido el 90% de las lenguas que actualmente existen. En una estimación más optimista, Nettle y Romaine consideran que “sólo” habrá desaparecido el 50%. Sea como sea, esta estimación nos da idea de la gravedad del problema de la pérdida de diversidad cultural. Nettle Daniel, Merton, Suzanne Romaine (2000). *Vanishing Voices : The Extinction of the World's Languages*. New York, NY, Oxford University Press, pp.7

Por otra parte, dentro de los factores que se reportan en la literatura como causas de la pérdida de la diversidad cultural se encuentra la asociación entre la cultura de un pueblo con el poder y el prestigio social de los individuos que la conforman. Sí las personas de una cultura poseen poder y prestigio social, su cultura también gozará de estos atributos. Por el contrario, si las personas de una cierta cultura se encuentran socialmente desfavorecidas, son pobres o marginadas, a su cultura le serán atribuidas estas desventajas sus miembros serán mucho más propensos a distanciarse de ella asimilándose a otra con mejor “reputación” en busca de solucionar sus carencias. Así, cuando la ciencia se presenta como un fenómeno puramente occidental y a su ausencia o presencia dentro de una cultura se le atribuye la diferencia entre el tener riqueza y poder o no, la ciencia se convierte en el principal medio para hacer apología de las estructuras sociales y los valores occidentales, olvidando que en dicha diferencia también se encuentran otros factores históricos y políticos como el colonialismo, el desplazamiento de los pueblos de sus territorios originales, la persecución y el expolio, el genocidio y otras clases de violencia.

⁸¹ Sousa Santos, Boaventura de (2009). *Una Epistemología del Sur: La Reinención del Conocimiento y la Emancipación Social*. México, Editorial Siglo XXI/ CLACSO, pp. 221

Ella supone el compromiso de respetar los derechos humanos y las libertades fundamentales, en particular los derechos de las personas que pertenecen a minorías y los de los pueblos indígenas...”

Por otra parte, la jerarquización de los saberes ha traído serias contradicciones entre la investigación científica y la imagen pública de la ciencia (imagen que se logra principalmente a través de los sistemas educativos y la divulgación de la ciencia). Como la UNESCO señala: “las sociedades tradicionales han cultivado y perfeccionado sus propios sistemas de conocimiento en relación a temas tan diversos como la astronomía, geología, meteorología, botánica, ecología, agricultura, fisiología, psicología y la salud⁸². Además de la riqueza incommensurable que estos sistemas de conocimiento significan, dichos conocimientos constituyen una reserva que la ciencia moderna aun ignora...[por ello] se deben tomar medidas especiales para conservar y cultivar ese patrimonio mundial diverso y frágil, frente a la mundialización y la creciente preponderancia de un único punto de vista sobre el mundo natural, como es el que defiende la ciencia”⁸³. Lo que muestra esto, es que la jerarquización irreflexiva de los saberes ha puesto a la ciencia ante la disyuntiva de o bien conservar su papel de conocimiento hegemónico o bien renunciar a su espíritu inquisitivo destruyendo aquellas fuentes de conocimiento que aún ignora.

En cuanto a la comunicación pública de la ciencia, algunos teóricos de esta área, siendo consistentes con la visión liberal, han interpretado el escepticismo público al dominio cultural de la ciencia como una falta de alfabetismo científico y asumen que a través de la ilustración pública y la persuasión racional, las personas acabarán aceptando gustosamente todo aquello que las comunidades científicas proponen. Lo que esto produce, es un estilo de comunicación de la ciencia que no busca establecer alianzas entre las comunidades científicas y el resto de la sociedad, sino que a través de mostrar a los científicos como hombres superdotados, se busca la subordinación de la sociedad. La imagen de la ciencia que se presenta ante el público es una imagen sesgada y auto-congratulatoria que no ha permitido llevar a cabo una evaluación pública y transparente sobre los impactos positivos y negativos de los avances científicos y tecnológicos. La carencia de esta evaluación por supuesto se contrapone tanto con la

⁸² En efecto, como Cox señala, el curso mismo de la medicina moderna pudo haber sido muy distinto si la ciencia occidental no hubiese comenzado a estudiar un número importante de moléculas bioactivas como resultado de los estudios de los sistemas de conocimiento tradicionales. La tubocurarine, por ejemplo, un potente relajante muscular que facilita las operaciones a corazón abierto, fue descubierto a partir del curare, un veneno que los indígenas de Sudamérica utilizan para cazar. La vincristina y la vinblastina utilizadas para tratar ciertos tipos de cáncer como la leucemia y el cáncer mama, fueron aisladas de una planta (la *Catharanthus roseus*) utilizada en la medicina tradicional de Madagascar. La reserpina, la medicina más utilizada hasta hace unos años para tratar la hipertensión arterial, ha sido utilizada durante milenios en la medicina tradicional de la India y la prostratina, un potente antiviral que actualmente se encuentra en investigación por su habilidad de eliminar al virus del VIH en su estado latente-lo que no se consigue con otros antiretrovirales- ha sido extraída del árbol *Homolanthus nutans* usado en Samoa por los curanderos locales. Además, como Fabricant y Farnsworth indica, de los 122 fármacos que aún hoy se derivan de plantas y que son utilizados a nivel mundial en la medicina alópata, cerca del 80% fueron identificados a partir del estudio de medicinas tradicionales donde tienen un uso idéntico o relacionado al que se les da en la medicina occidental.

Cox, Paul Alan. (2000). “Will Tribal Knowledge Survive the Millennium?” *Science*, Vol. 287, Issue 5450, 44-45, 7 January.

Fabricant Daniel S, and Farnsworth Norman R. (2001) “The Value of Plants Used in Traditional Medicine for Drug Discovery”. *Environmental Health Perspectives*. Vol. 109. Supplement 1. March, pp. 69

⁸³ UNESCO (1999) “Introductory Note to the Science Agenda: Framework for Action” Version 15/06/1999 http://www.unesco.org/science/wcs/eng/intro_framework.htm#3.4

rendición de cuentas (supuesta por la democracia liberal) como con la misma idea de persuasión racional.

Por otra parte, cuando algún intento se ha hecho para llevar a cabo una reflexión pública sobre el impacto de las aplicaciones científicas y tecnológicas, las reacciones airadas y los calificativos de “anti-ciencia” o “anti-científico” no se han hecho esperar. Por ejemplo, en el año de 1994 fue abierta al público la exposición “Science in American Life” en el Museo Smithsonian de Historia Americana. Usando alrededor de dos docenas de casos de estudio que comprendían un periodo que iba desde 1876 hasta el presente, esta exposición exploraba intersecciones críticas entre la ciencia, la tecnología y la sociedad. Incluía temas tales como el uso de la psicología experimental y los test de inteligencia, la movilización de la ciencia en la segunda guerra mundial y el proyecto Manhattan, el intento de controlar y mejorar la naturaleza a través de la invención de nuevos materiales y procesos (como los plásticos o la energía nuclear), la píldora anticonceptiva, las nuevas fronteras de la biotecnología, etc. Tan pronto como la exposición fue abierta, los llamados hacia la censura y las descalificaciones comenzaron. Paul Walter, presidente de la American Chemical Society (ACS por sus siglas en inglés), escribió a los funcionarios del Smithsonian para demandar que la exposición fuese modificada ya que partes de ésta “demostraban una tendencia a revisar y reescribir la historia de una manera políticamente correcta”⁸⁴. La American Physics Society acusó a la exposición en la revista Nature de “omitir importantes logros tales como el programa espacial y la invención del transistor, de culpar a la ciencia por los problemas ambientales y sociales y de ser “políticamente correcta” con el énfasis puesto en la sub-representación de las mujeres y las minorías étnicas en la ciencia”⁸⁵. Por su parte, Marvin Lang, un químico quien colaboró como asesor de la exposición, acusó a la exposición de estar fuertemente influenciada por “científicos sociales y pseudocientíficos que no tienen idea de cómo funciona la ciencia”.

Hay otra influencia que ha tenido el liberalismo sobre la comunicación pública de la ciencia importante de señalar. Como hemos dicho antes, el liberalismo sostiene que el orden “natural” de la sociedad está constituido por una red conformada por intereses privados que funcionan bajo la estructura de mercado. Como Manent y Seigel⁸⁶ indican, con el liberalismo, la economía –íntimamente relacionada con la ciencia- tiende a convertirse en la arena de la actividad humana por excelencia. Cuando miramos las razones que algunos teóricos de la comunicación pública de la ciencia ofrecen para justificar el alfabetismo científico, nos encontramos que estas son básicamente económicas convirtiendo así directa o indirectamente a los divulgadores de la ciencia en promotores de ciertos modelos económicos⁸⁷.

⁸⁴ Macilwain, Colin. (1995). “Now Chemists hit at Smithsonian’s “Anti-Science” Exhibits”. *Nature*, Vol.374, pp. 752. April 27

⁸⁵ Macilwain, Colin. (1995). “Smithsonian Heeds Physicists Complains”. *Nature*, Vol. 374, 16 March, pp. 207

⁸⁶ Manent, Pierre and Jerrold Seigel. (1996). *An Intellectual History of Liberalism*. Princeton, NJ, Princeton University Press, pp. 47

⁸⁷ Por ejemplo, Laugksch ha recolectado algunas de las principales razones que se citan en la literatura sobre el porqué es necesario el alfabetismo científico. Dentro de esta lista, la primera razón tiene que ver con la conexión entre el alfabetismo científico y el bienestar económico de las naciones. Sin embargo el bienestar económico se entiende que será alcanzado de acuerdo a un modelo económico neoliberal (enfocado en la macroeconomía y en el proceso de globalización). “*It is argued that national wealth depends on competing successfully in international markets. International competitiveness in turn relies inter alia upon a vigorous national research and development*

Braun señala, en el mismo sentido, que la creciente tendencia hacia la privatización de la investigación científica, influenciada por la idea de las economías del conocimiento, ha requerido de profesionales en marketing y de modelos de negocios que han cambiado la forma en que la ciencia es comunicada. La lógica del marketing, el uso de la publicidad y de las relaciones públicas se han extendido hacia el conocimiento y las ideas científicas. Por ello Bauer⁸⁸ se pregunta *“How will the public sustain a critical conversation when scientific information is leaning heavily towards advertising, strategic public relations and propaganda in the service of private interests?”* y concluye: *“While the evidence on scientific misconduct is not conclusive, the proliferation of hype and “bullshit” in science communication is evident and worrying”*⁸⁹.

Ante esto, podríamos decir que los problemas actuales que enfrentan las democracias no se deben a los dictados intrínsecos de la ciencia, sino a la subordinación de ésta a intereses económicos o políticos. Sin embargo, debido a un largo proceso histórico que fue guiado por construcciones filosóficas, políticas y económicas, es muy difícil discernir dónde comienza el ámbito científico y dónde el político y el económico. En esta construcción la ciencia se ha convertido en el correlato del progreso económico, sea como sustento de ideas o como ejemplo de un desarrollo lineal de mejoras acumuladas. Lo mismo sucede en los ámbitos educativos en los que la enseñanza de la ciencia se presenta como un elemento universal, ocultando su fondo político y económico. De esta manera, se garantiza una forma de organización social definiendo los espacios que sus distintos miembros deben ocupar. Un ejemplo de ello es, el sistema de educación por competencias, hecho en función de las necesidades técnicas del mercado de la mano de obra.

Hasta aquí hemos tratado de ofrecer un panorama más o menos general sobre cómo se relacionan tres de los modelos de democracia con la ciencia y cuáles son los problemas que dichas relaciones arrojan particularmente en el caso particular de la democracia liberal. En cuanto a éste último punto, debemos reconocer que los problemas que trae consigo la relación entre ciencia y democracia liberal son demasiado serios como para no tomarlos en cuenta pues afecta temas tan sensibles como son los derechos humanos. También hemos visto cómo la comunicación pública de la ciencia (CPC) al ser un área que se inserta -y trata de mediar- entre las dinámicas sociales y el ámbito científico, ha heredado muchos de los preceptos de la democracia dominante y en cierta forma ha ayudado a perpetuar los

program in order, first, to capture o maintain ground on the worldwide race for new high-technology products in the case of developed countries and second, to exploit smaller niche markets in the case of developing countries.”
Laugksch, R. C. (2000). “Scientific literacy: A conceptual overview”. *Science Education*, Vol.84, no.1, pp.71-94.

⁸⁸ Bauer Martin W. (2008) “Paradigm Change in Science Communication: Commercial Science needs a Critical Public” en Cheng, D. et al. (eds). *Communicating Science in Social Contexts: New Models, New Practices*. Springer, pp. 13

⁸⁹ Aunque podríamos pensar que esta tendencia en la comunicación pública de la ciencia sólo afecta a los países industrializados, lo cierto es que dichas modas comienzan a llegar también a los países en vías de desarrollo a través del mainstream que dictan las academias de los países desarrollados. Ver por ejemplo Isita Tornell R. (2000) “Divulgación persuasiva de la Ciencia” en Mazón, J. T., Mora, A. M. S., Arredondo, N. C. *Antología de la divulgación de la ciencia en México*. México, UNAM, pp. 211- 222

o bien la capsula “Nanociencia y nanotecnología en la UNAM” donde, para promover estas líneas de investigación, se especula sin ninguna medida (y sin citar ningún avance concreto) sobre la posibilidad de encontrar una cura para el cáncer afirmando que bastará “media docena de dosis” para lograrlo.

http://www.youtube.com/watch?v=V_o-BU0vdRk

problemas antes descritos. Así pues, todo indica que sí quisiéramos solventar estos problemas y sobre todo establecer prácticas responsables en el campo de la comunicación pública de la ciencia, no sólo basta con abrazar otro tipo de concepción de democracia. Esto más bien supone que es necesario llevar a cabo una revisión y un replanteamiento sobre las metas que se buscan alcanzar a través de la comunicación pública de la ciencia. Esto lo haremos en el capítulo dos.

Pero antes de hacer esto, es necesario conocer mejor las bases de las construcciones filosóficas, económicas y políticas que llevaron hasta a la concepción liberal de la ciencia. De lo contrario se corre el riesgo de seguir arrastrando de forma dogmática las mismas ideas que han servido para dar sustento al ejercicio autoritario del saber. Parafraseando a Hannah Arendt, comprender es “examinar y soportar conscientemente la carga que nuestro siglo ha colocado sobre nosotros y no negar su existencia ni someterse mansamente a su peso.”⁹⁰

1.6.2 Ciencia y teleología

En la pasada sección nos hemos referido a la idea de que la ciencia es capaz de regular y dirigir las acciones y preferencias de las personas como una gran ilusión pero ¿Por qué referirse a esta visión de la ciencia como una “gran ilusión”?

Consideremos lo siguiente. La creencia de que la ciencia tiene el poder de establecer consensos sobre cuestiones que involucran aspectos morales, culturales o políticos supone la existencia de ciertas preferencias y formas de actuar “correctamente” determinadas por la naturaleza. A su vez, la creencia en leyes naturales que determinan qué es lo que se debe preferir o cómo se debe actuar implica una concepción teleológica de la naturaleza, es decir, que en la naturaleza están determinados ciertos propósitos o fines que deben ser alcanzados y que son éstos los que deben orientar las preferencias y las acciones humanas.

Surge de esto otra pregunta ¿Aceptando la existencia de estos propósitos, sería posible determinarlos por medio de la ciencia? O mejor dicho, ¿son estos supuestos fines parte del estudio de la ciencia? Para responder a esto es necesario saber de qué clase de preguntas se ocupa la ciencia.

Durante muchos siglos las explicaciones que se daban a los fenómenos naturales estaban basadas en el sistema de causación de Aristóteles. Aristóteles pensaba que para llegar a tener una comprensión completa de los fenómenos naturales era necesario conocer sus cuatro causas. La primera de estas causas, la causa “formal”, se refería a la forma de los objetos que, por lo general, es alterada durante un cambio. La segunda “causa material” trataba sobre el estudio de la materia que componía a los objetos. La tercera o “causa eficiente” se refería al agente que produce el cambio; en términos modernos puede entenderse como el estudio de relaciones de causa-efecto. Por último estaba la “causa final” es decir, el propósito de dicho cambio, implicando una noción teológica de la naturaleza. Así toda explicación sobre los fenómenos naturales debía estar basada en estas cuatro causas. Los filósofos medievales heredaron de Aristóteles esta forma de explicación añadiendo la idea de dios como la primera y última razón de todo lo que ocurre en el universo.

⁹⁰ Arendt Hannah (1981). *Los Orígenes del Totalitarismo*. Volumen 1. Madrid, Alianza, pp. 12

Aunque el sistema de causación aristotélico siguió influenciando a los científicos modernos tempranos, durante la revolución científica del siglo XVII, la idea de las cuatro causas fue poco a poco abandonada. De ahí en adelante, la ciencia se ha concentrado exclusivamente en las causas eficientes, es decir, en la descripción de cómo ocurren los fenómenos de la naturaleza. El precursor de este proceso fue René Descartes quien por principio abogó por eliminar las causas finales de la base de la investigación científica por identificar a éstas con los esencialmente desconocidos propósitos de dios. Por su parte Francis Bacon, otro de los grandes críticos del sistema aristotélico de causación, clamaba que la idea de causas finales no hacía avanzar a la ciencia sino que la corrompía. El cambio en los objetivos de la investigación científica que suponía una separación entre los estudios empíricos y los metafísicos, pronto arrojó sus frutos. Por ejemplo, la mecánica aristotélica que implicaba en última instancia una metafísica voluntarista (al postular que los cuerpos tienden a buscar su lugar “natural” en el orden de las cosas, como guiados hacia un fin), dio paso al estudio de las interacciones mecánicas que dieron origen a la mecánica newtoniana. Así, aunque desde el siglo XVII la ciencia ha tratado de liberarse de explicaciones teleológicas, no lo ha logrado por completo. Sobre todo en la biología evolutiva, se sigue utilizando a menudo frases y conceptos que pueden interpretarse en un sentido teleológico. Aunque, al mismo tiempo, se combate este tipo de explicaciones pseudocientíficas como las que sostiene el diseño inteligente. Más importante aún, la concepción liberal de la ciencia persevera en creer -como veremos en la sección 1.6.4- que existen imperativos naturales que deben guiar las acciones humanas, atribuyéndole a la ciencia conocimientos o alcances de carácter evidentemente metafísico.

Otra de las razones para considerar a la concepción liberal de la ciencia como una gran ilusión es la siguiente. Como sabemos, los enunciados de la ciencia son enunciados descriptivos, es decir enunciados que buscan describir ciertos aspectos del mundo natural o social mientras que los enunciados que buscan normar la conducta humana (normas morales, culturales, sociales o jurídicas) son enunciados prescriptivos. La diferencia entre estas dos clases de enunciados es que, mientras que los primeros se expresan en indicativo y pueden ser calificados de falsos o verdaderos, los segundos se expresan en imperativo y no pueden ser calificados de falsos o verdaderos. Sólo se puede decir si son válidos o inválidos, justos o injustos, aceptables o inaceptable, etc. Todas estas categorías de evaluación son por supuesto relativas al contexto social o cultural.

Henri Poincaré⁹¹ explica que en el caso de las normas morales, desde la segunda mitad del siglo XIX se pensó muy frecuentemente en encontrar una moral científica. Es decir, se trató de elaborar un sistema moral del cual, por estar basado en la ciencia, las normas podrían ser demostrables y universales, y que por tanto quedarían fuera de toda discusión. La imposibilidad de un sistema tal fue explicada por el mismo Poincaré:

“Y la razón de ello es bien simple; diría que es puramente gramatical. Si ambas premisas de un silogismo están en indicativo, la conclusión también lo estará. Para que la conclusión pueda establecerse en imperativo, es necesario que por lo menos una de las premisas esté igualmente en imperativo. Ahora bien, los principios de la ciencia, los postulados geométricos, sólo pueden estar en indicativo; también las verdades experimentales se expresan de este modo. Por consiguiente el dialéctico más sutil puede

⁹¹ Poincaré, Henri. (1981). “La moral y la ciencia” en *Filosofía de la Ciencia*. CONACYT. México, pp. 269

manejar como quiera estos principios, combinarlos, apoyar unos en otros; todo lo que deduzca estará en indicativo. Jamás obtendrá una proposición que diga: haga esto o no haga aquello; es decir una proposición que confirme o contradiga la moral.”⁹²

Este razonamiento puede entonces extenderse a todos los enunciados prescriptivos y podemos concluir entonces que, a partir únicamente de los enunciados de la ciencia no es posible regular las acciones o las preferencias de las personas. Esto también muestra que, aunque el valor de verdad de los enunciados de la ciencia no se deciden por votación, no existe ninguna razón con base estrictamente científica que pueda suprimir la participación democrática de los ciudadanos en la toma de decisiones en aquellos casos en los que los argumentos científicos intervienen pues, en estas decisiones, el valor de verdad de los enunciados científicos no está a discusión sino la conveniencia o inconveniencia de ciertas acciones que son jerarquizadas por las distintas fuerzas sociales y no por la ciencia.

Por supuesto, en ocasiones la ciencia nos permiten tomar decisiones y establecer preferencias, sin embargo, esto no quiere decir que dentro de los enunciados científicos se encuentren implícitas cosas tales como “leyes” o “imperativos naturales” sobre lo que se debe preferir o no. Si en ocasiones reconocemos en una verdad científica cierta consecuencia que puede guiar nuestra forma de actuar, se debe a que dicho enunciado confirma una norma o preferencia moral, personal, o cultural preexistente y no porque de ella emane.

A pesar de todo lo que aquí se ha explicado, la noción liberal de la ciencia ha tenido amplia aceptación dentro de ciertos sectores dedicados a establecer políticas científicas y tecnológicas, del establishment científico, y de la comunicación pública de la ciencia donde frecuentemente se confunden la diferencia entre las decisiones informadas, es decir aquellas donde a partir de la información que disponen, los individuos pueden prever si sus acciones arrojarán los resultados esperados, de las decisiones “correctas” aquellas que suponen objetivos y preferencias universalmente validas negando así la relatividad y subjetividad de los deseos. Por ejemplo, como Miller⁹³ señala durante el 2003 el gobierno inglés invirtió el equivalente a un millón de dólares para llevar a cabo un dialogo público sobre si los alimentos genéticamente modificados debían ser comercializados en el Reino Unido. Para ello se organizaron mítines y encuestas públicas que arrojaron la misma respuesta del público: ¡No! Pero ésta no era la respuesta que las comunidades científicas y el gobierno querían oír y aunque los alimentos genéticamente modificados no se comercializan ampliamente dentro del Reino Unido, como Miller explica, existe un fuerte sentimiento de que el público tomó una decisión incorrecta y que se necesita un mayor trabajo para que sea persuadido.

Aunque como hemos dicho antes las explicaciones teleológicas trataron de ser eliminadas de la ciencia y esto se logró más o menos fácilmente en las disciplinas que trataban sobre los cuerpos inertes como la física o la química, no ocurrió lo mismo con otras disciplinas como la biología o las ciencias sociales donde la presencia de vida sugería fuertemente ideas de voluntad, objetivos o fines.

⁹² Ibid. Pp. 270

⁹³ Miller Steve, (2010), en Priest, Susanna Hornig (ed.). *Encyclopedia of Science and Technology Communication*. Thousand Oaks, CA., SAGE Publications, Incorporated, Volumen 1pp. 209

1.6.3 Construcciones filosóficas, económicas y antropológicas sobre la idea del progreso en el siglo XIX

La Ilustración y la Revolución Francesa trajeron grandes cambios sociales, políticos y económicos, que motivaron a muchos pensadores de la época a preguntarse sobre el origen de estas transformaciones y, en general, a especular sobre el curso de la historia de la humanidad. Así, pensadores como Voltaire, Condorcet y Turgot veían en la historia algo que hoy podemos denominar como un proceso evolutivo, es decir, veían a la historia como una especie de proceso mediante el cual las sociedades atravesaban por etapas de desarrollo creciente, y pensaban que éste proceso, al estar determinado por ciertas leyes causales, podía ser comprendido mediante la razón y ser estudiado como un problema científico. Por supuesto, el conocimiento acerca de las leyes que gobernaban los procesos históricos implicaba también la posibilidad de predecir el futuro de la humanidad. Por ejemplo, Condorcet escribe “Sí el hombre puede predecir con una seguridad casi total los fenómenos cuyas leyes conoce; sí incluso, cuando le son desconocidas, puede por la experiencia pasada, prever con gran probabilidad los acontecimientos del porvenir ¿por qué habría de considerarse como una empresa quimérica la de trazar, con cierta verosimilitud, el cuadro de los futuros destinos de la especie humana por los resultados de su historia?”⁹⁴. Para llevar a cabo esta tarea era preciso entonces que la historia dejara a un lado detalles particulares y se enfocara en el estudio de las transformaciones socioculturales, es decir, en los cambios que a lo largo del tiempo sufrían las diversas instituciones sociales y culturales.

Desde sus inicios, la propuesta de estudiar los procesos históricos como un problema científico se vio desvirtuada por dos razones. La primera, es que los pensadores de la ilustración nunca pudieron separar el carácter puramente científico del estudio, del gran entusiasmo que sentían por su propio contexto socio-histórico. Como Harris⁹⁵ ha señalado, una de las palabras esenciales dentro del vocabulario de los pensadores ilustrados fue la palabra progreso. Esta palabra, que en su sentido científico debió ser empleada para describir la dirección de un cambio a partir de un conjunto de parámetros objetivos bien definidos, fue utilizada por los pensadores ilustrados para expresar cierta satisfacción moral hacia algunas tendencias históricas; es decir, para expresar una simple e idiosincrática aprobación de las consecuencias sociales de algunos eventos históricos. En lugar de preguntarse sobre qué transformaciones socioculturales podrían observarse objetiva e imparcialmente a lo largo del tiempo y cuáles eran sus causas, los pensadores de la ilustración parecían más inclinados a preguntarse primero sobre qué cambios eran deseables desde su particular punto de vista (lo que ellos consideraban como progreso) y después preguntarse sobre las condiciones que debían cumplirse para que este progreso fuese posible. Al presentar la relación entre los objetivos “deseables” y las condiciones para que éstos fuesen posibles (en ocasiones acompañadas por un puñado de observaciones empíricas seleccionadas *ad hoc*), estas relaciones adquirían una forma de relación causal, que pronto era elevada a la categoría de ley universal.

⁹⁴ Condorcet “ Esquisse d’un tableau des progres de l’esprit humain” citado por Karl Löwith. (2007). *Historia del mundo y salvación. Los presupuestos teológicos de la filosofía de la historia*. Katz Editores, pp 116

⁹⁵ Harris, Marvin (2001). *The Rise of Anthropological Theory: A History of Theories of Culture*. Altamira Press, pp. 37

La segunda razón por la que este proyecto se separó del estudio estrictamente científico, radica en que durante la Ilustración el criterio que dominó para definir al progreso fue el cambio hacia una mayor “racionalidad”. Aunque la racionalidad pudo ser utilizada con éxito para describir, por ejemplo, el desarrollo de algunas teorías científicas, resultó ser un parámetro sumamente vago al ser aplicado a las instituciones culturales. A pesar de ello, Condorcet no dudó en afirmar que la revolución francesa había producido el orden social más racional del mundo y por tanto el más progresivo⁹⁶.

Las ideas sobre esta especie de evolución histórica pronto se difundieron, originando una rica gama de interpretaciones que iban desde la economía política hasta algunas teorías que integraban a sus ideas conceptos de lo que hoy conocemos como evolución biológica. Cada una de estas interpretaciones iba acompañada, a su vez, por alguna clase de determinismo particular y de una cierta idea de progreso. Por ejemplo, en Escocia, donde el determinismo económico tuvo su raíz, Adam Smith hacía una interpretación económica de los procesos históricos y sociales atribuyendo a la división del trabajo y al intercambio comercial el progreso de la humanidad. La idea de progreso ya no era entendida como el cambio hacia una mayor racionalidad -como la sostenida por los ilustrados franceses- sino que el progreso era ahora sinónimo de un mayor número de bienes materiales para el mayor número de personas. En su teoría, Smith planteaba que gracias a la existencia de una especie de orden superior representado por las leyes “naturales” del mercado, los individuos, al buscar su propio bienestar, promovían la satisfacción de las necesidades ajenas mejor aún de lo que pudiera hacerlo el gobierno más prudente y sabio: “Los ricos...consumen poco más que el pobre y a pesar de su egoísmo y rapacidad natural y aunque sólo procuran su propia conveniencia y lo único que se proponen con el trabajo de esos miles de hombres es la satisfacción de sus vanos e insaciables deseos, dividen con el pobre el producto de todos sus progresos. Son conducidos por una mano invisible que los hace distribuir las cosas necesarias de la vida casi de la misma manera que habrían sido distribuidas si la tierra hubiera estado repartida en partes iguales entre todos sus habitantes; así, sin saberlo, promueven el interés de la sociedad y proporcionan medios para la multiplicación de la especie”⁹⁷. El mercado, al igual que los procesos naturales, seguía leyes bien establecidas y eran éstas, las que determinaban el avance de las sociedades. Por otra parte, según Smith, la intervención de cualquier otra fuerza que tratara de regular o modificar las leyes “naturales” del mercado sólo traería consigo un perjuicio para la sociedad y retrasarían su evolución histórica. A esta última doctrina se le conoce con el nombre del “*Laissez faire*” Como lo ha hecho notar Greenhalgh⁹⁸, Smith transforma la idea del comercio del relativamente simple intercambio de bienes con fines lucrativos a un concepto de dimensiones metafísicas.

En Francia, durante el siglo XIX, Saint Simón desarrolló ideas similares a las de Adam Smith al ver en el mercado el motor del progreso de la humanidad. Como señala Palerm, también existen indicaciones de una fuerte influencia de la utopía tecnológica de Bacon sobre Saint Simón: “Es el desarrollo industrial, el trabajo combinado con la ciencia lo que en definitiva habrá de liberar al hombre. La economía rige la

⁹⁶ Harris Marvin op. cit. pp 38

⁹⁷ Smith, Adam (2002). *The Theory of Moral Sentiments*. Cambridge, UK, Cambridge University Press, pp. 215

⁹⁸ Greenhalgh, Paul. (1988). *Ephemeral vistas: the expositions universelles, great exhibitions and world's fairs, 1851-1939*. Manchester, Manchester University Press, pp.22

organización social y determina el curso de la historia”⁹⁹. Por su parte, August Comte secretario particular de Saint Simón, elaboró una teoría evolucionista, que podríamos llamar “epistémica” donde, el progreso de la humanidad era explicado como un proceso evolutivo del conocimiento acerca de la realidad. Las sociedades -decía- atraviesan por una etapa teológica en la cual se atribuyen fuerzas superiores a los fenómenos que no se alcanza a comprender, otra metafísica en la que se sustituyen las fuerzas sobrenaturales por conceptos filosóficos y por último, una etapa positiva, en la cual triunfa la explicación científica. El progreso es el tránsito de las sociedades hacia la civilización regida por la ciencia.

En Gran Bretaña, Herbert Spencer propuso una teoría donde el desarrollo de las sociedades era visto como parte de un proceso evolutivo universal del que forman parte tanto los procesos físicos, como los geológicos y biológicos. La teoría de Spencer es algo que podríamos denominar organicista. Retomando algunos conceptos biológicos desarrollados por Lamarck, Spencer veía a las sociedades como si estas fuesen organismos vivos. Al igual que los organismos que desarrolla estructuras diferenciadas, las cuales cumplen funciones específicas, las sociedades, a medida que evolucionan, sufren esta diferenciación y especialización de funciones: “Es característica de los cuerpos sociales, como lo es también de los cuerpos vivos, que al aumentar de tamaño, aumentan también de estructura...La diferenciación sucesiva de la estructura va acompañada de la diferenciación de las funciones...Cuando la sociedad es rudimentaria, sus miembros son a la vez guerreros, cazadores, constructores de chozas, fabricantes de herramientas: cada parte satisface por sí misma todas sus necesidades...[en sociedades donde existe diferenciación de funciones] debe existir también intercambio de servicios de unas partes con otras...La división social del trabajo...es lo que hace que la sociedad sea un conjunto vivo.”¹⁰⁰

Podría pensarse que la elección de criterios provenientes de la biología para identificar la evolución social, pudo arrojar una teoría ideológicamente neutra. Sin embargo, esto no fue así; Influenciado por el trabajo de Thomas Malthus, quien había descrito cómo la presión demográfica sobre los recursos que una población posee, trae siempre una lucha por la existencia, Spencer creía que una misma ley gobernaba al mundo tanto natural como social: la supervivencia del más apto. La competencia era para Spencer el principio natural mediante el cual, las sociedades progresaban y, mediante ella, eran conducidas hacia la perfección. Por tanto, la política del “*laissez faire*” llevada ya no sólo al ámbito económico sino al social, era la única política apropiada para respetar éste principio de evolución. Spencer creía que en la vida económica, las sociedades seleccionaban a aquellos individuos que mejor podían desempeñarse; la pobreza y la miseria no era otra cosa más que el fracaso o la incapacidad de adaptación de algunos seres humanos al sistema productivo: “Todos los esfuerzos de la naturaleza están encaminados a deshacerse de éste tipo de individuos, al limpiar al mundo de su presencia para dejar espacio a los más aptos”¹⁰¹. Bajo esta lógica, Spencer afirmaba que, el Estado debía limitar sus funciones a la defensa contra las invasiones extranjeras y a la protección de los ciudadanos y sus bienes contra la delincuencia. Cualquier otra política pública encaminada a la asistencia social, por ejemplo, a promover

⁹⁹ Palerm Ángel. (1976). *Historia de la Etnología: Los evolucionistas*. México, La Casa Chata INAH, , pp. 114

¹⁰⁰ Herbert Spencer citado por Palerm op.cit. pp. 134

¹⁰¹ Spencer, Herbert. (1851). *Social Statics: The Conditions Essential to Human Happiness Specified, and the First of Them Developed*. Robert Schalkenbach Fdn., pp. 339

la educación pública, a mejorar las condiciones sanitarias, a regular las condiciones de los trabajadores o incluso a proteger a la niñez contra la violencia, era vista por Spencer como un exceso de legislación que atentaba contra el individualismo y se oponía al proceso natural de selección.

Más tarde, el trabajo de Spencer tuvo gran influencia sobre los llamados “darwinistas sociales” quienes lo utilizaron para justificar “científicamente” la supremacía de la raza blanca sobre las “salvajes” culturas no occidentales y como lo ha señalado Palerm como “justificación del capitalismo como sistema económico y del imperialismo como sistema político.”¹⁰²

En el siglo XIX el pensamiento evolucionista llegó a dominar todo el mundo intelectual, incluyendo por supuesto al de la biología. Como Palerm ha sugerido, los pensadores evolucionistas no fueron ajenos a los trabajos de sus colegas de otras ramas del conocimiento ni sus teorías corrieron paralelas e independientes unas de otras. También es muy probable que tanto las grandes transformaciones económicas, políticas y sociales que trajo la revolución industrial, así como la praxis social de la época hayan tenido gran influencia en el pensamiento de todos los evolucionistas. Por ejemplo, como lo ha señalado Gowdy¹⁰³, Charles Darwin y Alfred Russel Wallace desarrollaron sus teorías de evolución biológica después de leer al filósofo y economista político Thomas Malthus quien describía en su obra cómo operaba la competitividad en los mercados y la demografía. “Las ideas de gradualismo, de cambio progresivo, y de perfeccionamiento a través de la selección competitiva, proveyeron un marco teórico común tanto para entender el mundo natural como el económico. Así la idea de la supervivencia a través de la ventaja competitiva se trasladó primero de la economía a la biología y regresó a la primera incorporando la idea de “la supervivencia del más apto” termino popularizado por Herbert Spencer”¹⁰⁴.

Así en este contexto, es donde tiene sus inicios la antropología moderna la cual, como era de esperarse tuvo como primera corriente teórica lo que hoy denominamos como evolucionismo cultural.

Retomando algunas ideas de la evolución natural de Darwin, los representantes del evolucionismo cultural estaban convencidos de que las sociedades humanas evolucionaban de acuerdo a una tendencia universal, lineal y progresiva; es decir, presuponían que la historia de la vida cultural de la humanidad, en analogía con la evolución biológica, sigue leyes bien definidas que son aplicables en todas partes (universales) y que todas las sociedades atravesaban por etapas o estadios que se sucedían unos a otros (de forma lineal) de acuerdo a un orden ascendente o progresivo que las llevaba hacia un mismo fin. Lewis Morgan, uno de los primeros antropólogos evolucionistas en su obra *Ancient Society*, publicada en 1877, afirmaba que “La historia de la raza humana es una en su origen, una en su experiencia y una en su progreso”¹⁰⁵, y explicaba como las sociedades humanas evolucionan desde un estado de salvajismo pasando por uno de barbarie hasta alcanzar la etapa de civilización.

¹⁰² Palerm, Ángel. (1976). *Historia de la Etnografía: los evolucionistas*. México, INAH, pp. 133

¹⁰³ Gowdy John M. (2008) “Evolution of Economics” en Franz M. Wuketits, F. M., & Antweiler, C. (Eds.) *Handbook of Evolution: The Evolution of Human Societies and Cultures*. Wiley-Blackwell, Vol. 1, pp. 253

¹⁰⁴ Gowday, op. cit. pp. 253

¹⁰⁵ Morgan, Lewis H. (1944). *Ancient Society: Or, Researches in the Lines of Human Progress from Savagery, Through Barbarism to Civilization*. Calcutta, Bharti Library Booksellers and Publishers, pp.17

Dentro del evolucionismo cultural encontramos dos ideas básicas que son importantes destacar. La primera se refiere a la idea de una especie de “cultura global”, donde todas las culturas, al seguir las mismas leyes evolutivas, son prácticamente una misma, salvo que se encuentran en distintas etapas de desarrollo y, por tanto, las actuales diferencias que se perciben entre los distintos grupos étnicos no son sino diferencias en su grado de desarrollo evolutivo.

La segunda idea consiste en la creencia de que debido a estas leyes, las culturas en estados evolutivos “más bajos”, con el tiempo (o con ayuda) están destinadas a seguir los mismos pasos y a adoptar las mismas formas de las culturas que se encuentran en estados “superiores”.

Los antropólogos evolucionistas habiendo aceptado la idea de una sucesión de etapas progresivas en el desarrollo cultural, deducían que al estudiar las denominadas sociedades primitivas contemporáneas podría reconstruir la historia perdida de las sociedades que habían existido en tiempos tan remotos, como la prehistoria.

Los evolucionistas, al realizar comparaciones entre las diversas culturas presentes o pasadas siempre consideraron que la posición más alta dentro de ésta escala la ocupaba -en todo sentido- la cultura occidental. Al realizar un análisis sobre las distintas instituciones culturales como la familia, la religión o la organización social, los modelos occidentales resultaban ser siempre los más desarrollados. Por ejemplo, en cuanto al surgimiento y desarrollo de las religiones, Edward B. Tylor afirmaba que a partir del animismo se habían desarrollado las religiones institucionalizadas, primero pasando por una etapa de politeísmo para después alcanzar el monoteísmo, donde la versión cristiana protestante ocupaba la fase superior.¹⁰⁶

En cuanto a la familia, Morgan afirmaba que la familia extensa era inferior a la familia nuclear; en cuanto la organización social, creía que las sociedades controladas por un Estado eran superiores a aquellas cuya organización estaban basadas en el parentesco o en el territorio.

Por otra parte, como Palerm¹⁰⁷ ha hecho notar, a medida que el concepto de evolución se popularizó, sobre todo entre la burguesía en ascenso, el concepto de evolución se identificó con la idea de progreso material, es decir, con el aumento constante de la riqueza, el cual era atribuido a los avances tecnológicos. Puede notarse como los evolucionistas culturales no fueron ajenos a éste pensamiento, y quizás por ello hacían una curiosa interpretación acerca de los comportamientos sociales, según la cual, la evolución de dichos comportamientos estaba subordinada y era determinada de forma única por el desarrollo de objetos materiales concretos. En la siguiente cita extraída de *Ancient Society* puede notarse claramente esta idea:

It is rendered reasonably certain that they [the Aztecs] had but one prepared meal each day, a dinner; at which they separated, the men eating first and by themselves and the

¹⁰⁶ Palerm, Ángel (1997). *Introducción a la Teoría Etnológica*. México, Universidad Iberoamericana, pp. 64

¹⁰⁷ Palerm op. cit

*women and children afterwards. Having neither tables nor chairs for dinner service, they had not learn to eat their simple daily meal in the manner of civilized nations*¹⁰⁸

Por otra parte, un error de lectura que frecuentemente cometieron los evolucionistas culturales fue el de suponer que todos los pueblos, desde el paleolítico hasta su presente, de alguna forma habían compartido y compartían las mismas expectativas y deseos de la burguesía europea del siglo XIX¹⁰⁹. Al respecto, Marshall Sahlins¹¹⁰ ha descrito muy bien la lógica de este pensamiento: “Sí el hombre moderno con todas sus ventajas tecnológicas carece todavía de recursos ¿Qué posibilidad tiene entonces este salvaje desnudo con su arco insignificante y sus flechas? Habiéndole atribuido al cazador impulsos burgueses y herramientas paleolíticas juzgamos su situación desesperada por adelantado.”

Es importante señalar que los evolucionistas culturales no sólo vieron en la teoría de la evolución darwiniana un recurso metafórico a través de la cual podían pensar los fenómenos culturales; más importante aún, esta teoría también permitía a los antropólogos buscar dentro de las instituciones culturales y dentro de la cultura material, los procesos que servirían de criterio de comparación y de prueba de una supuesta evolución cultural lineal, al señalar qué características y qué procesos intervenían en la evolución natural (por ejemplo la adaptación, la especialización o el grado de complejidad de las especies). Por ejemplo, una de las razones para afirmar la superioridad de las sociedades organizadas alrededor de un Estado tenía que ver con cuestiones que apelaban a la complejidad y a la especialización biológica; al igual que los organismos unicelulares son sucedidos por organismos pluricelulares (más complejos y que cuentan con órganos internos especializados), las formas sociales organizadas alrededor de lazos de parentesco o de linaje eran sucedidas por comunidades multifamiliares, bandas o tribus caracterizadas por una cada vez mayor heterogeneidad y especialización interna.

¹⁰⁸ Lewis Morgan, op. cit. pp. 165

¹⁰⁹ Para dar cuanta de la estupefacción que sufrieron algunos exploradores europeos al comprobar cómo algunos pueblos no occidentales no compartían ni las mismas expectativas ni valoraban las mismas cosas que ellos, citamos aquí dos pasajes referidos por Sahlins. El primero se refiere a lo dicho por Lauren van der Post quien después de pasar un tiempo entre un grupo de bosquimanos narra su despedida: “Este asunto de los regalos nos costó a muchos de nosotros un momento de ansiedad. Nos sentimos humillados por la comprobación de lo poco que podíamos darles a los bosquimanos. Según todas las apariencias, era probable que casi todos nuestros presentes les hiciera la vida más difícil, aumentando el desorden y la carga de su vida cotidiana. Ellos mismos no tenían prácticamente pertenencias: una correa a la espalda, una manta de piel y un bolso de cuero. No había nada que no pudieran reunir en un minuto, envolverlo en sus mantas y llevarlo sobre sus hombros durante toda una jornada en la que recorrieran cientos de millas. No tenían sentido de la posesión.” La siguiente cita corresponde al etnólogo Martin Gusinde quien describiendo a los yahgan de la Tierra del Fuego escribe: “No saben cuidar de sus pertenencias. Nadie se preocupa por ponerlas en orden, envolverlas, limpiarlas o secarlas, colgarlas o apilarlas prolijamente. Cuando llega el momento de buscar algo en especial, lo revuelven todo sin poner el menor cuidado...Los objetos más grandes dentro de la choza son arrastrados de un lado para el otro sin preocupación por el daño que puedan sufrir. El observador europeo tiene la impresión de que estos indios (Yahgan) no dan el menor valor a sus utensilios y que han olvidado por completo el esfuerzo que les demandó su fabricación. En realidad, nadie se aferra a sus bienes y enseres ya que, si bien se pierden con frecuencia y fácilmente, no resulta nada difícil remplazarlos...Cuantas menos cosas posean, con tanta mayor comodidad pueden viajar, y lo que se estropea lo remplazan cuando es necesario. Es por eso que las posesiones materiales los tienen sin cuidado.”

¹¹⁰ Sahlins Marshall (1983). *Economía de la Edad de Piedra*. Madrid, Akal Editor. Pp. 17

En cuanto al proceso de adaptación, un buen ejemplo lo encontramos en el trabajo de Pitt-Rivers quien al estudiar y comparar una colección de armas antiguas y modernas, encontró que estos artefactos presentaban pequeñas modificaciones graduales que permitía incorporar mejoras a través del tiempo. Pitt-Rivers llegó a la conclusión de que todos los artefactos creados por el hombre eran equivalentes y cumplían las mismas “funciones de adaptación y supervivencia” que algunas estructuras de los organismos biológicos como los colmillos, garras o pelaje. Aquí es importante destacar la interpretación que Pitt-Rivers hace del concepto de adaptación de Darwin; Mientras que Darwin afirmaba que los cambios o mutaciones en los organismos producen características al azar algunas de las cuales permiten a las especies adaptarse al medio ambiente, Pitt-Rivers supone que la necesidad de adaptarse al medio es lo que causa las mutaciones. Así el concepto de adaptación adquiere dimensiones teleológicas, es decir, se plantea como un fin de la naturaleza. Además, cuando esta interpretación teleológica de la adaptación es transferida a la cultura material hace que la innovación tecnológica se convierta en un imperativo natural desconociendo que dichas innovaciones ni son producto del azar- como sí lo son las mutaciones- ni todas ellas tienen como objetivo la adaptación al medio ambiente.

Es justo aclarar que, a pesar de que los evolucionistas culturales solían calificar a las culturas de “inferiores” o “superiores”, no eran precisamente racistas, pues no atribuían el “retraso” de algunas culturas a cuestiones físicas o mentales. Por ejemplo, Tylor para sostener la idea de una “cultura global” regida por leyes universales, afirmaba que la mente humana y sus capacidades eran las mismas en todo el mundo independientemente de la etapa evolutiva en la que se encontrara una sociedad. También afirmaba que la diferencia entre un individuo de una sociedad primitiva y uno de una civilizada radicaba únicamente en la educación, en los conocimientos y la metodología para alcanzar estos. Las ideas del evolucionismo cultural –como veremos más adelante- sirvieron a aquellos interesados en “civilizar” a los pueblos “primitivos”.

En los años veinte del siglo pasado surgieron como una crítica al evolucionismo cultural dos nuevas corrientes antropológicas: 1) la escuela del relativismo cultural, fundada por Franz Boas en Estados Unidos; y, 2) la escuela funcionalista, creada por Bronislaw Malinowsky en Inglaterra. Dichos antropólogos, apoyados tanto en los nuevos descubrimientos arrojados por la arqueología y la etnología así como en una crítica hacia la metodología de sus antecesores, demostraron que era imposible encontrar criterios válidos para poder evaluar científicamente a las instituciones culturales y poder afirmar, por ejemplo, que la familia nuclear era superior a la familia extensa o que el monoteísmo era más correcto que el politeísmo. El mismo programa que consistía en tratar de reconstruir el pasado de la humanidad a través del estudio de los pueblos “primitivos” contemporáneos fue seriamente cuestionado por Malinowsky; la imposibilidad de corroborar empíricamente las hipótesis planteadas, impedía que éste programa pudiese ser objeto de estudio científico.

Como lo ha hecho notar Samyn¹¹¹, el mismo concepto de “adaptación” que fue central en las discusiones de los evolucionistas, resultó ser igualmente ambiguo que el criterio de “racionalidad” propuesto por los ilustrados franceses: “Si adaptación significara construir un abrigo con el mínimo

¹¹¹ Samyn, Griet (2001). *San Francisco, pueblo náhuatl en la Huasteca. Un análisis de la división del espacio*. Tesis de doctorado. México, UNAM, pp. 27

esfuerzo y con los materiales disponibles en el medio, entonces las grutas habitacionales tarahumaras marcarán más alto que cualquier casa de las Lomas de Chapultepec en México DF. Si al contrario, la adaptación requiriera de la posibilidad para regular en cualquier momento dentro del abrigo la temperatura, la luz y la privacidad independiente del ambiente, entonces las casas funcionales tipo Corbousier serán ejemplares.”

Por otra parte, la crítica acerca del etnocentrismo que sostenía el evolucionismo cultural no sólo despertaba preocupación por su falta de rigor científico; como Palerm¹¹² ha señalado, ésta preocupación también era producto de la creciente alarma y repugnancia que despertaba entre algunos antropólogos el uso de la teoría de la evolución cultural para mantener la estabilidad de una sociedad cuyos intereses se buscaba proteger. En Estados Unidos y en Inglaterra muchas veces las teorías del evolucionismo cultura se confundían con el darwinismo social y se utilizaban para justificar la colonización de razas consideradas como inferiores y la destrucción de su cultura, lo mismo que para hacer una apología del imperialismo.

La ciencia y la tecnología entran de lleno en la escena evolucionista

Como lo ha señalado Samyn¹¹³, si bien es cierto que las escuelas relativistas y funcionalistas hicieron tambalear a la mayoría de los esquemas evolucionistas, no pudieron lograr lo mismo en cuanto al progreso de la tecnología y su relación con la evolución cultural. En este caso, los criterios de eficacia y eficiencia parecían ser lo suficiente objetivos como para fundamentar fuertemente la idea del progreso tecnológico como guía de la evolución¹¹⁴. Es éste el punto él que dejaría la puerta abierta para el

¹¹² Palerm op. cit.

¹¹³ Ibid.

¹¹⁴ El problema aquí no radica en si la eficacia y la eficiencia son parámetros objetivos sino en el peso subjetivo que se les da a estas frente a otros parámetros igualmente objetivos. El considerar a la eficacia y a la eficiencia tecnocientífica como parámetros para medir la “evolución cultural” corresponde a una época marcada por un optimismo cientificista que no logra capturar la compleja realidad de los cambios sociales en su relación con el desarrollo científico y tecnológico ni tampoco la misma problemática que presenta el concepto de progreso tecnológico (entendido este como mejoras acumuladas). De acuerdo con Ulrich Beck, la modernidad temprana estuvo caracterizada por dos preocupaciones centrales relacionadas entre sí. La primera fue la de dominar a la naturaleza pues de esta provenían todo aquello que amenazaba la vida humana. La segunda fue alcanzar todos aquellos desarrollos científicos y tecnológicos capaces de vencer tanto a las amenazas naturales como a las carencias materiales. Entonces, en el ámbito social, la lucha entre las distintas clases giraba en torno al reparto desigual de la riqueza generada dentro de la sociedad industrial. Con el paso del tiempo, el desarrollo industrial provocó su propio replanteamiento: no es ya la naturaleza la que amenaza al hombre sino es el hombre, con sus desarrollos tecnológicos, quien se ha vuelto en contra de la naturaleza y con ello, amenaza su propia seguridad. Así, la modernidad tardía en la que vivimos actualmente (la sociedad del riesgo, descrita por Beck) está caracterizada por ser reflexiva, es decir, por tomarse a sí misma como tema y problema y por tratar de deshacer algo del daño que tanto la fase de modernidad temprana dejara a su paso, como los riesgos que sus propios desarrollos implican. Ante esta nueva situación, la ciencia al ocuparse de los riesgos civilizatorios, contrae un “matrimonio polígamo” con la economía, la política y la ética y entra de lleno al campo de la axiología, es decir, realiza juicios valorativos sobre la relevancia que debe tener por ejemplo la eficiencia técnica sobre los riesgos ambientales, la producción de bienes frente a los daños a la salud, etc. En esta nueva sociedad, la lucha entre las clases ya no sólo se basa en el problema (irresuelto) del reparto de la riqueza sino ahora también en el reparto de los riesgos que conllevan los nuevos desarrollos tecnológicos. Así, dado que la riqueza se acumula “hacia arriba” y

resurgimiento del evolucionismo cultural décadas más tarde. Esto ocurrió en los años cuarenta del siglo XX, cuando este nuevo evolucionismo adoptó un determinismo tecnológico para sostener su propia idea de progreso.

Uno de los principales representantes del neo- evolucionismo cultural fue Leslie White. Al igual que sus antecesores del siglo XIX, White sostuvo la idea de la “cultura global”, aunque tomando la precaución de mantenerla ya no como un hecho empírico sino más bien como una “idealización” teórica necesaria para su proyecto: “podemos considerar la raza humana - el hombre- como una sola. Del mismo modo nos podemos *imaginar* todas las varias culturas o tradiciones culturales como constituyendo una sola entidad: la cultura de la humanidad.”¹¹⁵

Para White, la cultura era un sistema conformado por tres sub-sistemas principales: El sistema tecnológico -compuesto por todas las herramientas mecánicas, físicas o químicas así como las técnicas para su uso-, el sistema sociológico- conformado por pautas de conducta colectivas e individuales, sistemas sociales, políticos, religiosos, etc. y por último el sistema ideológico o filosófico conformado por ideas, creencias, conocimientos, etc.

Por otra parte, White también afirmaba que desde el punto de vista biológico, la cultura no era más que un medio para mantener el proceso de vida de la especie humana, es decir, para proveerlo de medios de subsistencia, protección, ofensa y defensa, regulación social, etc. Así, White razonaba que, cómo para todas estas cosas se necesita energía y el sistema encargado de proveerla es el sistema tecnológico, era éste sistema el que determina a la cultura y por tanto era él, el que poseía supremacía sobre los demás subsistemas.

En cuanto al desarrollo o progreso cultural White sostenía que éste podía medirse a través de la magnitud de la producción de bienes y servicios que satisfacen las necesidades humanas per cápita; Entre mayor sea el consumo de bienes y servicios de una sociedad, mayor será su grado de desarrollo cultural.

A su vez también afirmaba que, cómo la producción de bienes y servicio se encuentran determinada por la energía aprovechada per cápita y por la eficiencia de los medios tecnológicos para producirlos, el desarrollo cultural dependía en última instancia del consumo energético pues la eficiencia se encuentra limitada por la segunda ley de la termodinámica. Así White llegó a formular la siguiente relación para el desarrollo o evolución cultural:

$$C = E * T$$

Donde C representa el grado de desarrollo cultural, E la cantidad de energía aprovechada per cápita y T la eficiencia de las herramientas empleadas en el consumo de energía.

los riesgos “hacia abajo”, Beck, lejos de ver en el progreso científico y tecnológico la fuente de progreso social, ve en él una fuerza que profundiza aún más la diferencia entre las clases sociales.

Beck, Ulrich. (2010). *La Sociedad del Riesgo. Hacia una Nueva Modernidad*. Barcelona: Paidós.

¹¹⁵ White A. Leslie (1982). *La ciencia de la Cultura. Un estudio sobre el hombre y la civilización*. Barcelona, Editorial Paidós., pp. 338

Ahora vale la pena hacer algunas reflexiones sobre el evolucionismo de White: Al igual que Adam Smith quien afirmó que el mercado era quien guiaba a la humanidad hacia su progreso, de igual forma White veía a una humanidad compuesta por consumidores insaciables guiados por un sistema tecnológico impersonal y omnipresente. La función de este sistema, ya no sólo se reduce a proveer los medios de subsistencia a la humanidad, sino que ahora, es éste quien determina qué se cree, qué se piensa, que se necesita e incluso, qué se imagina. Sí existe algo en el mundo social o individual que escapa del dominio de la tecnología, es el deseo innato de los individuos por consumir. En este sentido, White coincide con Spencer, quien afirmaba que “son las condiciones y no las intenciones” quienes determinan el mundo social e individual. En el siguiente pasaje White expresa claramente esta idea:

“Un sistema cultural lo podemos imaginar cómo formado por una serie de tres estratos horizontales: la capa tecnológica en el fondo, la filosófica arriba y el estrato sociológico en la posición media. Estas posiciones expresan el papel que cada uno de ellos desempeña en el proceso cultural. Los sistemas sociales son función de las tecnologías, las filosofías manifiestan fuerzas tecnológicas y reflejan sistemas sociales. El factor tecnológico es, por lo tanto, *el* determinante de un sistema cultural considerado como un todo”¹¹⁶

Por otra parte, aunque White afirmó que sus explicaciones sobre la evolución cultural se encontraban completamente libres de toda carga ideológica, pues no recurrían a explicaciones raciales, sentidos morales o incluso a la idea de progreso, es claro que esto no es así. Para mostrar esto, basta con mirar, en el siguiente pasaje, dónde es que White sitúa al corazón de la civilización:

“La nueva tecnología nuclear amenaza sin embargo destruir la civilización misma o al menos estropearla hasta un punto tal como para requerir el transcurso de un siglo o mil o diez mil años antes de que pueda recuperar su estado presente. Tal es al menos lo que nos dicen eminentes hombres de ciencia y militares...La destrucción de unas pocas veintenas de centros científicos e industriales europeos y norteamericanos, es más o menos lo que se requiere para aniquilar la civilización occidental...La esperanza del futuro y salvación de la humanidad y de la civilización, parece, por lo tanto, residir en el hecho de que de la siguiente guerra emerja un *vencedor*- y no un mero sobreviviente- y que sea uno con suficiente poder y recursos como para organizar a todo el planeta y a la especie humana en pleno dentro de un único sistema social.”¹¹⁷

Este párrafo, además de atestiguar abiertamente el etnocentrismo occidental del autor, también nos enseña lo siguiente: Es evidente que White estaba perfectamente consciente de los riesgos que implica el desarrollo tecnológico. Sin embargo, aunque el riesgo, al igual que la eficiencia, es un parámetro objetivo que pudo ser incluido dentro de su teoría para lograr una descripción más precisa, White prefirió no incluirlo dentro de su “formula” de evolución cultural. Lo que muestra este aparente descuido, es que, en el fondo, White sí sostuvo una idea de progreso, es decir, una simple e idiosincrática aprobación de las consecuencias un cierto hecho. El progreso representa todo aquello

¹¹⁶ White, Leslie A. (1982). *La Ciencia de la Cultura: Un estudio sobre el hombre y la civilización*. Editorial Paidós, España, pp.339

¹¹⁷ Ibid pp. 360

que se considerada “positivo” o “bueno” (en este caso, la eficiencia y el consumo energético) por tanto dentro de él, no hay cabida para lo “malo”, es decir, para el riesgo.

Educación y evolucionismo: construyendo un sólo destino para todos

Además de formular teorías sobre el progreso social y el devenir de la historia, algunos evolucionistas fueron también activos actores en las transformaciones de las prácticas sociales y de las instituciones de su época. Una de las instituciones que más influencia recibió de los evolucionistas fue el sistema educativo donde no sólo ayudaron a sentar las bases para justificar la educación pública sino también definieron los objetivos que se debían alcanzar mediante ésta.

Como hemos dicho antes, uno de los temas centrales de la Ilustración fue el de liberar a los pueblos de la ignorancia lo cual remitía inevitablemente al tema de la instrucción a las clases menos favorecidas. Sin embargo, a pesar de la relevancia del tema, éste no fue nada fácil de abordar pues encontró gran oposición sobre todo dentro de las clases dominantes. Uno de los argumentos que se esgrimía continuamente para oponerse a la educación pública era que si se daba educación al pueblo, éste podría revelarse en contra de la autoridad creando así un gran desorden social. En 1807, por ejemplo, cuando el parlamento inglés discutió el proyecto de ley para crear escuelas públicas dentro del Reino Unido, Mr. Giddy quien sería más tarde presidente de la Royal Society argumentó:

“However specious in theory the project might be of giving education to laboring classes of the poor, it would be prejudicial to their morals and happiness; it would teach them to despise their lot in life instead of making them good servants in agriculture and others laborious employments; instead to teach them subordination it would render them fractious and refractory as was evident in the manufacturing countries; It would enable them to read seditious pamphlets vicious books and publications against Christianity; it would render them insolent to their superiors and in few years the legislature would find it necessary to direct strong arm of power against them.”¹¹⁸

Como Congleton¹¹⁹ apunta en estos debates frecuentemente se daban argumentos y se citaban a liberales tales como Adam Smith quienes habían apoyado la educación universal. Pero ¿Cuál era exactamente el argumento que Adam Smith había formulado para apoyar la educación pública? En “The Wealth of Nations” Smith escribía:

“An instructed and intelligent people besides are always more decent and more orderly than an ignorant and stupid one. They feel themselves, each individually, more respectable and more likely to obtain the respect of their lawful superiors and therefor more disposed to respect that superiors. They are disposed to examine and more capable of seeing through the interested factions and seditious and they are, upon

¹¹⁸ Citado en Niebuhr, Reinhold. (2005). *Moral Man and Immoral Society*. London, Continuum International Publishing Group, pp. 79

¹¹⁹ Congleton, Roger D. (2010). *Perfecting Parliament: Constitutional Reform, Liberalism, and the Rise of Western Democracy*. Cambridge University Press, pp. 248

that account, less apt to be misled into any wanton or unnecessary opposition to the measures of government.”¹²⁰

Así, con esta clase de argumentos poco a poco las clases dominantes comenzaron a suprimir sus miedos sobre el efecto subversivo de la educación a través del pensamiento de que la educación podría ser usada como un medio de control social y para establecer los nuevos ordenes sociales, políticos y económicos que guiarían a la sociedad en su marcha hacia el progreso.

Por otra parte, en los inicios del siglo XIX la sociedad europea se encontraba inmersa en una profunda crisis social y política. Para algunos filósofos como Saint Simón y Comte esta crisis era el resultado de la caída del sistema feudal y teológico y la carencia de una nueva doctrina que diera sustento y legitimidad al nuevo sistema industrial y científico que se estaba gestando. Tanto Saint Simón como Comte se dieron entonces a la tarea de formular esta nueva doctrina destinada a restaurar el orden social y ambos, en mayor o menor grado, encontraron en la educación el mejor medio para reordenar las relaciones sociales. Así, por ejemplo, Saint Simón sostenía que “el lazo más fuerte que puede unir a todos los miembros de la sociedad es la semejanza de sus principios y esta semejanza sólo puede existir como resultado de la enseñanza otorgada a todos los ciudadanos”¹²¹. Por su parte Comte, para quien la última etapa de la evolución social era una etapa regida por la ciencia, pensaba que para poder alcanzar este último estado, no bastaba con esperar a que este cambio sucediera espontáneamente sino que en cierta forma habría que forzarlo. Por ello Comte ideó un sistema educativo que tenía por objeto “el gobierno de la opinión, es decir, el mantenimiento de los principios que deben regir las diferentes relaciones sociales”¹²². Por supuesto, para lograr convencer y lograr el “gobierno de la opinión” el arma principal que utilizó Comte fue su idea de progreso. Como Brígido ha señalado la instrucción pública concebida por Comte es “una educación universal que abarca todo el curso de la vida y corresponde a una sociedad gobernada por sabios-científicos, quienes son los verdaderos maestros en la etapa positiva y cumplen la función que competía a los sacerdotes en la etapa teológica. Así la educación cumple un papel fundamental en la sociocracia comtiana; se trata del gobierno de una doctrina inculcada por un sistema educativo omnipresente, dentro de una poderosa maquinaria estatal, que prepara al individuo para el orden que le tocó vivir y para adaptarlo al destino particular que tendrá que asumir.”¹²³

Así, el siglo XIX no sólo se caracterizó por la proliferación de teorías evolucionistas que buscaban explicar el devenir de la historia sino también por el empeño que se puso para que algunas de estas teorías se difundieran más allá de los círculos académicos y que llegaran a amplios sectores de la población.

En cuanto al evolucionismo cultural, éste también tuvo gran influencia sobre la educación; Como hemos dicho antes, en un principio, la razón para difundir las ideas del evolucionismo cultural, radicó en que a través de un discurso civilizatorio, se podían justificar los planes expansionistas de las grandes potencias

¹²⁰ Smith, Adam (2004). *An inquiry into the nature and causes of the wealth of nations*. Digireads.com Publishing, pp. 465

¹²¹ Saint Simon citado por Lerena Alesón, Carlos (1983). *Reprimir y Liberar: Crítica sociológica de la Educación y de la Cultura Contemporáneas*. Madrid, Ediciones AKAL, pp. 210

¹²² August Comte citado por Carlos Lerena, op. cit., pp. 240

¹²³ Brígido, Ana María (2006). *Sociología de la Educación*. Córdoba, Editorial Brujas, pp. 14

mundiales pero más tarde, estas ideas también serían acogidas por otros países como México para poder lidiar con sus propios grupos indígenas a los cuales se les achacaba el estancamiento que impedía el desarrollo nacional. Por ello las instituciones educativas de la época se convirtieron en instrumentos centrales para la difusión del evolucionismo cultural y así muchos educadores no dudaron en integrar a sus discursos, ideas que provenían directamente de éstas teorías.

El siguiente pasaje, escrito en 1890 por el comisionado de educación de los Estados Unidos William T Harris es una clara muestra de ello:

“¿Pero vamos a decirle a los pueblos indígenas que no llegarán a estas cosas más altas a menos que pasen a través de todas las etapas intermedias, o podemos enseñarles directamente estas cosas superiores y salvarlos del lento progreso de los tiempos? A la luz de la civilización cristiana existe un método de rápido progreso. La educación se ha vuelto una gran potencia en nuestras manos y creemos que podemos ahorrarles mucho más de lo que la raza blanca ha tenido que pasar... Podemos ayudarles a evitar las fases imperfectas que les siguen en el camino hacia nuestro nivel.”¹²⁴

En el caso de México, la influencia del evolucionismo cultural sobre la educación- principalmente indígena- se extendería hasta los tiempos postrevolucionarios. La siguiente cita proviene del libro “La Escuela Rural Mexicana” escrito por el maestro Rafael Ramírez donde se señalaban los lineamientos que lo maestros rurales debían seguir:

“tú debes tener mucho cuidado a fin de que tus niños no solamente aprendan el idioma castellano, sino adquieran también nuestras costumbres y formas de vida que indudablemente son superiores a las suyas [...]de manera que yo pienso que la función tuya como maestro de una comunidad netamente indígena no consiste simplemente en “castellanizar” a gente sino transformarla en “gente de razón”[...] has de entender que alrededor de la escuela hay un caserío y un vecindario al que debes “castellanizar y civilizar...”¹²⁵

Las exposiciones universales: evolucionismo para las masas

Durante el siglo XIX, además del sistema educativo formal, surgió otro movimiento que dada su magnitud, sin lugar a dudas contribuyó en la popularización de diversas ideas sobre el progreso y la evolución cultural alrededor del mundo: Las exposiciones universales.

Como lo ha señalado Rydell¹²⁶, las exposiciones universales fueron eventos marcadamente complejos que cumplían con múltiples funciones: “Como escaparates para el consumo y el comercio, como estaciones de investigación del campo antropológico, como proto-parques temáticos, como ejercicios de nacionalismos y como lugares para construir utopías y sueños imperialistas de las ciudades del futuro.” Pero sobre todo, como las exposiciones universales eran el reflejo de los sueños de

¹²⁴ Citado por Barbara Rogoff. (2003) en *The Cultural Nature of Human Development*. Oxford University Press, pp. 19

¹²⁵ Ramírez, Rafael (1981). *La Escuela Rural Mexicana*. México, Fondo de Cultura Económica, pp. 65

¹²⁶ Rydell, Robert W. (2001). “World Fairs and the Museums” en Macdonald, S. (Ed.). *A companion to museum studies*. Wiley-Blackwell, pp. 136

modernidad, éstas necesariamente versaban sobre ciencia; como Tenorio¹²⁷ ha señalado “la ciencia era al mismo tiempo la partera y la primogénita de los tiempo modernos y hubiera sido absurdo presentar una apariencia moderna sin un ajuar científico”

La primera exposición universal llamada “The Great Exhibición of Arts and Industrie of all the Nations” - que sería mejor conocida con el nombre la Exposición del Palacio de Cristal- se llevó a cabo en Londres en 1851. Dicha exposición tenía como fin celebrar los avances de la industria, el progreso y el colonialismo pero sobre todo colocar ante los ojos del mundo a Londres como la capital de un gran imperio en expansión. La exposición comprendió una colección de alrededor de cien mil objetos provenientes de treinta y cuatro países que fue dividida en cuatro categorías: Materias primas, maquinas, manufacturas y bellas artes¹²⁸.

El sistema de clasificación de las colecciones, además de dar una muestra de los distintos productos e industrias de las naciones participantes, fue hecho de tal forma que permitía realizar una especie de “experimento internacional” el cual consistía en realizar comparaciones entre los diversos productos expuestos. La finalidad de dicho experimento, se dijo, era la de incrementar los conocimientos acerca de dichos productos, de señalar sus diferencias y de poder realizar un catálogo sobre su procedencia. Esta forma expositiva, es decir la que permitía realizar comparaciones y colocar dentro de una cierta escala jerárquica a los materiales expuestos, coincidía plenamente con las ideas evolucionistas de la época pues a través de la calificación de los objetos, también se calificaba el grado de desarrollo o progreso de los pueblos y las naciones que los habían producido. Así, la Exposición del Palacio de Cristal sentó el precedente para los discursos expositivos que las subsecuentes exposiciones universales adoptarían.

Por otra parte, debemos considerar que como Bloom apunta, no existen cosas tales como exposiciones neutrales ni discursos expositivos neutrales y por supuesto, la exposición del Palacio de Cristal no fue la excepción; en el caso de las manufacturas provenientes de algunas colonias, éstas fueron catalogadas como si se tratasen de simples materias primas, asignándoles a cada una, no una descripción referente a su significado cultural, a su estética o incluso a sus técnicas de elaboración, sino asignándoles –en el caso de manufacturas hechas con materias orgánicas- simplemente la clasificación taxonómica correspondiente a los materiales con los que habían sido elaborados¹²⁹. Con tal presentación, se pretendía dejar en claro la superioridad de Inglaterra como potencia industrial seguida por algunos otros países europeos y por los Estados Unidos, mientras que al mismo tiempo, se subrayaba el estancamiento y el “primitivismo” de las producciones de los países no occidentales.

Podría pesarse que dado que en este discurso expositivo, el progreso de una nación era entendido como el grado de su desarrollo tecnológico, la moraleja que dejaba la Exposición del Palacio de Cristal a los países menos desarrollados, era que emulando a Inglaterra en su desarrollo industrial, estos podrían

¹²⁷ Tenorio Trillo, M. (1998). *Artilugio de la nación moderna. México en las exposiciones universales 1880-1930*. México, Fondo de Cultura Económica, pp. 173

¹²⁸ Pointon, Marcia R. (1994). *Art apart: art institutions and ideology across England and North America*. Manchester University Press, pp. 76

¹²⁹ Young, Paul (2008). “Mission impossible: Globalization and the Great Exhibition” en Auerbach, Jeffrey A. and Hoffenberg, Peter H. (Eds.). *Britain, the Empire, and the World at the Great Exhibition of 1851*. London, Ashgate Publishing, Ltd., pp. 16

alcanzar la civilización deseada. Sin embargo, esto no fue así; alejándose del tema industrial, Inglaterra proclamó que su deber moral era el de ayudar a las naciones “menos civilizadas” a alcanzar el progreso. Pero la ayuda que se tenía en mente no consistía en la transferencia tecnológica ni en la difusión de los conocimientos científicos y tecnológicos necesarios para alcanzar un cierto grado de industrialización sino el de incorporar a las naciones primitivas en los mercados internacionales a través de la producción de materias primas de interés comercial para las grandes potencias: “Alentar a las naciones menos civilizadas para producir materias primas no sólo coincide con nuestro interés como manufactureros y comerciantes sino también con nuestros deberes humanos”¹³⁰ afirmaba John Tallis en su *“History and Description of the Crystal Palace”* uno de los libros más populares sobre la exhibición escrito en 1852. Así al final de cuentas Inglaterra no adoptó una idea de progreso determinado por la tecnología sino la idea del progreso capitalista que Adam Smith había desarrollado en *“The Wealth of Nations”*.

La exposición del Palacio de Cristal no pudo ser más exitosa: Además de su gran poder de convocatoria - pues durante los cinco meses que duró la exposición, ésta fue visitada por seis millones de personas equivalentes a la tercera parte de la población inglesa de la época- su discurso sobre alcanzar el progreso mediante la competitividad económica internacional, no sólo fue emulado por otras potencias mundiales, sino que a la larga, llegaría a convencer a muchos países periféricos como México de convertirse en proveedores de materias primas¹³¹.

¹³⁰ Tallis, John (2008) citado por Paul Young en “History and Description of the Crystal Palace” Jeffrey A. Auerbach, Peter H. Hoffenberg. London, Ashgate Publishing, Ltd., pp. 18

¹³¹ Como lo ha señalado Trigo: “En las grandes exposiciones mundiales del siglo XIX, México ambicionaba participar de las ventajas económicas y de los efectos civilizadores del comercio. La elite porfiriana creó comisiones de comercio para promover las habituales materias primas de México, muchas de las cuales, se creía, todavía tenían que ser descubiertas por los mercados internacionales. Se esperaba a que esos productos dieran a México un lugar en la economía mundial.” Tenorio Trillo, M. (1998). *Artifugio de la Nación Moderna: México en las Exposiciones universales, 1880-1930*. México, Fondo de Cultura Económica, pp. 18. Pero, aquí vale la pena detenernos un poco para hablar sobre las consecuencias de estas políticas pues éstas aun hoy en día convencen y se encuentran más que vigentes; Bajo las supuestas virtudes “civilizatorias” de la competencia en los mercados internacionales y bajo las también aparentes intenciones altruistas del imperio inglés se escondía, como una bomba de tiempo, el peligroso origen de la ideología de la competitividad, la cual como hemos dicho antes, estaba ligada al darwinismo social y a la idea de la supervivencia del más apto. Así en la década de 1870 se llevó a cabo uno de los peores genocidios de los que la historia occidental y los defensores del libre mercado, han preferido olvidar. Bajo el régimen del Raj inglés, la India se convirtió en el principal exportador de granos y materias primas para el mercado inglés. Este nuevo orden económico supuso grandes cambios no sólo en cuanto a la orientación de la producción hindú a las demandas internacionales sino también, en cuanto a las mismas estructuras económicas y sociales dentro de la India. En algunos distritos, como en el de Deccan, el cultivo de granos para el consumo humano fue sustituido por el cultivo de algodón lo que repercutió en la seguridad alimentaria de vastas zonas. Las pequeñas tiendas locales que desde tiempos antiguos se habían erigido para almacenar alimentos y hacer frente a las sequías y a las posibles hambrunas fueron desplazadas por los grandes mercados. Además, la antigua costumbre que obligaba a las clases altas a repartir sus reservas de alimentos entre los pobres en caso de hambruna, así como la solidaridad tribal y las fuertes regulaciones de los mercados locales en tiempos de crisis fueron sustituidos por las nuevas reglas de los mercados internacionales. Así, cuando en el año de 1876 se produjo una gran sequía, la gente no pudo evitar morir de hambre pues era incapaz de comprar alimentos a precios que se disparaban y que, al estar ligados al libre mercado, reaccionaban ante la escasez. Peor aún, aunque en varios puertos indios se encontraban almacenados suficientes granos como para afrontar la crisis, antes que distribuirlos entre la población o controlar los precios, el Raj inglés prefirió llevar a cabo una importación record pues, según la

Por otra parte el éxito de la Exposición del Palacio de Cristal tuvo otras repercusiones: Al terminar la exposición se decidió que la imagen que ésta había proyectado al mundo debía perpetuarse a través de la fundación de una institución permanente: El Victoria and Albert Museum y más tarde el Science Museum de Londres. Además, muchas capitales europeas se dieron a la tarea de organizar a su vez otras exposiciones para demostrar su propio poderío, lo que desencadenó un gran movimiento que ya para 1900 se había extendido no sólo a Estados Unidos sino también a algunas colonias europeas localizadas al sur de Asia, Australia y el norte de África.

En todos los casos, los organizadores y promotores de las Exposiciones fueron principalmente funcionarios de gobierno, líderes industriales y comerciantes y científicos, quienes aunque no tenían los mismos intereses sobre las Exposiciones, encontraron felices coincidencias para lograr sus objetivos: Por una parte los planes expansionistas de los gobiernos coincidían muy bien con los intereses de industriales y comerciantes interesados en buscar nuevos mercados y fuentes de materias primas. Por su parte, estos dos grupos coincidían en reconocer la experiencia de algunos científicos en clasificar y ordenar colecciones así como de ser quienes podrían llevar el prestigio de la ciencia para dar sustento a los discursos y lecciones sobre la civilización y el progreso. Como lo ha señalado Rydell, en Estados Unidos la contribución más frecuente a las exhibiciones científicas provino del *Smithsonian Institution*. Dado que esta institución había sido fundada para “incrementar y difundir el conocimiento entre los hombres”, sus científicos participaban gustosamente con tal empresa pues esto les permitía llevar a audiencias mayores el trabajo de sus investigaciones.

Así, al igual que las cámaras de las maravillas de los siglos XV y XVI, con el tiempo, las exposiciones universales llegaron a convertirse no sólo en lugares donde se exponían artefactos y objetos, sino en ser representaciones que pretendían abarcar la imagen del mundo en su totalidad. Por supuesto, dicha imagen no pudo haber sido construida sin la ayuda de dos ingredientes principales: la idea del progreso y la ciencia. La idea del progreso proporcionaba una perspectiva histórica la cual, a la vez que permitía proyectar una visión optimista hacia el futuro, también daba la ocasión para la evaluación del pasado y el presente. En cuanto a la proyección hacia el futuro, las innovaciones científicas y tecnológicas se utilizaban para convencer al público sobre la conexión necesaria entre desarrollo científico y tecnológico y el progreso nacional. Desde esta perspectiva la ciencia no sólo favorecía al progreso social sino que era ésta quien lo determinaba. En cuanto al pasado, la ciencia cumplía una doble función: Por una parte,

ortodoxia del libre mercado, esta sería la solución natural ante tal crisis. La hambruna se extendió por un periodo de dos años causando la muerte de 8.2 millones de personas. Para justificar estas muertes, el imperio británico a menudo invocó principios malthusianos combinados con la teoría del *laissez faire* y del darwinismo social. Por ejemplo, Lord Lytton virrey de la India en turno, declaró que la población hindú “*has a tendency to increase more rapidly than the food it raises from soil*” y que “*Every benevolent attempt made to mitigate the effects of famine and defective sanitation serves but to enhance the evils resulting from overpopulation.*” Así, como lo ha expresado Mike Davies “*Millions died, not outside the 'modern world system', but in the very process of being forcibly incorporated into its economic and political structures. They died in the golden age of Liberal Capitalism; indeed, many were murdered ... by the theological application of the sacred principles of Smith, Bentham and Mill.*” Davis, Mike (2002). *Late Victorian holocausts: El Niño famines and the making of the third world*. London: Verso, pp. 9

era el instrumento confiable y autorizado con el que el pasado podía ser estudiado y por otra, era ella misma y la tecnología la vara con la que todo pasado o presente podía ser medido.

La perspectiva histórica de las Exposiciones abrió una amplia curiosidad entre el público europeo y norteamericano quienes desde hacía tiempo habían desarrollado una extraño gusto mezcla de la fascinación por las costumbres exóticas de los pueblos no occidentales e ideas racistas sobre las capacidades humanas.

Como Adas¹³² señala, durante esta época, las ideas racistas sobre el color de la piel se habían desplazado hacia las diferencias en las capacidades mentales y morales de las distintas razas. Así, una de las preocupaciones centrales de los intelectuales europeos y norteamericanos fue la de encontrar pruebas sobre la existencia de dichas diferencias. Para confirmar éstas ideas, los logros científicos y tecnológicos fueron frecuentemente citados como evidencia de las habilidades e ineptitudes raciales. Por ejemplo, James Hunt, fundador de la Sociedad Antropológica de Londres, sostenía la inferioridad de la raza negra al afirmar que ésta, en toda su historia no había producido un sólo científico o inventor y, aunque admitía que algunos pueblos africanos sabían cómo trabajar los metales y que producían un buen número de herramientas, afirmaba que en todos los casos, estas técnicas habían sido imitadas por contacto con los europeos¹³³. Aquí es necesario abrir un breve paréntesis; aunque pudiéramos pensar que las ideas que vinculaban a la ciencia con la superioridad racial y cultural quedaron confinadas al siglo XIX, en la actualidad este tipo de ideas se mantienen al suponer que la ciencia es y ha sido un fenómeno puramente occidental. Al igual que James Hunt para quien, toda ciencia y todo tipo de invento digno de mención, provenía de Europa y para quien, en última instancia, era la originalidad y no los desarrollos posteriores de imitadores lo que mostraba la superioridad europea, en la década de los 90's del siglo XX el biólogo Paul R Gross y el matemático Norman Levitt autores del libro "Higher Superstition"-obra que inspiraría la "guerra de las ciencias"- afirmaban:

*"Science, as the term is now understood is moreover uniquely associated with western culture. It arose only once, an invention that is unlikely to be repeated in detail no matter how many cultures and peoples eventually come to produce fine scientist. In hundred years, the greatest theoretical physicist in the world may well be a Maori or Xhosa by descent; he-or she as may well be the case- will nonetheless be Western in the most important aspect of his or her temperament."*¹³⁴

¹³² Adas, Michael (1990). *Machines as the Measure of Men: Science, Technology, and Ideologies of Western Dominance*. Ithaca, New York Cornell University Press, pp. 154

¹³³ Estudios recientes han demostrado que la metalurgia en el África negra se desarrolló mucho antes del contacto con pueblos europeos. Por ejemplo, se ha encontrado que en la antigua Meroe capital del reino de Kush (Nubia) se produjeron artefactos de hierro que datan del periodo de 300 a de C. al 370 d. C. Estimaciones hechas a partir de la escoria encontrada sugieren que en este sitio se procesaban entre 30 y 200 kg. De hierro diarios y que esta tasa de producción se mantuvo por alrededor de 400 años. Abdu, Brook., Gordon, Robert. (2004). "Iron artifacts from the land of Kush". *Journal of archaeological science*, 31(7), 979-998.

¹³⁴ Gross, Paul R. and Levitt, Norman. (1997). *Higher superstition: The academic left and its quarrels with science*. Baltimore, JHU Press, pp.219

Las explicaciones científicas sobre los fenómenos naturales y sociales cobraron cada vez más relevancia dentro de las Exposiciones y fueron éstas quienes proveyeron de una visión parcial pero crucial para la interpretación y popularización de ideas evolucionistas sobre las razas y el progreso.

Con la participación de un buen número de científicos deseosos de divulgar sus investigaciones, las colecciones de las Exposiciones se ampliaron aún más, particularmente las muestras etnográficas. Así, etnólogos, antropólogos y naturalistas viajaban por todas partes del mundo para coleccionar muestras que serían exhibidas en las Exposiciones Universales.

Dentro de los científicos del Smithsonian que, sin lugar a dudas, fue uno de los más activos colaboradores de las Exposiciones Norteamericanas se encontraba G. Brown Goode un reconocido ictiólogo que se había destacado también por sus estudios en física, astronomía, filología comparativa y era versado en antropología e historia norteamericana. Sin embargo, la pasión principal de Goode eran los museos, los cuales consideraba íntimamente relacionados con las Exposiciones; ambos –pensaba– “poseían un gran poder educativo así como un vasto potencial para crear la buena ciudadanía necesaria para el avance de la civilización”¹³⁵

Goode realizó muchas aportaciones al campo de la museografía por ejemplo, el uso de cédulas explicativas, algunas técnicas de instalación y la creación de vitrinas prefabricadas son de su invención, pero lo que es importante destacar aquí, son los cambios que Goode introdujo en la forma de exhibir las colecciones etnográficas; Como Cole¹³⁶ señala, apartándose de la tradicional forma de clasificar las colecciones etnográficas, las cuales habían estado basadas en “razas y tribus”, Goode decidió en colaboración con Otis T. Manson- antropólogo asistente del National Museum en Washington- que esta clasificación era menos satisfactoria que la clasificación basada en “funciones”, es decir, en aquella que mostraba la idea de Pitt-Rivers de que todos los artefactos creados por el hombre cumplían con las mismas funciones de adaptación y supervivencia que algunas estructuras biológicas como garras, colmillos o pelaje. La exposición debía ser organizada para mostrar la evolución de cualquier clase de industria u objetos a través de una serie que comenzara en los objetos más simples y terminara –según sus palabras- en “los más perfectos y elaborados objetos de la misma clase que el esfuerzo humano ha producido”. “Al adoptar no sólo los usuales materiales arqueológicos y etnológicos, estos proveerían la idea de un continuo que iba desde la prehistoria hasta la historia, de lo primitivo hasta lo civilizado. Al final de una serie de transportes terrestre debía estar la máquina de vapor representando al siglo XIX, es decir la culminación del desarrollo que había comenzado con mecapales y patines.”¹³⁷

El discurso expositivo ideado por Goode y Manson coincidía plenamente con lo que Williams¹³⁸ ha señalado como uno de los propósitos principales de todas las exposiciones universales, el cual se resumía en una frase popular de la época: enseñar “las lecciones de las cosas”. Por “cosas”- dice

¹³⁵ Rydell, Robert. W. (1987). *All the world's a fair: visions of empire at American international expositions, 1876-1916*. University of Chicago Press, pp. 43

¹³⁶ Cole, Douglas. (1995). *Captured heritage: the scramble for Northwest Coast artifacts*. Vancouver, B.C. UBC Press, pp. 113

¹³⁷ Ibid Cole pp. 113

¹³⁸ Williams, Rosalind H. (1991). *Dream Worlds: Mass Consumption in Late Nineteenth-Century France*. University of California Press, pp. 58

Williams- se entendía la mayor parte del tiempo los recientes productos del conocimiento científico y de la innovación tecnológica que revolucionaban la vida cotidiana y por “lecciones” el reconocimiento de los beneficios sociales que estos progresos materiales e intelectuales traían. La etnología y la antropología se convertían así en ciencias destinadas a hacer apologías de los avances de otras ciencias.

Por supuesto, la clasificación de Goode no sólo se prestaba para una única lectura, es decir, aquella basada en “funciones”, sino que se acomodaba muy bien a las interpretaciones racista sobre las capacidades humanas de las que ya hemos hablado.

Pero si este tipo de exhibiciones abrían la puerta a interpretaciones racistas apoyadas por la ciencia, este tipo aserciones llegaron a su zenit con otro tipo de “muestras etnológicas”: los zoológicos humanos.

Como Baéz y Manson¹³⁹ señalan el origen de las exposiciones antro-po-zoológicas se encuentra en las décadas de los años setenta y ochenta del siglo XVIII cuando el reconocido naturalista George-Louis Leclerc, conde de Buffon aprobó un plan para crear una colección de fieras de todo el mundo, en la cual los pueblos indígenas serían exhibidos al lado de la flora y la fauna.

No obstante que en Europa la tradición de raptar y exhibir seres humanos como atracciones era ya bastante antigua, en las Exposiciones Universales éste tipo de espectáculos cobraron un nuevo significado; el de confirmar teorías evolucionistas sobre la raza y el progreso. Así, a la mayoría de las capitales imperiales fueron llevados hombres, mujeres y niños procedente de todas partes de África, Asia, América y las Islas del Pacífico para ser exhibidos ante el público occidental deseoso de entretenimiento y “educación”.

Una de las primeras exposiciones universales donde se exhibieron seres humanos fue la Exposición Universal de París de 1889 que visitada por 50 millones de personas. En esta exposición se montó un pabellón que trataba sobre la historia de la habitación humana y cuya intención era mostrar “la marcha de la humanidad en el transcurso de las edades”. El creador de esta exposición fue el arquitecto Charles Garnier quien había edificado la Opera de París. El sistema de clasificación ideado por Garnier se asemejaba mucho al de Goode pero esta vez la evidencia de la evolución humana y las “lecciones de las cosas” serian presentadas a través de la arquitectura. Garnier inventó un sistema de clasificación para mostrar la evolución de la humanidad desde los estados más primitivos hasta la civilización a partir de la reproducción de viviendas de diversas culturas que representaban “casos ideales”. El orden en que se presentaba esta exposición era cronológico pero también podía ser aplicado a cualquier ejemplo contemporáneo. La exposición comenzaba con las cuevas de los hombres prehistóricos, las chozas de las tribus de cazadores, pasando por las viviendas fenicias, egipcias y romanas, etc. y finalizando con las casas citadinas modernas. En éste mismo recinto se hicieron reproducciones de aldeas de algunos grupos étnicos y se colocaron ahí a los 400 nativos que habían sido llevados expreso para la exposición. A estos grupos de personas podía vérselos realizando lo que se pensaba, eran sus actividades cotidianas. Aunque como algunos autores señalan, muchos de estos “casos ideales” eran

¹³⁹ Baez Christian y Manson, Peter (2005). *Zoológicos Humanos. Fotografías de fueguinos y mapuche en el Jardín D'acclimatation de París, siglo XIX*. Santiago de Chile, Biblioteca Bicentenario. Editorial Pehuen, pp. 17

más bien producto de la imaginación de Garnier, esto no fue impedimento para realizar comparaciones entre las viviendas de los diversos grupos étnicos actuales y situarlos dentro de esta escala evolutiva. Además, para resaltar aún más la diferencia entre los pueblos primitivos y los civilizados, se recurrió a dos estrategias; la primera fue que se decidió que los visitantes, antes de entrar “ al templo de la vida moderna” debían pasar por la exhibición de Garnier que a manera de prólogo, contase la historia del ascenso de la humanidad hacia la civilización Este templo de la modernidad estaba representado por el pabellón de las maquinas –un gran salón alargado donde los visitantes podían observar desde arriba como giraban las enormes ruedas y engranajes de las máquinas de vapor, locomotoras y telares- y la recién inaugurada torre Eiffel, cuya arquitectura de hierro e imponente tamaño era el producto y evocaba la ingeniería que había dado paso a dos de los inventos más importantes del siglo XIX; la máquina de vapor y el ferrocarril. Así se decidió colocar esta exposición a los pies de la torre Eiffel. Como Tenorio ha señalado, la popularidad de esta exposición se basó en gran medida en el contraste que ofrecía las chozas de los pueblos exhibidos con la vista de la torre, en cuya cima se encontraban una gran variedad de aparatos para la investigación meteorológica, aeronáutica y de comunicación.

La segunda estrategia que se siguió para resaltar aún más el primitivismo de los pueblos indígenas fue hecha a iniciativa de los empresarios que habían llevado a estos grupos de personas a la exposición y la cual consistía en presentarlos como seres de costumbres repulsivas y salvajes. Para dar un ejemplo elocuente de estas prácticas citamos al sacerdote alemán y especialista en etnias fueguinas Martin Guside quien fue testigo de esta exposición dedicada, irónicamente, a celebrar cien años de libertad, igualdad y fraternidad:

“Como alguien que hace un negocio mostrando criaturas salvajes, cierto Maurice Maitre raptó en la bahía de San Felipe, a fines de 1888, a toda una familia selk’nam , que constaba de once personas y con pesadas cadenas los llevó “cual tigres de Bengala” a Europa. Dos de ellos murieron en el viaje. En la exposición mundial de Paris de 1889, estos desgraciados fueron presentados tras pesadas rejas, como “caníbales” ante el público curioso. A determinadas horas les arrojaban carne de caballo cruda; intencionalmente los mantenían en suciedad y total abandono para que realmente tuvieran la apariencia de salvajes. Bajo las mismas condiciones los expusieron, poco después, en el Royal Westminter Aquarium de Londres....El empresario confesó abiertamente que sólo pretendía “*to obtain a commercial success.*”¹⁴⁰

Gracias al éxito de esta exposición, la cual no sólo fue popular entre los ciudadanos comunes sino también entre algunas sociedades científicas quienes vieron la oportunidad de realizar estudios antropométricos, anatómicos o etnográficos en los pueblos exhibidos, este tipo de exhibiciones pronto se expandieron hacia otros países.

Así, en la World’s Columbian Exposition de 1893 -que fue visitada por 28 millones de personas- fueron llevados indígenas de Java, Samoa, Dahomey, Egipto y Norte América. En la exposición Británica de 1899 se incluyó un “Kaffir- Kraal” es decir, un grupo de chozas sudafricanas rodeadas por una empalizada donde se mostraba la vida salvaje del continente negro a través de la exposición de 174 nativos al lado

¹⁴⁰ Citado por Báez y Manson en *Zoológicos Humanos. Fotografías de fueguinos y mapuche en el Jardín D’acclimatation de Paris, siglo XIX*. Santiago de Chile, Biblioteca Bicentenario. Editorial Pehuen, pp. 49

de animales. En la exposición de Buffalo se exhibieron grupos de indios norteamericanos, mexicanos, un grupo de 1200 filipinos y un grupo de africanos situados cerca de una jaula donde un chimpancé era presentado como el “eslabón perdido”, etc.

Cabe señalar que la exhibición de seres humanos muchas veces iba acompañada por las celebraciones de las conquistas coloniales. Por ejemplo en la Exposición de París, un grupo de tuaregs fue expuesto después de la conquista francesa de Tombuctú en 1894, lo mismo que la exposición de un grupo de “amazonas” siguió al derrocamiento del Rey Behanzin del antiguo reino africano del Dahomey en el actual Benín.

Como hemos dicho antes, uno de los principales objetivos de las exposiciones universales era el de enseñar “las lecciones de las cosas”. Estas lecciones además de estar encaminadas en lograr el aprecio del público por la ciencia y la tecnología, tenían un evidente sesgo político: por una parte al presentar a la ciencia y a los productos de la innovación tecnológica como la cúspide de los logros humanos y como productos exclusivos de la civilización occidental, se intentaba desdibujar las diferencias sociales que en estas mismas sociedades existían. Por ello, quizás como Williams sugiere, Garnier fue muy cuidadoso en no realizar comparaciones ni situar dentro de su propia escala, las viviendas de sus propios compatriotas obreros y campesinos. El mensaje era claro; cualquier hombre o mujer occidental podría considerarse a sí mismo como “rico” (aunque fuese solo en potencia) por el simple hecho de pertenecer a una cultura superior que derrochaba progreso material.

Por otra parte, en países como en los Estados Unidos donde existían minorías étnicas y las relaciones interraciales eran tensas, la precariedad económica y política de estas minorías podía explicarse fácilmente como una extensión de su herencia salvaje.

Este último caso se aplicó claramente en World’s Columbian Exposition de Chicago en 1893. La exposición de Chicago fue inspirada en la Exposición de París de 1889 y al igual que en París, en esta exposición el progreso fue representado a través del contraste que ofrecían la exposición de pueblos “primitivos” con los modernos avances científicos y tecnológicos. Las “exhibiciones etnológicas” se colocaron a la entrada y a lo largo de una gran avenida llamada Midway Plaisance que desembocaba en la llamada “Ciudad Blanca”. Esta última, fue un complejo expositivo donde podían encontrarse los últimos avances científicos y tecnológicos de la época como la iluminación eléctrica de las compañías General Electric respaldada por Thomas Edison y la Westinghouse que mostraba los inventos de Nicolás Tesla.

A pesar de la insistencia de algunos miembros de la comunidad afroamericana de participar en la organización de esta exposición y de tener su propio pabellón, sus voces no fueron escuchadas. Por el contrario, sus propuestas pasaron siempre a través de un comité conformado exclusivamente por blancos quienes, en el mejor de los casos, las relegaron a las partes de la exposición menos notorias. Esto último y el hecho de que algunas otras exposiciones producidas por compañías privadas y por algunas instituciones científicas que ridiculizaba abiertamente a los negros y que invitaba al público blanco a realizar comparaciones entre los “salvajes” y “caníbales” pueblos africanos con sus contemporáneos afroamericanos, desencadenó una serie de reacciones y opiniones no del todo

uniformes dentro de la comunidad afroamericana. Por ejemplo, el abogado por los derechos civiles y anterior esclavo Frederick Douglas, sin poder apartarse del discurso dominante sobre la civilización y la barbarie declaró:

*“Measure the Negro but not by the standard of the splendid civilization of the Caucasian. Bend down and measure him from the depths out of which he has risen”*¹⁴¹

Por su parte, algunos prominentes afroamericanos incluyendo a la activista por la cruzada anti-linchamientos Ida B. Wells, el educador Irvine Garland Penn, el periodista y abogado Ferdinand L Barnett y el mismo Frederick Douglas decidieron publicar un folletín titulado *“The reason Why the Colored American is not in the World’s Columbian Exposition”* en el cual se narraban los desprecios y la discriminación que habían recibido los afroamericanos en los organizadores de la exposición. En este escrito se argumentaba que el progreso y la industrialización de Estados Unidos no podían entenderse sin el trabajo tanto de esclavos negros como de afroamericanos libres. En este mismo libro, Irving Garland Penn contribuyó con un capítulo donde se detallaba la educación, la inventiva y la creatividad de los afroamericanos así como algunas aportaciones que esta comunidad había ofrecido al desarrollo cultural e industrial de los Estados Unidos. Dentro de este capítulo también se encontraba una lista de las aportaciones afroamericanas a la ciencia y la tecnológica. Por ejemplo, en él se señalaba que en el Provident Hospital of Chicago, institución fundada por la comunidad afroamericana para permitir la práctica médica que normalmente era negada a médicos y enfermeras afroamericanas, fue llevada a cabo la primera cirugía exitosa a corazón abierto en los Estados Unidos por el Dr. Daniel Hale Williams. En cuanto a la tecnología, Garland Penn elaboró una lista parcial de 73 patentes concedidas por los Estados Unidos a algunos inventores afroamericanos¹⁴². Esta cifra resulta muy significativa si consideramos que apenas hacia 28 años se había logrado abolir la esclavitud en los Estados Unidos (1865) y que apenas hacia 32 años se había permitido que los negros patentaran sus inventos (1861). Dentro de esta lista se encontraban algunos aparatos de vanguardia tecnológica para su época. Por ejemplo, un aparato que permitía mandar mensajes telegráficos y telefónicos por un mismo cable, un sistema de comunicación diseñado para mandar mensajes telegráficos desde un tren en movimiento y un sistema para mejorar el desempeño de las calderas de las máquinas de vapor diseñados por Granville T. Woods. Algunas de estas patentes fueron compradas por las mismas General Electric, la Bell Telephone y la Westinghouse que sí pudieron estar presentes en la exposición. También en esta misma lista se encontraban algunos de los inventos de Elijah Mac Coy -quien invento una máquina de vapor y un sistema para lubricar trenes en movimiento- y una máquina de armado automático de zapatos inventada por Jan Matzeling gracias a la cual, el precio de los zapatos se redujo en un 50% dentro de los Estados Unidos.

Con el tiempo, las exposiciones universales poco a poco dejaron de exhibir seres humanos. Sin embargo, algunas otras cosas se mantuvieron. Por ejemplo, si consideramos que la violencia puede tomar muchas formas y que es un continuo que va desde la negación del otro hasta la coerción, la violencia se mantuvo

¹⁴¹ Citado por Rydell, Robert. W. (1987). *All the world's a fair: visions of empire at American international expositions, 1876-1916*. Chicago, University of Chicago Press, pp. 53

¹⁴² Wells, I. B., Douglass, F., Irvine Garland, P. E. N. N., Ferdinand, L., and Rydell, W. (1893). *The Reason Why the Colored American Is Not in the World's Columbian Exposition*. Urbana and Chicago: University of Illinois Press.

al no reconocer las aportaciones de las culturas no occidentales a campos tan valorados por la cultura occidental como la ciencia y tecnología. Otra cosa que se mantuvo en los discursos de las exposiciones fue la idea del fuerte vínculo entre el progreso social y la ciencia y la tecnología así como la idea de que eran estas dos últimas, las que guiaban a la humanidad hacia su ascenso. En la exposición de Chicago de 1933 por ejemplo, esta idea pudo verse cristalizada en una escultura que se encontraba a las afueras del edificio dedicado a las ciencias de la física, la química, las matemáticas y la biología. La escultura llamada "*Science advancing Mankind*" representaba a un hombre y a una mujer siendo conducidos por la ciencia, esta última, personificada en un enorme robot, cuyas manos se posaban, como empujando, las espaldas de las dos figuras humanas¹⁴³.

1.6.4 Comparación entre las ideas sobre el desarrollo social del siglo XIX y las que actualmente se sostienen

Como hemos visto hasta aquí, las ciencias sociales, en particular la antropología y la sociología, nacieron como un intento de explicar los fenómenos culturales y sociales desde un punto de vista científico. Ambas disciplinas fueron inspiradas en el poder predictivo y, en algunos casos, en los resultados que otras ciencias más antiguas, habían logrado alcanzar. Sin embargo, sus primeras teorías, enfocadas principalmente a explicar la evolución o el progreso social y cultural, tuvieron que ser abandonadas por que poco a poco se reconoció que estas, más que teorías científicas, eran doctrinas cargadas de una ideología etnocentrista y de entidades metafísicas. El denominador común en todas estas teorías fue siempre la idea de que la humanidad se encuentra predestinada a cumplir ciertas metas y que, son éstas, las que guían el rumbo de las sociedades. Aunque las metas que cada teoría planteó eran distintas, por ejemplo, incrementar la racionalidad, el bienestar económico, el conocimiento o el consumo, a través del comercio, la división social del trabajo, la tecnología o la ciencia, cada una de ellas suponía una única dirección que debería ser seguida por toda la especie humana. Así, la teleología aplicada a los procesos sociales y culturales exigía un sólo destino para todos y decretaba el fin de todas las disidencias y pluralidad de opiniones que pudieran existir al respecto. Otra característica que resalta de todas estas teorías es la creencia de que las agrupaciones humanas producen entidades "supra-orgánicas" que, cómo lo ha indicado Karl Popper¹⁴⁴, no son el resultado de la suma de las acciones y deseos individuales, sino son el producto de una sola actividad que adquiere vida propia y que actúa sobre los individuos modelando su destino. Así, los individuos no pueden escapar al dominio de estas entidades pues, su pertenencia a ésta, no es un acto de elección. Además, una de las peculiaridades de estas entidades metafísicas es que invierten el orden entre los fines y los medios. El ser humano no es ya quien utiliza al mercado, a la tecnología o a la ciencia para definir y conseguir ciertos fines, sino que es ahora el mercado, la tecnología o la ciencia, quienes utilizan a las personas para garantizar su existencia y su propio progreso. Con todo esto, es más o menos fácil encontrar el vínculo entre la teleología aplicada a los procesos sociales y el totalitarismo; así como en los regímenes totalitarios no es

¹⁴³ Rydell, R. W. (1993). *World of fairs: the century-of-progress expositions*. Chicago, University of Chicago Press, pp. 101

¹⁴⁴ Thornton, Stephen, "Karl Popper", *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Spring 2013 Edition), Edward N. Zalta (ed.), <http://plato.stanford.edu/archives/spr2013/entries/popper/>

ya el Estado para el hombre sino es el hombre para el Estado, la teleología logra instrumentalizar a los seres humanos y convertirlos en partes de un engranaje que marcha hacia una situación deseada.

Otro punto importante de resaltar es el siguiente; como hemos visto, cuando las teorías sobre el progreso social y cultural fueron llevadas a las prácticas y a los discursos de la época, dieron como resultado que aquellos ideales democráticos que inicialmente fueron inspirados en la dignidad del ser humano y que habían sido concebidos como derechos universales, dejaron de serlo y se convirtieron en los derechos exclusivos de unos cuantos. La libertad de los pueblos y su derecho a la autodeterminación sucumbieron ante el colonialismo justificado por teorías que, como lo ha descrito O’Gorman¹⁴⁵, suponían que la naturaleza humana podía darse en distintos grados; en aquellos pueblos, donde ésta se realizaba cabalmente, su destino era el ejercicio de la libertad, mientras que aquellos pueblos deficientes y menoscabados por naturaleza, su destino era el de sujetarse al régimen que les fuese impuesto.

Por su parte, la igualdad en los derechos sociales, políticos y económicos así como la igualdad en la misma esencia humana fueron una y otra vez negadas por teorías que buscaban encontrar todo tipo de diferencias para negar precisamente estas igualdades.

Por último, cuando tanto la libertad como la igualdad entre los hombres fueron negadas, la fraternidad entre los pueblos perdió todo sentido y fue sustituida por el gusto hacia la humillación y la denigración del otro.

A pesar de que actualmente estas teorías sobre el progreso social han logrado salir de los círculos académicos de las ciencias sociales, sorpresivamente muchas de las ideas que se generaron dentro de ellas, como veremos, fueron acogidas y encontraron a sus más férreos defensores dentro de algunos sectores de aquellos círculos científicos que tradicionalmente habían sido los más duros críticos del etnocentrismo y la metafísica: los científicos naturales o de las ciencias “duras”. Por supuesto, aunque la razón de éste hecho invita a una lectura política, nuestro objetivo aquí no es llevar a cabo dicho análisis sino simplemente señalar algunos vínculos entre las ideas del progreso social y algunas de las prácticas que se dieron alrededor de ellas en los siglos XVIII y XIX con algunas ideas y prácticas que actualmente se sostienen dentro de algunos círculos científicos y dentro de las instituciones que promueven a la ciencia y a la tecnología como motores del desarrollo social.

A continuación presentamos algunos de los vínculos más importantes.

Ciencia y cultura global

Ya hemos señalado el vínculo que existe entre el pensamiento teleológico y el autoritarismo. Sin embargo, también debemos señalar que la teleología aplicada a los procesos sociales requiere de una premisa básica, esto es, la existencia de una “cultura global”. La existencia de una cultura global presupone que si bien existen diferencias apreciables en los rasgos culturales de los pueblos o que cada

¹⁴⁵ O’Gorman, Edmundo (1979). *Cuatro historiadores de Indias*. México, Editorial SEP Setentas Diana. Primera Edición, pp. 99

sociedad posee sus propias particularidades, lo que unifica a la humanidad en una sola cultura es que, como especie, todos compartimos un mismo conjunto de aspiraciones y deseos fundamentales. Sí se acepta que las aspiraciones y deseos divergen y que cada sociedad y cultura asigna un peso distinto a estos supuestos deseos o aspiraciones fundamentales o, incluso, que existen distintas formas culturales de aproximarse al cumplimiento de aspiraciones similares, también tendría que aceptarse que las metas que cada cultura desea alcanzar pueden ser divergentes y son legítimas. Por tanto, sin la premisa de la existencia de una cultura global no es posible proclamar ningún tipo de teoría teleológica sobre el progreso social, ni es posible justificar el dominio de una cultura o grupo sobre las demás apelando a una jerarquía. Ahora veamos cómo funciona actualmente de esta idea:

Muchos organismos internacionales han reconocido que, debido a los procesos de globalización y a que el mundo se encuentra cada vez más interconectado, se han generado una serie de problemas ambientales y desigualdades económicas, políticas y sociales cuya solución requiere, debido a su origen, de la cooperación internacional. Sin embargo, aunque la solución a estos problemas se plantean como metas globales, algunos de estos organismos han sido sumamente cuidadosos en no caer en el discurso decimonónico de que estas metas unifican a la humanidad en una sola cultura y que es necesario adoptar un sólo modelo dominante para dar solución a estos problemas. Por ejemplo, la UNESCO ha lanzado la iniciativa de "Las sociedades del conocimiento" cuya esperanza es que haya un cambio en los modelos de desarrollo tradicionales "basados en la idea de que eran necesarios inmensos sacrificios para alcanzar el crecimiento al cabo de largo tiempo y a costa de desigualdades muy considerables e incluso de un profundo autoritarismo"¹⁴⁶ por otros modelos de desarrollo basados en "el conocimiento, la ayuda mutua y los servicios públicos". En esta iniciativa la UNESCO ha sido muy enfática en señalar la pluralidad del término "sociedades del conocimiento" y en rechazar cualquier clase de determinismo tecnológico:

"La noción de la sociedad de la información se basa en los progresos tecnológicos. En cambio, el concepto de sociedades del conocimiento comprende dimensiones sociales, éticas y políticas mucho más vastas. El hecho de que nos referimos a sociedades en plural, no se debe al azar, sino a la intención de rechazar la unicidad de un modelo dominante "listo para usarse" que no tenga suficientemente en cuenta la diversidad cultural y lingüística, único elemento que nos permite a todos reconocernos en los cambios que se están produciendo actualmente. Hay siempre diferentes formas de conocimiento y cultura que intervienen en la edificación de las sociedades, comprendidas aquellas muy influidas por el progreso científico y técnico moderno. No se puede admitir que la revolución de las tecnologías de la información y la comunicación nos conduzcan- en virtud de un determinismo tecnológico estrecho y fatalista- a prever una forma única de sociedad posible"¹⁴⁷

En contraste, la reunión anual de la "American Association for the Advancement of Science" (AAAS por sus siglas en inglés) llevada a cabo en Febrero de 2012, ha tomado el sugerente nombre de "Flattening the World: Building a Global Knowledge Society". El tema de esta reunión se ha centrado en señalar todos aquellos problemas globales que actualmente aquejan al mundo -como la escasez de alimentos y

¹⁴⁶ UNESCO, (2005) "Informe Mundial UNESCO; Hacia las Sociedades del Conocimiento" Ediciones UNESCO, pp.20

¹⁴⁷ Ibid. UNESCO pp.17

agua o el calentamiento global- y cómo, para solucionarlos, es necesario recurrir a soluciones globales que dependen de “una población educada y de una sofisticación científica y tecnológica sustancial en todo el mundo”

Así, mientras que la UNESCO pone en duda que deba aceptarse la hegemonía del conocimiento técnico y científico como única definición del conocimiento legítimo y productivo¹⁴⁸ y que reconoce el valor de la diversidad cultural y lingüística en la conformación de las sociedades del conocimiento pues “promover la diversidad equivale a promover la creatividad de las sociedades del conocimiento emergentes”¹⁴⁹, para la AAAS no hay duda sobre la hegemonía del conocimiento científico y tecnológico y ve en la diversidad cultural y lingüística un problema similar al de la pobreza que impide la construcción de la sociedad del conocimiento:

“The ability to approach global problems through global collaborations depends on an educated populace and on substantial scientific and technological sophistication throughout the world. Thus building the global knowledge society depends on advancing education and research, the engines of the knowledge society, everywhere. This task is facilitated, but not accomplished, by the existence of electronically accessible open educational resources. There remain limitations of language and culture, of poverty and access.”¹⁵⁰

Educación para aplanar

Como recordaremos, en el siglo XIX, la idea de la cultura global estuvo estrechamente ligada a la educación. La educación se concibió en ese siglo como un instrumento indispensable para llevar a cabo el proceso “civilizatorio” de los pueblos no occidentales y para hacerla efectiva, se requirió de un estilo educativo que consistía en repetir incansablemente cuán primitivos y atrasados estaban estos pueblos atribuyéndole a sus cultura, el estado de marginación en el que se encontraban. Lo que podemos observar entonces es que para algunas sociedades científicas como la AAAS la educación sigue siendo un instrumento primordial dentro de un proceso civilizatorio que aún no ha terminado. El mundo necesita ser “aplanado” y para ello es necesario servirse de la educación. En cuanto al estilo educativo, podemos decir que la costumbre de denostar a la cultura de quienes se pretende educar no ha cambiado mucho salvo que el uso de términos tales como “primitivos” o “barbaros” ha sido sustituido en estos tiempos por el de “ignorantes”, “anti-científicos” o “irracionales”. También, es notorio como al igual que en el siglo XIX se elude hablar de las responsabilidades que han tenido los sistemas económicos, los procesos de colonización y los intereses privados sobre problemas tales como la miseria y el hambre.

¹⁴⁸ “Si, por regla general, hay acuerdo sobre la pertinencia de la expresión “sociedades del conocimiento”, no ocurre lo mismo con su contenido. En efecto, ¿a qué conocimiento o conocimientos nos referimos? ¿Hay que aceptar la hegemonía del modelo técnico y científico en la definición del conocimiento legítimo y productivo? Ibid. UNESCO pp. 5

¹⁴⁹ Ibid. UNESCO pp. 18

¹⁵⁰ American Association for the Advancement of Science. "Flattening the World: Building a Global Knowledge Society" Program. <http://www.aaas.org/meetings/2012/program/theme/>

Por ejemplo, en la reunión de la AAAS mencionada anteriormente, bajo la advertencia de que “el mundo debe volver a creer en la ciencia o podrá ser demasiado tarde para salvar el planeta” se ha adoptado un discurso donde se achaca a la ignorancia e inconciencia del “público” la falta de respuestas ante las crisis globales. Por ejemplo James Hansen experto en cambio climático de la NASA ha declarado que “las soluciones científicas son necesarias para resolver las crisis globales- desde la escasez de alimentos y agua, hasta la destrucción del medio ambiente- pero el público ya no entiende la ciencia. Tenemos una emergencia planetaria y muy pocas personas lo reconocen”¹⁵¹ Así vemos como se responsabiliza a los ciudadanos comunes no sólo de todos estos problemas, sino también de obstaculizar la búsqueda de posibles soluciones evitando señalar a los grandes responsables.

Aunque el objetivo de este trabajo no es el de señalar a estos responsables, vale la pena detenernos un poco en este asunto pues resulta interesante como un ejemplo de algunas prácticas institucionalizadas de comunicación pública de la ciencia y del impacto social que estas han tenido en la historia reciente.

En una encuesta realizada entre 2007 y 2008¹⁵² y en la que participaron 127 países se encontró que dos tercios de la población mundial habían oído hablar sobre el calentamiento global. En esta misma encuesta se encontró también que la información que ha recibido la población mundial en cuanto a este tema es bastante desigual. En general, la población de los países más ricos ha recibido mayor información que la de los países más pobres. Sin embargo, cuando se les preguntó a los encuestados sobre el origen del cambio climático, los habitantes del países del primer mundo fueron quienes menos reconocían las causas antropogénicas de este fenómeno. Por ejemplo, mientras que en países como Angola, Bolivia, Costa Rica, Ecuador, Perú, Mali, México o Uganda entre el 87 y el 66% de la población atribuye el origen del cambio climático a la actividad humana, en países como Estados Unidos, El Reino Unido, Noruega, Holanda o Islandia menos del 49% de la población cree que esta sea la causa del fenómeno.

Lo que muestran estos resultados es que, si bien en los países más ricos circula mayor información, son también en estos países donde existe mayor manipulación informativa. Como Proctor¹⁵³ señala, esta manipulación informativa puede ser atribuida a dos factores que ciertamente no provienen del ciudadano común. El primero de estos factores son los medios de comunicación. Si bien es cierto que el origen antropogénico del cambio climático es un hecho consensado entre las comunidades científicas, bajo la premisa de que “la controversia es la que vende” muchos medios de comunicación siguen presentando al problema del calentamiento global como un debate científico y siguen dando voz a aquellos que niegan este hecho. Así, en un estudio¹⁵⁴ realizado en los Estados Unidos se encontró que entre 1998 y 2002 de una muestra de 636 artículos que se habían publicado en los diarios más prestigiados de éste país (el New York Times, el Washington Post, Los Ángeles Times y el Wall Street

¹⁵¹ Citado por Deborah Jones en “Stark Warning Emerges from Science Summit: Humans at War with Science” Feb, 21 2012. <http://phys.org/news/2012-02-stark-emerges-science-summit.html>

¹⁵² Gallup. (2009). “Awareness, Opinions About Global Warming Vary Worldwide” <http://www.gallup.com/poll/117772/Awareness-Opinions-Global-Warming-Vary-Worldwide.aspx#2>

¹⁵³ Proctor, Robert. (2010) “Manufactured Ignorance”. *American Scientist*, Vol. 98, no. 5, pp. 424

¹⁵⁴ Boykoff, Maxwell T. and Boykoff Jules M. (2004) “Balance as Bias: Global warming and the US prestige press”. *Global Environmental Change*. Vol. 14, no. 2, pp. 125-136

Journal), en el 52.65% de estos, se daba igual atención a las versiones de que los seres humanos están contribuyendo al calentamiento global y a que éste se debe exclusivamente a variaciones naturales. Los artículos que hacían hincapié en el origen antropogénico del calentamiento global pero que aun así presentaban ambos lados del “debate” representaron el 35.29% y sólo el 5.88% llevó una cobertura exclusivamente centrada en la actividad humana como origen de este fenómeno. Por ello no es raro encontrar en la encuesta realizada por Gallup que sólo el 49% de los norteamericanos atribuyen a la actividad humana el origen del calentamiento global.

El segundo factor que Proctor reconoce y que ha sido ampliamente documentado por varios historiadores¹⁵⁵ es la gran influencia que tuvieron algunos científicos para conformar la opinión pública sobre las políticas ambientales. Este grupo de científicos han utilizado sus credenciales científicas para presentarse ante la opinión pública como autoridades en materia climática y negar el problema del calentamiento global. Dentro de este grupo destacan el pionero en la física del estado sólido y ex presidente de la Academia Nacional de las Ciencias Americana, Frederick Seitz, el físico y profesor emérito en ciencias ambientales por la Universidad de Virginia Siegfried Singer y el físico William Nierenberg quien trabajó en el proyecto Manhattan y quien, durante la administración de Jimmy Carter, fue nombrado para presidir el comité científico que elaboraría un informe sobre los riesgos del calentamiento global.

Cuando en 1992 el problema del calentamiento global subió al escenario mundial y se llevó a cabo la conferencia de las Naciones Unidas sobre el medio ambiente y el desarrollo (conocida como “la Cumbre de la Tierra”), Fred Singer comenzó a hacer frecuentes pronunciamientos en periódicos, revistas y programas de la radio y la televisión norteamericana esparciendo dudas sobre la validez de esta reunión. Como White¹⁵⁶ señala, las credenciales científicas de Singer, su grado doctoral y sus argumentos tuvieron un gran peso sobre la opinión de un amplio público que apenas comenzaba a enterarse del problema y quienes, al no tener acceso a fuentes especializadas como revistas sobre física de la atmosfera o a los informes que emitía el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPPC por sus siglas en inglés) organizado por la ONU, sus únicas fuentes de información se reducían a lo que se decía en los medios masivos de comunicación. Por ello, los medios de comunicación donde Singer escribía y aparecía frecuentemente, se convirtieron en el principal elemento para forjar la opinión de millones de personas. Prediciendo que cualquier restricción al uso de combustibles fósiles sería seguida por un desastroso daño económico e igualando en sus discursos a la libertad con el libre mercado y el derecho a consumir, Singer convocaba al público a no oír las advertencias sobre los peligros del cambio climático y a ser escépticos de los pronunciamientos de las comunidades científicas pues, según él, el trasfondo del asunto era puramente político:

¹⁵⁵ Vease particularmente el libro de Naomi Oreskes y Erik M. Conway (2010) “*Merchants of Doubt: How a Handful of Scientists Obscured the Truth on Issues from Tobacco Smoke to Global Warming*”. New York, Bloomsbury Publishing.

¹⁵⁶ White Scheuring, Rachel. (2004). *Shapers of the Great Debate on Conservation: A Biographical Dictionary*. Greenwood Publishing Group, pp. 121

*“The underlying effort here seems to be to use global warming as an excuse to cut down the use of energy...It’s very simple: if you cut back the use of energy, then you cut back economic growth. And believe it or not, there are people in the world who believe we have gone too far in economic growth.”*¹⁵⁷

Al acercarse la reunión de Kioto, donde se firmarían los acuerdos mundiales para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, el discurso de Singer se radicalizó negando rotundamente el fenómeno del calentamiento global y el consenso científico que sobre este problema se había llegado. Así, en una entrevista Singer declaró:

*“Contrary to what [global warming proponents] say, there is no global warming. And contrary to [those proponents] say, there is no scientific consensus either”*¹⁵⁸

Como Oreske y Conway afirman, las razones por las que Singer, Seitz y Nierenberg se opusieron a reconocer el problema del cambio climático residían no tanto en razones científicas sino más bien en ideológicas. Ellos pensaban que aceptar cualquier clase de regulación gubernamental o ciudadana significaría el primer paso hacia el socialismo. Dado que todos ellos igualaban la libertad con el libre mercado, entonces para ellos:

*“Aceptar que los subproductos de la civilización industrial estaba dañando irreparablemente al medio ambiente mundial, era aceptar la realidad del fracaso del mercado. Era reconocer los límites del capitalismo de libre mercado [...] La ciencia estaba empezando a mostrar que cierto tipo de libertades no son sostenibles - como la libertad de contaminar”*¹⁵⁹

Por su parte, en 1998, el Dr. Seitz hizo circular entre la comunidad científica una petición donde se hacía un llamado al gobierno norteamericano para no firmar el protocolo de Kioto. En esta petición –que fue firmada tanto por Singer como por Nierenberg- y que fue conocida como la “petición de Oregón” se decía:

“We urge the United States government to reject the global warming agreement that was written in Kyoto, Japan in December, 1997, and any other similar proposals. The proposed limits on greenhouse gases would harm the environment, hinder the advance of science and technology, and damage the health and welfare of mankind.”

*“There is no convincing scientific evidence that human release of carbon dioxide, methane, or other greenhouse gasses is causing or will, in the foreseeable future, cause catastrophic heating of the Earth’s atmosphere and disruption of the Earth’s climate. Moreover, there is substantial scientific evidence that increases in atmospheric carbon dioxide produce many beneficial effects upon the natural plant and animal environments of the Earth.”*¹⁶⁰

¹⁵⁷ Fred Singer citado por White Scheuering , op.cit. pp. 121

¹⁵⁸ Citado por White Scheuering , op.cit. pp. 123

¹⁵⁹ Oreskes, Naomi y Conway, Erik M (2010). *Merchants of Doubt: How a Handful of Scientists Obscured the Truth on Issues from Tobacco Smoke to Global Warming*. New York, Bloomsbury Publishing, pp. 238

¹⁶⁰ <http://www.petitionproject.org/>

Dicha petición fue acompañada por lo que aparentaba ser un artículo arbitrado de la Academia Americana de Ciencias en donde se afirmaba que el dióxido de carbono lejos de representar una amenaza era “un regalo maravilloso e inesperado de la revolución industrial”¹⁶¹. Aunque la Academia de Ciencias norteamericana tomó la extraordinaria decisión de desvincularse de la postura de su ex presidente, la petición y el artículo de Seitz fueron citados por un gran número de medios de comunicación.

Por supuesto, ni Singer ni Seitz o Nierenberg actuaron solos. Apoyados por compañías petroleras como ExxonMobil, por medios de comunicación como el Washington Times, Fox News o la National Review y por grupos ultra conservadores, ayudaron a crear instituciones tales como la Foundation Heritage, el Competitive Enterprise Institute y el Marshall Institute, todas ellas destinadas a conformar una maquinaria de desinformación y propaganda en contra de las regulaciones de los gases de efecto invernadero.

Más tarde este modelo de propaganda se extendería a otros países de Europa. Una investigación realizada por la Royal Society descubrió que en 2005 Esso – la filial de Exxon en el Reino Unido- había entregado dos punto nueve millones de dólares a treinta y nueve agrupaciones para que estas tergiversaran la información y negaran las evidencias científicas sobre el cambio climático. Por ello, la Royal Society escribió una carta a Exxon exigiéndole que cesara de financiar a estos grupos. Además, se le pedía a Exxon que hiciese saber “qué organizaciones dentro del Reino Unido y otros países de Europa han recibido fondos para difundir información falsa y engañosa al público.”¹⁶²

En cuanto al problema del hambre en el mundo, también es necesario preguntarnos sobre las responsabilidades que la AAAS atribuye al ciudadano común.

Entre 2007 y 2008, por ejemplo, el número de personas que vivían en extrema pobreza en el mundo se incrementó en 20 millones y al menos 40 millones de personas padecieron hambre. Sin embargo, según un informe de la ONU¹⁶³, en este mismo periodo, las reservas de arroz mundial no fueron inusualmente bajas y, aun cuando las reservas de maíz decrecieron, la producción de este grano se mantuvo alta (lo cual indica que esta producción no fue afectada ni por el cambio climático ni por la sequía). El factor determinante que la ONU atribuye a la gran volatilidad de los precios de alimentos en este periodo (y por supuesto también a los 40 millones de personas que padecieron hambre) es a la entrada de algunas instituciones inversionistas que no estaban relacionadas con la producción de alimentos tales como los fondos de cobertura, los fondos de pensión o los bancos inversionistas quienes especularon con los precios de los alimentos.

Lo que este ejemplo nos muestra es que el problema del hambre en el mundo no puede simplificarse adoptando una visión científicista, es decir, pensando en que sólo a través de la ciencia se pueden

¹⁶¹ Citado por Monbiot George (2006) “The Denial Industry”. *The Guardian*, London, Tuesday 19 September. <http://www.guardian.co.uk/environment/2006/sep/19/ethicaliving.g2>

¹⁶² Adam, David. (2006). “Royal Society tells Exxon: stop funding climate change denial”. *The Guardian*, Wednesday 20 September. <http://www.theguardian.com/environment/2006/sep/20/oilandpetrol.business>

¹⁶³ De Schutter, Oliver (2010). “Food Commodities Speculation and Food Price Crises”. *United Nations, Briefing Note 02*

resolver todos los problemas del mundo y que basta –como la AAAS sostiene- con que los ciudadanos “vuelvan a creer en la ciencia”. Para ilustrar aún más la complejidad de este problema pero sobre todo, para dar cuenta del uso político que algunas instituciones científicas como la AAAS han dado a la comunicación pública de la ciencia en el problema del hambre, nos referiremos ahora a la crisis alimentaria que antecedió a la del 2008.

En 2002 los países del África sub-sahariana sufrieron una de las peores crisis alimentarias desde 1992. Alrededor de 15 millones de personas (aproximadamente el 26% de la población en la región) enfrentaron la carencia de alimentos. Sin embargo, como Zerbe¹⁶⁴ apunta, esta crisis no puede ser atribuida simplemente a los patrones erráticos del clima que se suscitaron, sino a una compleja combinación de otros factores como el VIH/SIDA, las deudas externas y a otros problemas derivados del pasado colonial. En el caso particular de SIDA, la OMS ha estimado que más de seis millones de personas infectadas con el virus viven en Lesoto, Namibia, Malawi, Mozambique, Suazilandia, Zambia y Zimbabue y que casi la mitad de todos los huérfanos por causa del VIH / SIDA viven en estos siete países. Así, el número de huérfanos y de hogares encabezados por niños ha tenido serias repercusiones sobre la economía y la producción agrícola de estos países.

En cuanto al pasado colonial, uno de los problemas que dejó éste, fue el relacionado con la posesión de la tierra. A pesar de que muchos países africanos lograron su independencia en la década de los 70's del siglo XX, la mayor parte de las tierras cultivables quedó en manos de una minoría blanca. Para solucionar este problema y llevar a cabo una repartición más justa de la tierra, algunos países como Zimbabue emprendieron programas de reforma agraria. Sin embargo, estas reformas han causado muchos conflictos interétnicos y como consecuencia de ellos, la caída de la producción agrícola. Así, cuando en 2002 la crisis alimentaria se avecinaba, Zimbabue se encontraba atravesando por un de los peores conflictos derivados de la posesión de la tierra.

En cuanto al impacto de la deuda externa en la crisis alimentaria del 2002 podemos decir que Malawi fue uno de los países más afectados. En marzo de 2001, antes de que la crisis alimentaria hubiese sido declarada, la FAO advirtió que, las inusuales inundaciones y las sequías que les siguieron, podrían tener un impacto negativo en la producción agrícola de la región y que era necesario prepararse para la próxima crisis que estaba por venir. Sin embargo, haciendo caso omiso de esta advertencia, tres meses antes de la crisis, el Fondo Monetario Internacional y el Banco Mundial, presionaron al gobierno de Malawi para vender sus reservas nacionales de maíz y así pudiera cubrir los gastos derivados de los servicios de la deuda externa. Más tarde, incapaz de hacer frente a la escasez de alimentos, el gobierno de Malawi tuvo que comprar maíz a un precio por mucho superior al que tres meses antes había vendido.

Para aliviar el problema del hambre en la región, en julio de 2002 la ayuda internacional comenzó a fluir a través del Programa Mundial de Alimentos (WFP por sus siglas en ingles). A través de este mismo programa y de algunas ONG's Estados Unidos envió medio millón de toneladas de maíz en grano que fueron distribuidas en Zimbabue, Zambia, Malawi, Mozambique, Suazilandia y Lesoto. Más tarde,

¹⁶⁴ Zerbe, Noah. (2004). “Feeding the famine? American food aid and the GMO debate in Southern Africa”. *Food Policy*, Vol.29, no.6, pp. 593-608.

cuando estos países descubrieron que este cargamento contenía maíz transgénico, fueron forzados a considerar si querían aceptar esta ayuda o no. Así, Zimbabue y Zambia decidieron rechazar el maíz por completo mientras que Mozambique, Suazilandia y Lesoto dijeron que lo aceptarían si éste antes era molido. Por su parte Malawi acepto el maíz bajo un estricto control para evitar que fuera sembrado por sus campesinos. Eventualmente el gobierno de Zimbabue cambió de opinión y dijo aceptarlo si este era antes molido y etiquetado como maíz transgénico.

Como Zerbe¹⁶⁵ ha señalado la preocupación por el maíz transgénico en estos países estaba basada en tres puntos claves. Primero, en el impacto que podrían tener los organismos genéticamente modificados sobre la salud de las personas. Si bien era cierto que Estados Unidos aseguraba la seguridad de estos productos con base en el consumo de su propia población, el consumo de maíz en África superaba por mucho al norteamericano y no había sido probado en una población con serios problemas de desnutrición o estaba enferma. La segunda razón de preocupación era el impacto que tendría la introducción de transgénicos sobre la biodiversidad local. Por último, el punto que sin duda despertaba mayor preocupación, era el impacto que tendría la contaminación genética de los productos agrícolas sobre las futuras exportaciones hacia los mercados europeos libres de transgénicos. De ahí que la mayoría de estos países resolvieran aceptar la ayuda sólo si el maíz era molido.

Para resolver estas dudas el gobierno de Zambia conformó un panel de científicos que, patrocinado por el gobierno de Estados Unidos y varios países europeos, viajó por varios países (incluyendo a los países patrocinadores) para estudiar el problema. Para decepción de los Estados Unidos, el informe final de esta delegación científica advertía a su gobierno contra la aceptación de los OMG en Zambia. Así, el ministro de Agricultura de Zambia declaró que “en vista de la actual incertidumbre científica en torno a la cuestión...el gobierno de Zambia basa su decisión de no aceptar los alimentos transgénicos en el principio de precaución.”

La primera respuesta de los Estados Unidos fue negarse a enviar maíz molido a África alegando que éste proceso resultaba ser muy costoso y que reducía el tiempo de almacenamiento del grano. Descalificó a los gobiernos africanos llamándolos ignorantes y desinformados, y en particular acusó al gobierno de Zambia de estar llevando a cabo un crimen contra la humanidad. También acusó a la Unión Europea de querer imponer la agenda económica y agrícola de África a través de su moratoria sobre la importación de organismos genéticamente modificados. Más tarde, cuando el Programa Mundial de Alimentos reconoció el derecho de los países a no aceptar esta clase de ayuda y comenzó a organizar la molienda del maíz transgénico para aquellos países que así lo habían solicitado así como proveer de maíz no-transgénico a Zambia, el tono de los norteamericanos tuvo que volverse conciliador. El departamento de Estado norteamericano buscó entonces “educar” a sus potenciales receptores de ayuda a través de la distribución de folletos informativos. En estos, se afirmaba la absoluta seguridad del maíz transgénico para el consumo humano. En cuanto al riesgo de contaminación genética, desde el 2001 había indicios de que el maíz transgénico podía cruzarse con variedades locales y que esto había ocurrido en México precisamente a través del maíz transgénico enviado por Estados Unidos como ayuda alimentaria¹⁶⁶. Sin

¹⁶⁵ *Ibíd.*

¹⁶⁶ Me refiero aquí por supuesto al artículo publicado en *Nature* por Quist y Chapela.

embargo, en este folleto se afirmaba que dicha posibilidad era sumamente baja por varias razones: primero, porque el polen del maíz era muy grande y pesado como para viajar muy lejos, segundo, porque dicho polen se secaba muy rápidamente perdiendo así su viabilidad en pocas horas, tercero, porque el maíz que se había enviado no estaba diseñado para crecer bajo las condiciones climáticas africanas y, por último, porque la misma situación de hambre que padecían los receptores de ayuda haría casi imposible considerar el reservar maíz para su siembra. Irónicamente, para finalizar este apartado, se advertía que *“US government, in cooperation with international organizations, is working to provide locally-adapted, quality, white maize to plant for next growing season that would outperform food aid grain if planted”*¹⁶⁷ desconociendo así las preocupaciones que habían dado pie a todas estas explicaciones, es decir, la preocupación por la contaminación genética de las variedades locales y el miedo a perder el acceso a los mercados europeos.

Más tarde en 2010, en una carta publicada en la revista *Science*, Nina Fedoroff presidenta de la AAAS en turno - y asesora del Departamento de Estado norteamericano y de la Agencia de Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID) de 2007 a 2010- reconoció que el presidente de Zambia “no era ni ignorante ni estaba loco” al rechazar la ayuda alimentaria de Estados Unidos y agregó que:

*“Along with the rest of Africa, he was confronted with a truly Hobbesian choice: starve now or loss access to European GM-free markets in the future. As México has discovered, seeds from food aid shipments find their way into farmer’s fields”*¹⁶⁸

La pregunta es entonces, ¿por qué si la presidenta de la AAAS reconoció que el problema de hambre en el mundo no se ha tratado de analfabetismo científico y que implica decisiones que van más allá de las decisiones científicas, en la reunión de 2012 de la AAA se ha culpado al público por este problema y se ha adoptado un discurso que parece ser ingenuamente científicista? La respuesta, tiene que ver quizás con lo que Nisbet¹⁶⁹ ha llamado un “nuevo paradigma de la comunicación de la ciencia”. Este modelo de comunicación, como veremos en el siguiente capítulo, consiste en escoger ciertas líneas interpretativas sobre algún tema particularmente controvertido y no permitir que las discusiones que se dan a su alrededor, salgan de ellas. Según Nisbet y Mooney, estas líneas interpretativas o “marcos” “organizan las ideas centrales, definiendo una controversia para resonar con un cierto núcleo de valores o posiciones...reducen las cuestiones complejas al dar mayor énfasis a ciertos aspectos...[y] permiten al ciudadano identificar rápidamente por qué el tema es importante, *quienes podrían ser responsables y que se debe hacer.*”¹⁷⁰

Quist, David, Ignacio Chapela. (2001). “Transgenic DNA introgressed into traditional maize landraces in Oaxaca, Mexico”. *Nature*, Vol. 414, no. 6863, pp. 541–543

¹⁶⁷ United States Agency for International Development. (2002) “Questions and Answers on U.S. aid food donations containing bio-engineered crops” http://pdf.usaid.gov/pdf_docs/PNACR737.pdf

¹⁶⁸ Fedoroff, Nina. (2010). “Response”. *Science*, vol. 303, no. 5665, pp. 1765-1767

¹⁶⁹ Nisbet, Matthew. (2009). “Framing science: A new paradigm in public engagement” en Kahlor, LeeAnn., Stout, Patricia. (Eds.) *Communicating science: New agendas in communication*. New York, Routledge. pp. 40-67.

¹⁷⁰ Nisbet, Matthew and Mooney Chris. (2007). “Framing Science”. *Science*, Vol. 316, no. 5821, pp. 56

La aplicación de este modelo por la AAAS es clara. Lo que aparentemente son los esfuerzos por educar al público y por hacerle “volver a creer en la ciencia” es en realidad el intento por dar continuidad a ciertas políticas económicas mediante la subordinación de los ciudadanos.

Ciencia y la política del *laissez faire*

La similitud más evidente entre las ideas sobre el progreso social del siglo XIX y las actuales es la creencia en una especie de determinismo tecno-científico, es decir, la creencia en que el progreso social ocurrirá automáticamente si las sociedades simplemente dedican todas sus energías al desarrollo de la ciencia y a la tecnología. Aunque aparentemente esta idea es el resultado de una simplificación excesiva y un poco ingenua, lo que es importante destacar aquí es cómo, en su estado actual, esta idea se encuentra influenciada particularmente por el pensamiento de Adam Smith y cómo sus implicaciones han dado como resultado una falta de claridad y certidumbre en el llamado contrato social de la ciencia, es decir, en la relación que se establece entre las comunidades científicas y el resto de la sociedad. Como hemos dicho antes, Adam Smith supuso que otorgando libertad y poder a unos cuantos, las actividades de estos traerían beneficios sociales de forma automática gracias a la intervención de una especie de “providencia” que se servía de los instintos egoístas de algunos individuos para convertirlos en mejoras sociales. Con esta idea, lo que Smith proclamaba era el abandonar todo intento de buscar activamente el bien común y dejar que éste naciera como un resultado natural del egoísmo. Otra de las ideas centrales de Smith fue su política de “*laissez faire*” es decir, el otorgar completa libertad a los mercados, bajo el supuesto de que cualquier intervención externa que tratara de regular a estos, traería perjuicios sociales y atrasaría el progreso social.

Uno de los discursos que actualmente se mantienen dentro de las instituciones encargadas de promover el desarrollo social a través de la ciencia y la tecnología, pero sobre todo, dentro de las mismas comunidades científicas, es que los gobiernos y, en general, los ciudadanos tienen la obligación de apoyar y financiar a la investigación científica debido a que ésta traerá eventualmente -pero de forma segura- beneficios sociales. Así, aunque se admite que mucha de la investigación científica que se realiza, no está encaminada a resolver problemas sociales concretos - y que de hecho, los esfuerzos por encontrar una correlación clara entre la investigación científica básica y su impacto socioeconómico es en sí mismo un problema técnico que no han arrojado resultados concluyentes¹⁷¹- existe la creencia de

¹⁷¹ Como se señala en el reporte de la OCDE “Methods of Evaluation in Publicly funded Basic Research” “la evaluación de la investigación científica y el desarrollo tecnológico financiados con fondos públicos ha crecido en la mayoría de los países de la OCDE desde los años 90’s. Las razones para llevar a cabo este tipo de evaluaciones obedecen a las presiones en los presupuestos y en una creciente demanda de responsabilidad en el uso del dinero de los contribuyentes. Un factor subyacente es quizás también el escepticismo del público que ha crecido desde los años 60’s acerca del estatus privilegiado de la ciencia y el valor de la tecnocracia”...“Varios esfuerzos se han hecho para mejorar las formas de evaluar la calidad de la investigación básica. Sin embargo, el difícil paso para evaluar el impacto socioeconómico de la investigación básica simplemente no se ha dado al nivel que se requiere para la formulación de políticas”

Por ejemplo, en un estudio realizado en 73 países con distintos grados de desarrollo económico se encontró que contrariamente a la creencia de que homologando las instituciones científicas de los países menos desarrollados a

que la solución a estos problemas nacerá como subproducto de ésta investigación. Lo que podemos notar entonces es cómo, de alguna forma, la idea de la “mano invisible” del mercado se ha transformado en la de la “mano invisible” de la ciencia y la tecnología y que las razones para apoyar la libertad de la investigación científica se dan bajo los mismos argumentos que la política del “laissez faire”.

El problema de todo esto no radica en la falta de argumentos científicos o de evaluaciones que demuestren claramente cuál es la correlación entre la ciencia y la tecnología y el desarrollo socioeconómico - pues una sociedad podría no necesitar de dichas evaluaciones precisas ni argumentos para considerar por sí mismas a la ciencia y a la tecnología como actividades valiosas. El problema radica, en cómo estas ideas son utilizadas para exigir la subordinación de las prioridades sociales a los dictados de las comunidades científicas y cómo, algo que comenzó como la condición pragmática de invertir recursos y esfuerzos sociales para apoyar a la actividad científica, con el tiempo, dicho apoyo ha sido asumido como un derecho inalienable de las comunidades científicas análogo al derecho a la libertad de expresión u otros derechos humanos¹⁷². Un ejemplo claro de esta postura lo constituye la

los estándares del sistema científico internacional (por ejemplo a través de la publicación de artículos en el Science Citation Index o a través de la colaboración internacional) estas naciones alcanzarían un mejor nivel de desarrollo económico. Sin embargo, en el estudio se encontró que en los países menos desarrollados no existe una clara correlación entre desarrollo científico y económico y que incluso esta correlación se vuelve negativa en los países más pobres.

Shenhav, Yehouda A. and Kamens, David H. (1991). “The Costs of Institutional Isomorphism: Science in non-Western Countries”. *Social Studies of Science*, Vol. 21, pp. 527- 545

¹⁷² El problema de asumir la libertad científica como un derecho humano tiene que ver con dos cuestiones principales; la primera es que ésta generalmente se asume como libertad “positiva”, es decir, la libertad que puede ejercerse no tanto porque alguien lo impida, sino porque se está en posición de ejercerla. En el caso de la investigación científica esto implica, por supuesto, el poder contar con los recursos suficientes para poder llevar a cabo esta actividad. Así, si en una democracia liberal, los científicos son los únicos que gozan de libertad positiva, tendríamos que reconocer que éste “derecho humano” no puede aplicarse a todos los humanos (lo cual es una contradicción) e introduce serias desigualdades sociales.

La segunda cuestión tiene que ver con el uso político que se le está dando actualmente a esta idea; a medida que la libertad científica ha sido ligada a los derechos humanos, ha dado pie para justificar las políticas intervencionistas de algunas naciones como las de los Estados Unidos o el Reino Unido. Por ejemplo en el congreso anual de la AAAS llevado a cabo en 1998, la asociación se declaró sumamente preocupada por la violación al derecho de investigación científica en algunos países latinoamericanos y equiparó a esta violación con una forma de represión política. Desde entonces la AAAS ha formado una coalición encargada de denunciar y ejercer presión internacional para defender a los científicos perseguidos por ejercer su libertad de expresión y por su activismo político. Sin embargo, dichas denuncias han sido muy selectivas al condenar por ejemplo a los gobiernos de Irán, China, Rusia, Turquía, etc., pero ignorando casos como el de la bio-ingeniera belga Barbara Van Dyck cuyo activismo en contra de los cultivos transgénicos- y por lo cual fue despedida de la Universidad Católica de Lovaina-va en contra de los intereses económicos de los Estados Unidos y de la propia AAAS (cuya actual presidenta, Nina Fedoroff, trabaja precisamente sobre esta línea de investigación y ha sido vocera del gobierno de los Estados Unidos para promover el uso de esta tecnología en el exterior). Por su parte la revista inglesa Nature en un artículo titulado “Chávez squeezes scientific freedom” ataca al gobierno de Venezuela aduciendo que éste ha violado el derecho a la libertad de investigación de muchos científicos venezolanos al restringir los fondos para la investigación a ciertas áreas estratégicas para el país y al dejar, bajo el control del estado, los fondos privados para la investigación científica y tecnológica.

Petherick, Anna, (2011). “Chávez squeezes scientific freedom”. *Nature*, Vol. 469, no. 7328, pp. 11

interpretación que la American Association for the Advancement of Science hace sobre artículo 15 del “Pacto Internacional de Derechos Económicos, Sociales y Culturales”:

“The right to enjoy the benefits of scientific progress and its applications elevates scientific values such as equitable access to scientific knowledge, scientific freedom and international cooperation to universal standards that governments everywhere must protect. A right unto itself, this is also key prerequisite for the realization of other human rights, including the right to health, food, water and to a healthy environment. Although universally recognized, this human right remains largely ignored as well as the scientific and human rights communities.”¹⁷³

Como puede verse en esta interpretación, al quedar algunos derechos humanos subordinados al cumplimiento del artículo 15 y éste a su vez al cumplimiento de los estándares o normas que las comunidades científicas han establecido para desempeñar correctamente sus actividades, derechos humanos fundamentales tales como el derecho a la salud, a la alimentación o a el agua, quedan condicionados a las prerrogativas que los gobiernos otorguen a las comunidades científicas.

Ciencia y competitividad económica

Otra de las ideas que se planteó durante el siglo XIX y que actualmente se da como un hecho, es la idea de que el desarrollo social de una nación está determinado por su competitividad en los mercados internacionales.

Como recordaremos, la idea de alcanzar el desarrollo social a través del comercio internacional no es nada nueva y de hecho fue una fórmula que se promovió desde la primera Exposición Universal. La idea de la “competitividad económica” y su relación con el desarrollo social tienen también sus orígenes en las teorías evolutivas de los siglos XVIII y XIX. Como lo ha señalado Gowdy¹⁷⁴, Charles Darwin y Alfred Russel Wallace desarrollaron sus teorías de evolución biológica después de leer al filósofo y economista político Thomas Malthus quien describía en su obra cómo operaba la competitividad en los mercados y la demografía. Las ideas de gradualismo, de cambio progresivo, y de perfeccionamiento a través de la selección competitiva, proveyeron un marco teórico común tanto para entender el mundo natural como

Por otra parte, según el artículo 1 del “Pacto Internacional de derechos económicos, políticos y culturales” todos los pueblos tienen el derecho a perseguir libremente su desarrollo económico, social y cultural y de disponer de su riqueza para alcanzar sus propios fines. Como corolario de este derecho, puede decirse que todos los países son libres de definir sus propias políticas de ciencia y tecnología, de decidir qué áreas de investigación les son relevantes así como qué presupuestos se le asigna a cada una de estas áreas. Sin embargo, aunque este derecho es internacionalmente reconocido y que, de hecho, países como los Estados Unidos han cancelado la inversión en ciertas líneas de investigación -como la del supercolisionador- parece ser que los únicos con verdadero derecho a la autodeterminación son los países del primer mundo.

¹⁷³ American Association for the Advancement of Science (2012) “AAAS Science and Human Rights Coalition” http://srhrl.aas.org/coalition/documents/2012_Foundational_Revised.pdf

¹⁷⁴ Gowdy John M. (2008) “Evolution of Economics” en Wuketits Franz M., and Antweiler, C. (Eds.) *Handbook of Evolution: The Evolution of Human Societies and Cultures*. Wiley-Blackwell, Vol. 1, pp. 254

el económico. Así la idea de la supervivencia a través de la ventaja competitiva se trasladó primero de la economía a la biología y regresó a la primera incorporando la idea de “la supervivencia del más apto” termino popularizado por Herbert Spencer. Pero lo que es importante señalar aquí es que, al igual que la mayoría de las teorías evolucionistas del siglo XIX, la idea de la competitividad en los mercados internacionales no se presentó -ni se presenta hoy día- como una alternativa al desarrollo social sino como una ley natural inexorable que marginaliza o de plano considera inexistente cualquier otra alternativa al desarrollo.

Actualmente, muchos organismos internacionales, sociedades científicas, así como algunos académicos dedicados a la comunicación pública de la ciencia, siguen sosteniendo que el bienestar de una nación depende de su competitividad en los mercados internacionales y ésta a su vez, de su capacidad de innovación científica y tecnológica. Así, la disyuntiva que se plantea particularmente a las naciones más pobres, es o bien participar en el mercado internacional o bien, permanecer en un estado de subdesarrollo y pobreza.

Sin embargo, al igual que en la primera exposición universal, muchas veces se da por hecho que los países menos desarrollados jamás podrán competir y alcanzar los desarrollos científicos y tecnológicos de los países del primer mundo y que por tanto su ciencia y su tecnología, así como su participación en el mercado tiene un carácter más bien marginal. Un ejemplo de esta idea de “apartheid científico” se expresa claramente en lo dicho por Laungsh:

“It is argued that national wealth depends on competing successfully in international markets. International competitiveness in turn relies inter alia upon a vigorous national research and development program in order, first, to capture or maintain ground on the worldwide race for new high-technology products in the case of developed countries and second, to exploit smaller niche markets in the case of developing countries.”¹⁷⁵

Cuadro comparativo sobre las ideas de progreso social de los siglos XVIII y XIX y las que actualmente se sostienen

Idea	Exponentes principales	Argumento original	Implicaciones culturales o sociales	Forma actual del argumento	Exponentes o actores actuales
Cultura global	Morgan y Tylor siglo XIX	Las diferencias culturales y el grado de evolución cultural no dependen de diferencias en la capacidad	1. Inteligencia y conocimiento semejantes producen deseos, actitudes y expectativas semejantes.	La oposición que muestran algunos grupos culturales y sociales hacia ciertos desarrollos científicos y	Modelo del déficit

¹⁷⁵ Laugksch, Rüdiger, C. (2000). “Scientific literacy: A conceptual overview”. *Science Education*, Vol. 84, no. 1, pp.71-94.

		<p>intelectual de los pueblos sino en sus conocimientos y educación.</p>	<p>Por tanto, cuando se difunde información al público, éste debe aceptar gustosamente todas sus implicaciones.</p>	<p>tecnológicos se debe a su ignorancia.</p>	
			<p>2. La cultura no depende de las expectativas o deseos individuales o colectivos sino de la educación y el conocimiento de los individuos. La ciencia es la única forma de conocimiento válida, a ser usada en cualquier contexto.</p>	<p>La perseverancia de ciertas tradiciones, creencias y prácticas culturales no son producto del legítimo deseo de los pueblos por conservar su cultura sino de su ignorancia. Por tanto, si éstas impiden el desarrollo social, deben ser eliminadas mediante la educación.</p>	<p>Todos las instituciones, comunicadores o divulgadores de la ciencia que sostienen una ideología científicista.</p>
			<p>3. Todos los seres humanos somos iguales por tanto nuestras necesidades culturales de conocimiento son las mismas.</p>	<p>Es necesario un alfabetismo científico global. Los indicadores para decidir qué conocimientos son relevantes para la humanidad son un grupo de expertos.</p>	<p>Organizaciones tales como la OCDE, el Eurobarómetro, que fijan parámetros y realizan encuestas sobre alfabetismo científico.</p>
<p>Progreso universal</p>	<p>La mayoría de pensadores ilustrados del siglo XVIII, los evolucionistas culturales como Tylor y</p>	<p>Dado que la humanidad es una como especie, también es una en su historia y en su progreso.</p>	<p>Todas las culturas tienen o deben tener las mismas expectativas hacia el futuro y dirigir sus</p>	<p>Los países en vía de desarrollo deben aspirar a lograr el mismo grado de desarrollo que los del primer</p>	<p>La OECD, el FMI, el Banco Mundial, la OMC, y dentro de la CPC, algunos autores como Laungksh</p>

	Morgan y los positivistas como Comte en el siglo XIX.		esfuerzos hacia un mismo fin global.	mundo. Esto sólo se logrará mediante la homologación de instituciones culturales tales como el sistema educativo y el sistema de investigación científica.	
Educación universal	Auguste Comte	En la etapa científica o positiva, la educación adquiere gran relevancia. Tiene por objeto el gobierno de la opinión, es decir el mantenimiento de los principios que deben regir las diferentes relaciones sociales.	1. La transmisión de conocimiento no es central para la educación. Lo que es importante es que el público mantenga una buena actitud hacia los sistemas científicos y tecnológicos.	La misión de la comunicación pública de la ciencia es lograr la apreciación del público hacia los beneficios de la ciencia y la tecnología.	Movimiento PUS (Public Understanding of Science)
			2. A través de la educación se prepara al individuo para el orden social y adaptarlo al destino particular que tendrá que asumir.	La cultura científica es la expresión de todas las formas a través de las cuales los individuos se apropian de la ciencia. Esta apropiación depende de la posición social de cada individuo.	Algunos autores como Godin y Gringras ¹⁷⁶

¹⁷⁶ Godin, Benoit, and Yves Gingras. (2000). "What is Scientific and Technological Culture and How is it Measured? A Multidimensional Model." *Public Understanding of Science*, Vol. 9, no. 1, pp. 43-58.

Determinismo tecnológico- económico	Leslie White (años 40's del siglo XX)	La cultura no es más que un medio para mantener a la especie humana. Su principal función es la de proveer al hombre de los medios de subsistencia por medio de la tecnología. Por tanto, son los sistemas tecnológicos que determinan a la cultura y a su avance.	1. Entre más capacidad de consumo tenga una nación, más desarrollada es.	El argumento original sigue intacto.	Organizaciones tales como la OCDE quienes miden el desarrollo a partir de parámetros económicos como el producto interno bruto (PIB).
			2. Dado que el sistema tecnológico es el que determina a los otros dos subsistemas (social e ideológico), son éstos los que deben adaptarse a la lógica de los sistemas tecnológicos.	Al hacer un balance sobre los beneficios y los riesgos que implican las nuevas tecnologías, los únicos riesgos que deben ser tomados en cuenta son aquellos que pueden ser medidos científicamente (riesgos a la salud, contaminación, etc.). Riesgos culturales tales como la pérdida de patrimonio cultural o riesgos políticos	La Organización Mundial de Comercio (WTO), el Acuerdo General sobre Aranceles Aduaneros y Comercio (GATT) y el Tratado de Libre Comercio de América del Norte (NAFTA)

				como la pérdida de la soberanía de los pueblos pueden menospreciarse.	
--	--	--	--	---	--

1.7 La comunicación de la ciencia en la democracia liberal

Como lo ha señalado Hopwood¹⁷⁷ -y como hemos tratado de documentar a través de las pasadas secciones- “la popularización de la ciencia es un producto histórico bastante problemático y a menudo controvertido donde no basta mirar qué conocimientos son los que se difunden sino también, quien lo hace, cómo, para quien y porqué.” Al igual que la educación formal, la comunicación pública de la ciencia tienen fuertes raíces políticas pues sobre su base se construyen y se dan forma a todos aquellos valores, necesidades y expectativas sociales que habrán de servir para construir proyectos colectivos particulares. En este sentido, el saber cuáles son los preceptos que cada tipo de democracia sostiene y cuál es la función social que- en base a estos preceptos- se le asigna a la ciencia, nos permite entender tanto las diferentes formas de comunicar la ciencia como aquellos fines que se persiguen a través de ella. Por ejemplo, ya que en las democracias liberales se considera que el interés de los ciudadanos se reduce a la realización de proyectos individuales y no en la conformación de proyectos colectivos, la participación en la vida política prevista para ellos también se reduce a la elección entre las distintas opciones que se les presentan. Entonces, es de esperar que bajo este tipo de democracia la comunicación de la ciencia tienda a enfocarse a dos tipos de cuestiones: primero, a divulgar ante el público información que lo habilite en la toma de decisiones sobre un conjunto de opciones previamente seleccionadas por quienes detentan el poder y segundo, a divulgar información que le permita al ciudadano integrar a la ciencia dentro de su vida privada, ya sea para tomar decisiones personales (por ejemplo en cuanto a su salud, a lo que consume, etc.) o bien para proveerlo de experiencias estéticas o intelectuales. En efecto, si observamos los argumentos que hasta ahora se han dado dentro de este tipo de democracia para abogar por el alfabetismo científico de los ciudadanos, nos encontraremos que ellos coinciden plenamente tanto con la concepción liberal de los individuos (es decir, individuos enfocados únicamente en sus propios intereses) como con el tipo de participación política prevista para ellos dentro de esta clase de democracia. A continuación enumeramos algunas de

¹⁷⁷ Nick Hopwood (1996) “Popular Knowledge: Producing a Socialist popular Science in Weimar Republic”. *History Workshop Journal*. Spring (41) pp. 117-153.

estas razones que han sido recogidas por Laugksch¹⁷⁸ y que él mismo ha dividido en “macro-visiones” y “micro-visiones” pero que realmente corresponden a la conformación de proyectos tanto colectivos como individuales:

¿Por qué es importante es el alfabetismo científico?

Macro-visión

- 1) Para lograr una mayor competitividad en los mercados internacionales a través de la innovación tecnológica.
- 2) Para reclutar nuevas generaciones de científicos, ingenieros y técnicos necesarias para sostener dicha fuente de innovación.
- 3) Para lograr mayores fondos públicos hacia la ciencia.
- 4) Para evitar que el público forme expectativas irreales hacia la ciencia.
- 5) Para que los ciudadanos puedan participar en la toma de decisiones democráticas “sabiamente”.

Micro- visión

- 1) Para tomar decisiones personales
- 2) Para ser una persona “educada”
- 3) Para conseguir mejores trabajos
- 4) Para tener experiencias estéticas
- 5) Para ser no sólo más sabios sino “mejores” (en un sentido moral)

Como podemos notar dentro de estas razones destaca la ausencia de todos aquellos proyectos colectivos que los ciudadanos podrían desarrollar a través de la ciencia. Esto se debe a que, como hemos visto, como prerrequisito para la democracia liberal se debe establecer una separación entre la sociedad civil y el Estado, donde este último es el que se encarga precisamente de los objetivos colectivos. Esta característica junto con el considerar a los ciudadanos como simples electores es la impronta que el liberalismo ha puesto sobre la comunicación pública de la ciencia actual.

Otra influencia del liberalismo sobre la comunicación pública de la ciencia es la siguiente. Como Jacques Ellul señala en las democracias liberales *“the citizens must be tied to the decisions of the government. This is the great role propaganda must perform- It must give the people the feeling—which they crave and which satisfies them —to have wanted what the government is doing, to be responsible for its actions, to be involved in defending them and making them succeed, to be 'with it'”*¹⁷⁹. Así, dado que en las democracias liberales existe la necesidad casi constante de dar legitimidad a todos aquellos que de alguna forma están involucrados en la toma de decisiones y con el poder, no es raro encontrar que en dentro de este tipo de democracia, la comunicación pública de la ciencia sea utilizada como un medio

¹⁷⁸ Laugksch, Rüdiger C. (2000) "Scientific literacy: A conceptual overview." Science education Vol. 84, no.1, pp. 71-94.

¹⁷⁹ Ellul Jacques. (1973). *Propaganda. The formation of Men's Attitudes*. New York: Vintage Books, pp. 127

para lograr este fin y que, más allá de los conocimientos que se busca transmitir al público, la ciencia sea utilizada como un recurso retórico no sólo para dar legitimidad a estos grupos sino también para tematizar sus acciones como acciones de relevancia social.

Creemos que con toda la exposición que hemos hecho hasta aquí será más o menos fácil poder identificar en adelante cuáles son las funciones sociales que se le asignan a la ciencia y cuál de estas funciones proviene directamente de los preceptos marcados por una concepción particular de democracia. Estas dos cuestiones nos serán de mucha utilidad en el siguiente capítulo donde analizaremos algunos de los modelos y prácticas de la comunicación pública de la ciencia pues, a través de ellas, seremos capaces de identificar qué tipo de democracia tienen en mente los distintos autores cuando hablan de “democratizar” a la ciencia y qué función social se le asigna a cada uno de estos modelos.

Capítulo II. Modelos de comunicación de la ciencia

2.1 Introducción

El siglo XX fue el siglo de los grandes desarrollos científicos y tecnológicos que marcaron al mundo tanto para bien como para mal. Fue el siglo de la penicilina y de la bomba atómica, del viaje a la Luna y de Chernóbil, de los trasplantes de órganos y de las dioxinas.

El poder y autoridad que adquirió la ciencia y la tecnología durante este siglo fue innegable, sin embargo, mientras que algunos veían con entusiasmo este poder, a otros les resultaba preocupante.

Así, diversas voces comenzaron a expresar esta preocupación: desde filósofos como Ortega y Gasset¹⁸⁰ o Theodor Adorno¹⁸¹ hasta políticos y militares como Dwight Eisenhower. Este último, por ejemplo, advertía sobre los peligros que enfrentaba la democracia norteamericana ante el surgimiento de una elite tecno-científica derivada del llamado complejo militar-industrial:

¹⁸⁰ “Porque antes los hombres podía dividirse, sencillamente en sabios e ignorantes, en más o menos sabios y más o menos ignorantes. Pero el especialista no puede ser subsumido bajo ninguna de estas dos categorías. No es sabio, porque ignora formalmente cuanto no entra en su especialidad ¡Pero tampoco es ignorante porque es aún hombre de ciencia y conoce muy bien su porción de universo! Habremos de decir que es un sabio ignorante, cosa sobremedida grave, pues significa que es un señor el cual se comportará en todas las cuestiones que ignora, no como un ignorante, sino con la petulancia de quien en su cuestión especial es un sabio.” Ortega y Gasset, José. (1998) “La barbarie del especialismo”. En Gardner, Martín (coord). *Los grandes ensayos de la ciencia*. México: Nueva Imagen, pp. 91-96

¹⁸¹ En su “Dialéctica de la Ilustración” Adorno hace una crítica sobre el dominio de la racionalidad instrumental de la ciencia y la tecnología en el proyecto de modernidad. Como Adorno señala bajo este tipo de racionalidad “lo que los hombres quieren aprender de la naturaleza es la manera de servirse de ella para dominarla por completo; y también a los hombres.” Adorno, W. Theodor. (2007) *Dialéctica de la Ilustración*. Madrid: Akal, pp. 20

“Hoy, el inventor solitario, trasteando en su taller, ha sido desplazado por ejércitos de científicos en laboratorios y campos de pruebas. De la misma manera, la universidad libre, la fuente histórica de las ideas libres y del descubrimiento científico, ha experimentado una revolución en la manera de llevar a cabo la investigación. En parte por las enormes cantidades que conlleva, un contrato con el gobierno se vuelve virtualmente el sustituto de la curiosidad intelectual. Por cada antigua pizarra hay ahora cientos de nuevos ordenadores electrónicos.

La perspectiva de que los académicos de la nación puedan llegar a estar dominados por el gobierno federal, por la concesión de proyectos y por el poder del dinero, está más que nunca ante nosotros, y es un riesgo que debe considerarse muy seriamente.

Aun teniendo el respeto debido a la investigación y los descubrimientos científicos, también debemos estar alerta ante el peligro contrario e igualmente serio de que la política que ha de velar por el interés público se vuelva cautiva de una élite científico-tecnológica.

Es tarea de los hombres de Estado dar forma, equilibrar e integrar a estas y otras fuerzas, nuevas y viejas, en el seno de los principios de nuestro sistema democrático [...] persiguiendo siempre los fines supremos de nuestra sociedad libre.”¹⁸²

Por su parte algunos otros sectores de la población también comenzaron a cuestionar la responsabilidad social de las comunidades científicas y a pedirles cuentas pues sus actividades estaban financiadas por los propios ciudadanos.

Como Sánchez Mora¹⁸³ señala en 1990 “el desencanto del público con la ciencia llegó a un punto culminante: los activistas a favor de los derechos de los animales empezaron a atacar laboratorios de investigación; los fondos para hacer ciencia a lo grande, como el proyecto del súper colisionador de partículas y la carrera espacial, se vieron drásticamente reducidos”. Esta reducción en el presupuesto de la ciencia provocó la ira de varias instituciones científica quienes, antes de esto, habían hecho caso omiso a los cuestionamientos que la sociedad les hacía.

Más tarde, se desató una guerra de descalificaciones entre miembros de las comunidades científicas y sus críticos quienes provenían principalmente de las ciencias sociales.

En esta guerra que se conoce como “la guerra de las ciencias” las comunidades científicas acusaban a los investigadores de las ciencias sociales de ignorancia y charlatanería, además de tener una postura anticientífica pero como Sánchez Mora¹⁸⁴ señala más allá de lo razonable o no de las distintas posturas “lo que estaba a discusión era el poder y la autoridad, así como la carga de valores de la ciencia.”

En este contexto y bajo el auspicio de diversas instituciones científicas y gubernamentales surgió en la década de 1980 el movimiento PUS o el “Entendimiento Público de la Ciencia” (Public Understanding of

¹⁸² Eisenhower, Dwight D. (1961) “Military-Industrial Complex Speech”.
<http://coursesa.matrix.msu.edu/~hst306/documents/indust.html>

¹⁸³ Sánchez Mora, Ana M. (2010), *Introducción a la comunicación escrita de la ciencia*, Jalapa, México. Editorial Universidad Veracruzana, (en prensa).

¹⁸⁴ Ibid

Science). En la mayoría de los países de habla inglesa como en Estados Unidos e Inglaterra comenzaron a proliferar cátedras en las Universidades sobre este nuevo tema.

En un inicio, la principal suposición del movimiento PUS era que, a medida que el público comprendiera más sobre la ciencia y sus métodos, éste tendría mayor respeto hacia la ciencia y hacia los propios científicos.

Como Lewenstein¹⁸⁵ señala el movimiento PUS más que buscar el “entendimiento” de la ciencia buscaba la “apreciación” de la ciencia, es decir se buscaba mejorar la actitud del público hacia la ciencia entendida esta última, como un cuerpo de conocimiento, como una forma de conocer el mundo, a los científicos como individuos y la particular necesidad de apoyar y financiar a las instituciones científicas. Todas estas ideas englobadas bajo la misma etiqueta de “ciencia”.

2.2 Descripción de los modelos

2.2.1 Modelo del déficit

El primer modelo de comunicación de la ciencia que surgió del movimiento PUS fue el llamado “Modelo del déficit”. Dicho modelo está caracterizado por la idea de que el público en general conoce poco o casi nada sobre ciencia (de ahí el término de déficit) y que la labor fundamental de la divulgación de la ciencia es llevar a cabo una traducción de dicho conocimiento para que el ciudadano pueda comprenderlo.

Otra de las premisas del modelo del déficit es que la hostilidad del público hacia la ciencia se debe a su ignorancia; por tanto, un público mayor informado traerá una amplia aceptación y apoyo hacia las comunidades científicas.

En la práctica, desde el modelo del déficit “clásico” se ha difundido “hechos relevantes o claves” de la ciencia, considerados como tales por las propias comunidades científicas. El modelo asume que presentando al público los resultados de las investigaciones estos serán felizmente aceptados por el público, sin tomar en consideración aspectos políticos, económicos o culturales¹⁸⁶.

A partir del modelo del déficit se han creado algunos otros modelos de comunicación pública de la ciencia. Estos modelos han surgido ya sea como una forma especializada del modelo del déficit (para resolver problemas particulares o bien para ser aplicados en ciertos contextos) o bien a partir de una crítica a éste modelo. A continuación se describen algunos de estos modelos.

¹⁸⁵ Lewenstein, Bruce V. (1992) “The meaning of “public understanding of science” in the United States after de War II”. *Public Understanding of Science*, January, vol. 1 no. 1 45-68

¹⁸⁶ Miller, Steve. (2010). “Deficit model.” In *Encyclopedia of Science and Technology Communication*, edited by Susanna Hornig Priest, 207-209. London: Sage Publications.

2.2.2 Modelo de enmarcado (*Framing model*)

Este modelo sugiere que las personas son “avaros cognitivos” es decir, que sólo recopilarán la información que consideran necesaria para tomar decisiones y no *toda* la información que se encuentra disponible. En la mayoría de los casos, esto significa que las personas toman decisiones con muy poca o al menos con insuficiente información.

En contraste con el modelo del déficit, el modelo de enmarcado asume que tomar decisiones en base a poca o nula información es parte de la naturaleza humana y que aun así, estas decisiones pueden seguir siendo racionales¹⁸⁷. Los ciudadanos, se argumenta¹⁸⁸, sólo invertirán esfuerzos en la búsqueda de información si ven una razonable recompensa a esta búsqueda. Para asuntos tales como las nuevas tecnologías, donde una comprensión más o menos profunda de estos temas requeriría de importantes esfuerzos, la recompensa que significaría poder tomar decisiones sobre las políticas públicas para regular estas nuevas tecnologías, es simplemente insuficiente.

Así, se afirma que un debate público amplio y con base científica nunca¹⁸⁹ tendrá lugar en asuntos relacionados con aquellas tecnologías cuya comprensión requieran de grandes esfuerzos.

Quienes apoyan el modelo de enmarcado argumentan que los ciudadanos prefieren confiar en el juicio de los órganos reguladores y - más importante aún - confían en lo que se dice en los medios de comunicación¹⁹⁰.

A diferencia del modelo del déficit, donde se busca la comprensión de la ciencia a través de la traducción del conocimiento, el modelo de comunicación que propone el modelo de enmarcado pone mayor énfasis en la forma en la que se presenta la información y en cómo ésta es valorada por el público; dos mensajes puede tener exactamente el mismo contenido de información pero pueden ser interpretados de manera diferente por éste, simplemente en base a su modo de presentación o al

¹⁸⁷ Como discutiremos más tarde, éste punto es fundamental para validar al modelo y dar legitimidad a las prácticas emanadas de él.

¹⁸⁸ Scheufele, Dietram A, Lewenstein, Bruce V. (2005) “The public and nanotechnology: How citizens make sense of emerging technologies”. *Journal of Nanoparticle Research*, 7: 659–667

¹⁸⁹ En el caso de la nanotecnología Scheufele y Lewenstein nos dicen:

“Some of the frames that may emerge will focus on toxic qualities of nanoparticles; others will emphasize the potential for contamination. Can Britta filters catch nanoparticles, for instance? And are nanoparticles in our drinking water already? At this stage of the issue cycle, the public has not begun to ask, let alone think about, these questions. As soon as the issue is picked up by mainstream media and local news, however, this will change. As outlined earlier, a broad, scientifically-based public discussion will not take place. Rather public opinion will form around frames offered by interest groups, policy makers, scientific media, and other actors in the policy arena.”

¹⁹⁰ Compárese todas estas ideas con la siguiente frase de Jacques Ellul: *“One of the most remarkable weapons of the authoritarian State is propaganda that neutralize and paralyzes its opponents (or all of public opinion) by reiterating a simple set of “truths” such as that the exercise of political power is very complex and must therefore be left to professional politicians; that participation in political controversy is dangerous—so what good does it serve? - , Why should Individuals involve themselves where power is exercised in the name of all and in the public interest? Individuals receive their comfort, well-being and security from the State— it alone can plan ahead and organize.”*

encuadre que se le dé, es decir, dependiendo de cómo algunos aspectos (generalmente valores) son enfatizados y de cómo otros sean omitidos. Así, Nisbet y Mooney aconsejan:

“Some readers may consider our proposals too Orwellian, preferring to safely stick to the facts. Yet scientists must realize that facts will be repeatedly misapplied and twisted in direct proportion to their relevance to the political debate and decision-making. In short, as unnatural as it might feel, in many cases, scientists should strategically avoid emphasizing the technical details of science when trying to defend it.”¹⁹¹

Otra característica de este modelo es su carácter especulativo: más que hablar acerca de los resultados concretos de las investigaciones, se resaltan los beneficios que estos podrían tener.

2.2.3 Modelo contextual

El Modelo Contextual reconoce que los individuos no actúan como contenedores vacíos de información, sino que procesan la información de acuerdo con esquemas sociales y psicológicos que han sido moldeados por sus experiencias anteriores, por su contexto cultural o por circunstancias personales. Así, lo que busca este modelo es determinar cuáles son los factores que, dentro de un cierto contexto, hacen que el conocimiento científico pueda ser diseminado con mayor eficacia.

Al igual que el modelo de enmarcado el modelo contextual también reconoce la capacidad de los sistemas sociales y la representación de los medios para amortiguar o amplificar preocupaciones públicas sobre cuestiones específicas.

Dicho modelo ha sido utilizado ampliamente utilizado en campañas de salud sobre todo en aquellos casos donde existen comunidades renuentes a colaborar con dichas campañas.

Otra área donde este modelo es utilizado es la que se refiere a la percepción y comunicación pública de riesgos.

Como Lewenstein¹⁹² señala, a nivel práctico, el modelo contextual ofrece una orientación para la construcción de mensajes relevantes relacionados con la ciencia destinada a un público blanco. Sin embargo, el uso reciente de enfoques demográficos y de marketing en este modelo ha aumentado la preocupación de que el modelo contextual se conciba como una herramienta para la manipulación de los mensajes y así lograr objetivos específicos. Otra de las críticas a este modelo es que más que buscar el entendimiento del público se busca su aquiescencia.

2.2.4 Modelo de la experticia de legos (*Lay Expertise Model*)

Como su nombre lo indica este modelo parte de los conocimientos generados localmente dentro de las comunidades. El conocimiento local está basado en las experiencias, legados culturales e historias de las

¹⁹¹ Nisbet, Matthew and Mooney Chris. (2007). “Framing Science”. *Science*, Vol. 316, no. 5821, pp. 56

¹⁹² Lewenstein, Bruce V. (2003) “Models of public communication of science and technology”. *Public Understanding of Science*, vol. 16, p. 1-11.

comunidades tales como sus prácticas agrícolas, medicinas tradicionales e incluso algunas experiencias negativas en su contacto con la ciencia moderna.

El modelo de la experticia de los legos sostiene que una de las grandes fallas en la comunicación entre legos y científicos es que estos últimos sobreestiman el conocimiento científico. Para tomar decisiones en el mundo real, es necesario tomar en cuenta otros factores que la ciencia en sí no considera.

Como Lewenstein¹⁹³ afirma, la diferencia entre este modelo y el modelo contextual radica en que mientras que el modelo contextual ve al conocimiento local como impedimento para la comunicación de la ciencia y mantiene a éste en un estatus por debajo del conocimiento científico, el modelo de la experticia de los legos, pone al conocimiento local y al científico en un mismo plano.

Cabe señalar que a pesar de que este modelo es frecuentemente citado en la literatura es muy difícil encontrar ejemplos concretos donde dicho modelo haya sido puesto en práctica a iniciativa de las comunidades científicas o de alguna institución dedicada a la comunicación pública de la ciencia. El único ejemplo que hemos encontrado al respecto es el proporcionado por Lewenstein y Brossard¹⁹⁴. Este ejemplo se refiere a un programa de televisión transmitido durante los años noventa del siglo XX llamado “*A question of genes*”. Sin embargo, los propios autores reconocen que este programa es también una mezcla del modelo del déficit y del modelo contextual.

Por nuestra parte, hemos identificado algunos otros caso que, aunque no son reconocidos oficialmente como prácticas de este modelo, pueden ser identificados como prácticas que se ajustan a él. Estas prácticas se refieren a situaciones donde grupos más o menos organizados o bien, han confrontado sus conocimientos y experiencias con los de algunos grupos de expertos o bien, bajo su propia iniciativa, han encontrado el apoyo de alguna institución científica para desarrollar y sistematizar sus conocimientos locales. Dado que esta última práctica ha involucrado la participación de una comunidad dentro de la investigación científica, estos casos lo hemos colocado dentro de la sección correspondiente al modelo de “La participación pública en la investigación científica” y en ella los explicaremos a fondo. A continuación describimos sólo uno de los primeros casos.

Como Corburn¹⁹⁵ refiere, en el vecindario neoyorkino de Greenpoint/Williamsburg, la Agencia de Protección Ambiental (EPA por sus siglas en inglés) decidió llevar a cabo un estudio para medir la exposición a la contaminación de las personas en el área. El estudio respondía a la falta de datos sobre las condiciones de salud de los habitantes, al gran número de fábricas y almacenes de desechos tóxicos y a la preocupación que habían expresado algunos grupos ambientalistas locales sobre la contaminación. Dentro de este estudio se consideraba estimar la exposición de los residentes al aire toxico.

¹⁹³ Lewenstein, Bruce. (2003). “Models of Public Communication of Science and Technology.” *Public Understanding of Science*, Vol. 16, 1-11

¹⁹⁴ Citados por Kahlor, Lee Ann and Stout Patricia A. (2010). *Communicating Science*. London, Taylor & Francis, pp.29

¹⁹⁵ Corburn, Jason (2003) “Bringing Local Knowledge into Environmental Decision Making: Improving Urban Planning for Communities at Risk”. *Journal of Planning Education and Research*. Vol. 22, 420-433

Originalmente la EPA planeó realizar el estudio y más tarde presentar sus resultados a la comunidad. Sin embargo dada la presión que algunas organizaciones ejercieron, la EPA se reunió con la comunidad para presentarles sus métodos de investigación.

Durante esta reunión una organización de la comunidad llamada *Watch Person Project* hizo notar a los representantes de la EPA que su modelo sólo consideraba los grandes focos de contaminación como las fábricas y los contenedores de desechos tóxicos pero que dejaba fuera a cientos de pequeños focos que los residentes consideraban importantes. También les hicieron ver que todos estos pequeños focos no eran considerados en ninguna de sus bases de datos y que en todo el vecindario sólo existía una estación de monitoreo de aire insuficiente para medir las diferencias de contaminación que se registraban entre una y otra cuadra.

Para probar que tan importantes eran estos factores, la agrupación elaboró un mapa donde se mostraba la localización de todos los pequeños focos de contaminación. Entre estas fuentes se encontraban calentadores de agua residenciales, talleres de pintura automotriz, imprentas, tintorerías, etc. Todas estas fuentes, aunque la ciudad autorizaba, la EPA no regulaba. El mapa elaborado por *Watch Person Project* reveló que en el vecindario existían 54 tintorerías y que de éstas, 23 se localizaban en la planta baja de edificios de departamentos. Este último resultado provocó la preocupación de la EPA pues estudios previos habían mostrado altas concentraciones de percloroetileno (un conocido carcinogénico) en los departamentos que se encontraban en esas mismas condiciones.

Así, el conocimiento de los residentes del vecindario sobre sus condiciones ambientales tuvo que ser reconocido por la EPA y tanto su modelo de dispersión de contaminantes como la metodología empleada tuvieron que ser reconsiderados.

2.2.4 Modelo democrático o participativo

De acuerdo con Durant el modelo democrático¹⁹⁶ nace a partir de la crítica al Modelo del Déficit. Según este mismo autor, mientras que el modelo del déficit privilegia el conocimiento científico y enfatiza una comunicación unidireccional que va de los expertos al público, el modelo democrático busca establecer una relación de igualdad entre científicos y no científicos. Este modelo propone el diálogo entre expertos y no expertos como una precondition para la resolución satisfactoria de conflictos.

Además, mientras que el modelo del déficit ve al conocimiento formal como la clave para establecer una relación entre el público y los científicos, el modelo democrático reconoce que en esta relación intervienen una gama mucho más amplia de factores como los valores o las relaciones de poder y de confianza.

Así, dentro del modelo democrático han aparecido nuevas formas de comunicación de la ciencia basadas en el dialogo entre comunidades científicas y los ciudadanos en general.

¹⁹⁶ Durant, John (1999), "Participatory technology assessment and the democratic model of the public understanding of science". *Science and Public Policy*, Vol. 26, num. 5, October, pp. 313-319

Sin embargo, debemos advertir que aunque Durant habla de un sólo modelo democrático o participativo en realidad se trata de varios modelos que toman muy diversas formas según sea la concepción de democracia de quienes los han propuesto. Así, lo que Durant describe es sólo la forma de concebir a este modelo según el movimiento PUS pero, de hecho, existen otros modelos y prácticas que pueden ser consideradas como democráticas o participativas y que han sido generadas fuera de este movimiento. A continuación describimos algunas de ellas.

Las conferencias de consenso

Las llamadas “conferencias de consenso” consisten en debates públicos entre representantes de la sociedad civil y expertos de diversas áreas sobre temas relacionados con la ciencia y la tecnología que resultan particularmente controvertidos. En algunos países donde se han llevado a cabo dichas conferencias, éstas han tenido la finalidad de llegar a acuerdos sobre las políticas públicas que se han de adoptar en temas tan particulares como el manejo de desechos radioactivos o bien sobre alimentos modificados genéticamente. En otros casos –y contrariamente a lo que afirma Durant- este ejercicio ha tenido la finalidad de mejorar la comprensión pública de la ciencia bajo las mismas premisas de las que parte el modelo del déficit. Por ejemplo, Levidow refiriéndose a la primera conferencia de consenso sobre biotecnología llevada a cabo en Inglaterra refiere que:

“The exercise was coordinated by the Science Museum, whose staff implicitly diagnosed the problem as public misunderstanding or anxiety. The coordinators had previously obtained funds in the name of diagnosing and overcoming public unease about biotechnology. At the beginning and end of the Consensus Conference, the funders made clear their aim to enhance ‘public understanding’ of biotechnology and thus support for it. Underlying the exercise was a presumed cognitive deficit of the public.”¹⁹⁷

La primera iniciativa para llevar a cabo una conferencia de consenso fue propuesta por el Parlamento Danés y la Junta Danesa de Tecnología en 1980 como una contribución al debate nacional y a la toma de decisiones sobre políticas públicas en ciencia y tecnología.

Para llevar a cabo una conferencia de consenso, lo primero que se ha hecho tanto en Dinamarca como en Inglaterra es lanzar una convocatoria a nivel nacional. En ella, se hace un llamado a aquellos ciudadanos que estén interesados en el tema a debatir pero que no posean ningún entrenamiento específico en el campo. Dentro de los ciudadanos que acuden al llamado de la convocatoria, se elige una muestra representativa.

En el transcurso de dos fines de semana preparatorios, el panel de ciudadanos define una agenda y selecciona a los expertos o a la clase de expertos cuya participación consideran relevante y que serán llamados a presentar sus testimonios ante el panel.

¹⁹⁷ Levidow, Les. (2007). “European public participation as risk governance: enhancing democratic accountability for agbiotech policy?” *East Asian Science, Technology and Society*, Vol.1 no.1, 19-51.

Hecho esto, el panel recibe un reporte por escrito elaborado por los expertos y durante dos semanas se prepara la discusión y las preguntas que serán aclaradas durante la conferencia.

La conferencia misma dura 4 días en las que el debate es abierto tanto al público como a los medios de comunicación. Después el panel, junto con el moderador, se retira para redactar la declaración del consenso.

En el cuarto día, la declaración es leída públicamente y en éste momento los expertos pueden sugerir correcciones en cuanto a los errores factuales pero, de otra forma, la declaración no puede ser modificada.

Subsecuentemente, la declaración es presentada ante un panel de políticos a quienes se les pide comentar la declaración. También, en este momento, la declaración puede ser comentada por el público presente.

Cabe señalar que fuera de Dinamarca las conferencias de consenso se ejecutan como meros experimentos de procedimiento: los políticos involucrados en ellas mantienen sus prerrogativas constitucionales mientras que las sugerencias surgidas se mantienen como opcionales y no vinculantes¹⁹⁸.

Las tiendas de ciencia

Una de las prácticas de comunicación pública de la ciencia a las que poco se hace referencia en la literatura de habla inglesa y que puede ser considerada dentro del modelo democrático, son las llamadas “Tiendas de Ciencia” o “*Wetenschapswinkels*”.

Las tiendas de ciencia tuvieron su origen en Holanda durante los años 70’s como un movimiento contracultural de izquierda encabezado por los estudiantes de la Universidad de Utrecht y la Universidad de Ámsterdam.

La idea principal de las tiendas de ciencia fue abrir las universidades a aquellos grupos sociales que, hasta el momento, no habían tenido acceso al conocimiento científico y que necesitaban de éste para resolver sus problemas particulares.

La democratización de la ciencia en este movimiento implicaba una reorientación de la ciencia hacia lo social, es decir, hacia las necesidades de los trabajadores y de los grupos más desfavorecidos y luchar en contra de los intereses creados por el establishment así como no permitir que la ciencia fuese desviada de los fines públicos hacia intereses privados como amenazaba el denominado Complejo Militar-industrial.

El principal servicio que ofrecían estas tiendas consistía en dar respuesta a preguntas específicas que involucraban cuestiones técnicas o científicas y, dado el caso, realizar investigación para dar respuesta a

¹⁹⁸ Seifert, Franz . (2006). “Local steps in an international career: a Danish-style consensus conference in Austria”. *Public Understanding of Science*, Vol.15, no.1, pp. 73-88.

estas preguntas. Cabe señalar que las tiendas de ciencia no sólo se limitaban a las ciencias naturales; también en ellas se incluían a las ciencias sociales y a las humanidades y al trabajo interdisciplinario entre estas tres áreas. Además, algunas tiendas estaban especializadas en algunas áreas como es el caso de las Tiendas de Química o bien las Tiendas de Historia.

Como Irwin¹⁹⁹ señala otra labor importante de las tiendas de ciencia era el de poner en contacto a aquellos grupos que compartían experiencias y problemáticas similares, concientizar a los estudiantes e investigadores sobre las problemáticas sociales, influir en la agenda de investigación a través de plantear problemas de índole técnica, asistir a los diversos grupos sociales para desarrollar y mejorar sus propios conocimientos y así poner a la ciencia en perspectiva (es decir, alejando la idea de la ciencia como el único medio universal para resolver problemas).

En Holanda, la principal clientela de las tiendas de ciencia fueron los sindicatos -quienes preguntaban cuestiones relacionadas con la seguridad social y las condiciones de trabajo-, grupos de ambientalistas, grupos de pacientes, activistas que trabajaban a favor de los países del tercer mundo y más tarde grupos de feministas. Sin embargo al extenderse el modelo de las tiendas de ciencia a otros países (como a Bélgica, Francia, Alemania, Dinamarca y el Reino Unido), nuevos grupos sociales solicitaron distintas clases de ayuda a sus tiendas de ciencia locales. Por ejemplo, como Irwin²⁰⁰ refiere, en Irlanda del Norte una comunidad solicitó un dictamen sobre los riesgos a la salud que podría haber si en un lugar donde había ocurrido un almacenamiento de gas, se llevaba a cabo un desarrollo de viviendas. En Francia, otra comunidad solicitó ayuda y consejo sobre las consecuencias que podría traer la construcción de un complejo turístico a gran escala dentro de su área. Estos son tan solo algunos ejemplos de los servicios prestados por las tiendas de ciencia.

Durante los primeros años de funcionamiento, las tiendas de ciencia fueron vistas con cierto recelo tanto por académicos como por funcionarios universitarios. Sin embargo, los cambios sociales y políticos que se dieron más tarde en Holanda, permitió a las propias universidades democratizarse y dar oportunidad tanto a académicos como a estudiantes de influir en las políticas académicas. Esto, aunado al apoyo que grupos de académicos progresistas brindaron a las tiendas y a la asignación de recursos gubernamentales destinados a los servicios sociales universitarios, permitió a las tiendas de ciencia integrarse plenamente a las organizaciones universitarias y que éstas proliferaran por todas las universidades holandesas.

La proliferación de las tiendas de ciencia trajo consigo la formación de la Asociación Nacional de Tiendas de Ciencia. En una de sus reuniones, se establecieron algunos de los lineamientos que los clientes de las tiendas debían cumplir para tener acceso a los servicios de las tiendas. El primero de ellos era que él o los clientes debían demostrar que sus preguntas reflejaban los intereses de un grupo social más amplio. En segundo lugar, los clientes debían demostrar que no podían financiar ellos mismos la investigación.

¹⁹⁹ Irwin, Alan (1995) *Citizen Science: A Study of People, Expertise and Sustainable Development*. London, Routledge, pp.157

²⁰⁰ Ibid.

Como tercer punto se estipulaba que los resultados de la investigación no tendrían fines comerciales y por último que los clientes serían capaces de aplicar los resultados de alguna manera concreta.

Es importante señalar que mediante la creación de las tiendas de ciencia no sólo se han beneficiado a diversos grupos sociales sino también las propias universidades y a sus estudiantes; un número significativo de las consultas hechas a las tiendas condujeron a trabajos de tesis, proyectos de investigación y resultados publicables.

Por último, también es importante señalar que no en todos los países en los que este modelo fue adoptado tuvo éxito. Por ejemplo, en Francia como Irwin²⁰¹ refiere, el modelo no tuvo éxito debido a que el público no tenía idea de que preguntar o qué era lo que la ciencia podría o no ofrecerles.

2.2.5 Otros modelos alternos al PUS

Modelos de participación pública en la investigación científica

Como Bonney²⁰² señala, el movimiento PUS usualmente se ha enfocado en entregar contenidos específicos sobre ciencia y tecnología en vez de ayudar al público a entender y experimentar el proceso de investigación, esto es, el modo en que las cuestiones científicas son preguntadas, respondidas y debatidas.

Como su nombre lo indica, los modelos de “participación pública en la investigación científica” se enfocan en cubrir, en mayor o en menor grado, esta importante área. Así podemos clasificar estos modelos en tres grandes grupos según el grado en que el público participa en la investigación:

1. **Proyectos de Contribución:** Generalmente quienes diseñan estos proyectos, es decir, quienes definen sus objetivos, metodologías, etc. son un grupo de científicos o expertos. Estos científicos piden la colaboración del público para recoger datos y capacitan a los participantes para llevar a cabo dicha actividad.
2. **Proyectos Colaborativos:** En estos proyectos los miembros del público, además de contribuir recogiendo datos, también ayudan en refinar los proyectos, en el análisis de datos o en la disseminación de los resultados.
3. **Proyectos de Co-creación:** Estos proyectos son planteados y diseñados por ambas partes, es decir por los miembros de una comunidad y por un grupo de científicos. Como condición para que un proyecto de investigación sea considerado como de Co-creación es necesario que al menos algunos participantes del público se encuentran involucrados en la mayoría o en todo el proceso de investigación.

²⁰¹ Ibid. Irwin

²⁰² Bonney, R., Ballard H. Jordan R., Mac Callie E., Phillips T., Shirk J. and Wilderman C. (2009) “Public Participation in Scientific Research: Defining the Field and Assessing its Potential for Informal Science Education”. A CAISE Inquiry Group Report. Washington D.C. Center for Advancement of Informal Science Education (CAISE) July

Un ejemplo notable de esta última clase de proyectos es el que Corburn²⁰³ reporta en una organización comunitaria llamada “El Puente” localizada en un vecindario de Brooklyn Nueva York. Esta organización ha conducido una serie de investigaciones sobre los problemas de salud que afectan a los miembros de la comunidad.

Los estudios que esta organización ha realizado y que han sido diseñados, administrados e interpretados por los propios residentes del área, ha permitido a esta comunidad aprender sobre sus problemas de salud, los retos que enfrentan en esta materia así como de las intervenciones que tienen resonancia dentro de la misma comunidad.

Desde 1995 la organización del Puente ha contado con la asistencia de otra organización sin fines de lucro llamada “*Community Information and Epidemiological Technologies*”. Entre ambas organizaciones han desarrollado una metodología de investigación inspirada en lo que se conoce como “investigación-acción participativa” la cual tiene sus orígenes en los trabajos de Freire y Fals Borda y que posee una larga tradición en Latinoamérica.

Como Corburn refiere, la filosofía de la “investigación-acción participativa” enfatiza que la investigación debe ser entendida como un proceso de educación y la pedagogía como una práctica social de transformación.

En el caso particular de la organización del Puente las premisas de la investigación son las siguientes:

1. La información generada, así como el proceso de investigación son de propiedad comunitaria.
2. La investigación debe conducir a la acción en beneficio de la comunidad.
3. El proceso de investigación debe conducir a un proceso de reflexión y aprendizaje comunitario.

Uno de los problemas más importantes de salud en esta comunidad es el asma. Los estudios realizados sobre el asma por la comunidad han arrojado importantes resultados. Por ejemplo, se encontró que la incidencia de asma en niños dentro de la comunidad era el doble que la media nacional y que el grupo de mujeres mayores de cuarenta y cinco años presentaba una incidencia similar. Este último resultado resultó bastante sorprendente pues, generalmente, son los niños y no los adultos quienes son más vulnerables a presentar asma. La explicación a este fenómeno también fue descubierta por los mismos estudios: se encontró que las únicas fuentes de empleo para las mujeres de la comunidad eran como trabajadoras en salones de belleza, lavanderías, tintorerías o fábricas textiles –ambientes que contribuyen a generar males respiratorios. Por otra parte, también se encontró que los nuevos migrantes –principalmente latinos- evitaban recurrir a los servicios médicos profesionales y que más de la mitad de los residentes del distrito no contaban con alguna clase de seguro médico. Las entrevistas que la organización realizó, revelaron que la resistencia hacia los servicios médicos se debía principalmente a dos factores; en la mayoría de los casos los residentes expresaron haberse sentido ridiculizados por los médicos debido a sus creencias y prácticas médicas tradicionales. Por otro lado,

²⁰³ Corburn, Jason (2003), “Bringing Local Knowledge into Environmental Decision Making: Improving Urban Planning for Communities at Risk”. *Journal of Planning Education and Research*. 2003, 22: 420-433

también explicaron cómo la práctica de la medicina tradicional les permitía crear y mantener nexos con los miembros de su propia cultura e integrarse a las redes de ayuda dentro de la comunidad.

En base a estos hallazgos, la comunidad del Puente pudo diseñar medidas de acción: la organización realizó una campaña para que todas aquellas familias que no contaran con un seguro médico se inscribieran dentro del programa de seguro gratuito de Nueva York y para que, quien lo necesitara, se inscribiera dentro del programa para el manejo del asma. Además, la comunidad del Puente desarrolló un programa de “competencia cultural” destinado a entrenar y sensibilizar a médicos y enfermeras locales sobre las practicas medicas tradicionales de las comunidades latinas asentadas en el área.

Estas acciones pronto arrojaron resultados positivos. En dos años se logró reducir las hospitalizaciones por asma en un 41%.

También es necesario mencionar que los resultados de las investigaciones de la comunidad del Puente han sido dos veces publicadas en la revista *American Journal of Public Health* y que el *National Institute of Environmental Health Sciences* ha financiado a la comunidad del Puente para que continúe con sus investigaciones sobre el asma.

2.3 Análisis de los modelos

Para comenzar nuestro análisis hemos seleccionado cinco de los principales modelos que se proponen en la literatura. En la mayoría de los casos estos modelos corresponden a los que otros autores como Lewenstein²⁰⁴ y Trench²⁰⁵ han señalado como modelos “clásicos” pues, aunque existen variaciones y distintos nombres, algunos de estos modelos son conceptualmente equivalentes a sus variaciones. Por ejemplo, Lewenstein describe cuatro modelos principales. Estos modelos son: El modelo del déficit, el modelo contextual, el modelo de la Experticia de los Legos (*lay expertise model*) y el modelo de participación pública o modelo democrático. Por su parte Trench ha propuesto una nueva clasificación centrada en el tipo de comunicación que se da entre el público y los expertos (*Base Communication Models*), es decir, distingue si la comunicación se da en un solo sentido (diseminación), de ida y vuelta (diálogo) o cuando la comunicación además de ir en ambos sentidos, es decir, entre el público y los expertos también se da entre el propio público (participación). A partir de esta división, Trench propone otras cuatro subdivisiones basadas en algunas características como la asociación filosófica de los modelos (por ejemplo si el modelo es cientificista), los modelos dominantes en la comunicación pública de la ciencia, algunas de las variaciones de los modelos y la visión que las comunidades científicas tienen sobre el público.

En nuestro caso, más allá de querer realizar una clasificación centrada en una característica particular (como en el tipo de comunicación o la asociación ideológica del modelo), lo que hemos tratado de hacer

²⁰⁴ Lewenstein, Bruce. 2011. “Models of Public Communication of Science and Technology.” Accessed November 10. http://www.dgdc.unam.mx/Assets/pdfs/sem_feb04.pdf

²⁰⁵ Trench, Brian. (2008). “Towards an Analytical Framework of Science Communication Models.” in Cheng Dong (eds.) *Communicating Science in Social Context: New Models, New Practices*, New York: Springer, pp. 119-135.

es preguntarnos cuáles son todas aquellas características básicas que definen los modelos de comunicación y en base a estas características, poder analizar uno a uno estos modelos.

A partir de un análisis sobre las descripciones que diversos autores hacen de los principales modelos de comunicación, hemos identificado cinco características principales las cuales discutimos a continuación.

2.3.1 Características de los modelos

La primera característica que salta a la vista es la base ideológica o política del modelo. Esta base define los fines que persigue cada modelo en el ámbito social o político, define qué fuerzas y qué intereses están en juego y en algunos casos, a qué grupos de interés representan los autores de dichos modelos. Aunque la base ideológica o política en muchos casos no se expresa de manera explícita, es más o menos fácil identificarla, por ejemplo, podemos comenzar por preguntarnos si el autor o los autores de cierto modelo estarían dispuestos a discutir sus modelos no sólo entre sus colegas sino también ante un público más amplio.

La segunda característica la constituye el modelo cognitivo que explica cuáles son los factores que facilitan u obstaculizan la transmisión de conocimiento. Dichos modelos provienen en algunos casos de estudios sobre psicología social (como es el caso del modelo de enmarcado cuyo modelo cognitivo es el de la cognición avara), de la sociología (como en el caso del Modelo Contextual o el *Lay expertise model*) o bien de simples creencias sin fundamento empírico (como el modelo del déficit²⁰⁶). Cabe señalar que aunque a través de los modelos cognitivos se busca una cierta justificación científica y una cierta universalidad del modelo de comunicación, es claro que en muchos casos estos modelos son escogidos *ad hoc* para justificar la base ideológica o política.

Por otra parte es necesario señalar que aunque los modelos cognitivos tratan sobre los factores que facilitan u obstaculizan la transmisión del conocimiento, no en todos los casos lo que interesa es facilitar la transmisión de éste. Por ejemplo, aunque el modelo de la cognición avara²⁰⁷ reconoce cuáles son las dificultades en la transmisión de conocimiento, no pretende sortear esta dificultad sino, por el contrario, busca aprovechar el hecho para suplir el conocimiento por opiniones o propaganda.

²⁰⁶ Aquí conviene hacer una aclaración del porqué de esta afirmación. Como hemos dicho, el modelo del déficit supone que para que la ciencia sea comprendida se requiere de una “traducción” del lenguaje científico al lenguaje común. Así, el modelo del déficit de alguna manera comparte con el empirismo lógico la misma idea central, es decir, si la fuente del conocimiento radica en la experiencia sensorial (que es común a todos) es posible mostrar el camino por el cual, a partir de tales datos sensoriales se llega a las conceptualizaciones científicas. Sin embargo, como sabemos, el proyecto de reducir los enunciados de la ciencia a datos sensoriales tuvo que ser abandonado pues se demostró que existen algunos conceptos científicos que no pueden reducirse a tales datos. Entonces, cuando decimos que el modelo cognitivo del modelo del déficit no se sustenta sobre bases empíricas, hacemos referencia a la crítica que Piaget hizo al empirismo lógico: “El empirismo nunca pudo demostrar empíricamente los fundamentos de su posición”. Ver, García, Rolando. (2000). El conocimiento en construcción. De las formulaciones de Jean Piaget a la teoría de los sistemas complejos. Barcelona: Gedisa, pp.22

²⁰⁷ Scheufele Dietram A. and Lewenstein Bruce V. (2005) “The public and nanotechnology: How citizens make sense of emerging technologies”. *Journal of Nanoparticle Research*, Vol. 7, pp 659–667

La tercera característica ya ha sido discutida por Trench. Esta característica tiene que ver con la dirección de la comunicación. Esta puede ser en forma de diseminación en cuyo caso la información se transmite de forma unidireccional de un grupo de expertos hacia el público, en forma de dialogo, en cuyo caso se busca oír al público para hacer más efectiva la diseminación o bien para consultar sobre alguna aplicación específica y por último en forma de negociación en cuyo caso la información fluye en ambos sentidos en repetidas ocasiones. En este último caso se considera que en la comunicación entre diversos grupos, todo mundo puede contribuir y todos los participantes están interesados en los resultados que arrojen las discusiones y deliberaciones²⁰⁸.

La cuarta característica que trata sobre cómo el público es percibido dentro de un modelo de comunicación, también ha sido discutida por Trench.

Por último, la quinta característica -de la que muy poco se ha discutido- se basa en la percepción que tienen los autores de los modelo acerca de un grupo de expertos o de las comunidades científicas. En la mayoría de los casos, se tiene una percepción monolítica de las comunidades científicas, es decir, como si todos los científicos compartieran los mismos conocimientos, la misma postura ante la sociedad, la misma base ideológica y buscaran, más allá de su interés académico, los mismos fines sociales o de grupo. En el análisis que hemos hecho, el único modelo que sugiere una visión plural de las comunidades científicas es el modelo democrático. Particularmente, la presencia de científicos en las conferencias de consenso tanto del lado de los representantes de la comunidad científica como en el mismo panel de ciudadanos nos hacen sostener esta aseveración²⁰⁹.

En el cuadro número 1 presentamos los cinco modelos principales que hemos analizado y las cinco características que los definen.

Modelos de comunicación	Base ideológica o política	Tipo de Comunicación	Modelo Cognitivo	Percepción del publico	Percepción de las comunidades científicas
Modelo del Déficit	Busca el aprecio del público hacia ciencia con el fin de obtener financiamiento y respeto hacia las comunidades científicas	Diseminación o vertical	Para que la información pueda ser entendida se necesita de una traducción del lenguaje científico al lenguaje común.	El público es ignorante y no aprecia a la ciencia	Monolítica; los científicos comparten los mismos intereses, posturas ideológicas, etc.
Modelo Enmarcado	Política de propaganda para	Vertical	El esfuerzo que implica la	El público es perezoso y	Monolítica

²⁰⁸ Ibid. Trench

²⁰⁹ Durant, John (1999). "Participatory technology assessment and the democratic model of the public understanding of science". *Science and Public Policy*, Volume 26, no. 5, October, pp. 313-319

	obtener financiamiento y delegar las decisiones importantes a los expertos		búsqueda y la comprensión de información para tomar decisiones depende de que tan redituable o que tan importante sean dichas decisiones.	puede ser manipulado.	
Modelo Contextual	Busca que algunos grupos “problemáticos” adopten comportamientos o prácticas consideradas como “deseables” por un grupo de expertos	Diálogo	La información es modelada de acuerdo a los contextos sociales y culturales. Para hacer efectiva la diseminación es necesario conocer y contrarrestar estos factores	El público es (con razón o sin ella) adverso a la ciencia.	Monolítica
Modelo Democrático	Los ciudadanos tienen derecho a opinar y decidir sobre temas de ciencia y tecnología.	Negociación/Diálogo	Similar al modelo del déficit: Para poder participar en la toma de decisiones se debe proporcionar información accesible a los ciudadanos.	Aun no siendo expertos, los ciudadanos pueden participar en la toma de decisiones.	Plural
Modelo de la Experticia de los legos	Empoderar a las comunidades locales	Negociación	Reconoce el valor de los conocimientos locales desde el punto de vista práctico y cultural pero no pretende la justificación de dicho conocimiento.	Algunas comunidades poseen conocimiento paralelo al generado desde la tradición científica. Dicho conocimiento y los valores culturales de cada comunidad son legítimos por	Monolítica

				derecho propio y deben ser respetados.	
--	--	--	--	--	--

Cuadro 1. Análisis de los modelos de comunicación

A partir del cuadro uno es posible realizar distintos análisis sobre los modelos de comunicación. El primer análisis que realizaremos se refiere a lo que ya hemos discutido en la sección referente a la función social de la ciencia. En este caso nos preguntaremos cuál es la función que cada modelo asigna a la ciencia, es decir, regulatoria o emancipadora.

2.3.2 La función social de los modelos de comunicación: ¿Regulación o emancipación?

Como vimos anteriormente, la ciencia ha desempeñado históricamente dos funciones principales; una como reguladora de las relaciones sociales y otra como una herramienta de emancipación. En esta segunda función, la emancipación puede alcanzarse de dos formas: una pasiva, donde la sociedad alcanza mejorar sus condiciones materiales través de delegar a un grupo de expertos las decisiones y otra, a través de la cual, los individuos pueden, sin el tutelaje de alguna autoridad, desarrollar sus propias capacidades, plantearse metas y cumplirlas. Sin embargo, ya que en la primera forma de alcanzar la emancipación, como precondition es necesaria la subordinación de la sociedad a los dictados de los expertos, la emancipación deja de serlo y se convierte en una forma más de regulación social. Así para ver cuál es la función social que desempeñan los distintos modelos de comunicación antes expuestos, la tabla anterior puede sernos de mucha utilidad.

En los dos primeros casos, es decir en el modelo del déficit y el de enmarcado, es evidente que estos modelos tienen una función reguladora. A través de un discurso que ofrece incrementar el bienestar social, se deja ver que éste sólo podrá ser alcanzado si la sociedad declina intervenir en la toma de decisiones importantes y a cambio, provee de todos los medios para el desarrollo científico y tecnológico.

El modelo contextual, como ya se ha discutido, se enfoca en ciertos grupos sociales “problemáticos” que son renuentes a adoptar ciertas medidas o comportamientos considerados como importantes o deseables por un grupo de expertos. A pesar de que el modelo reconoce que en algunos casos estos grupos tienen razón en presentar resistencia a las medidas que el grupo de expertos propone, el fin de este modelo es cambiar su comportamiento. Así, el modelo da por hecho que los expertos son quienes saben mejor que nadie qué es lo que conviene a la sociedad y son ellos quienes deben asumir el tutelaje de esta. Por tanto, este modelo también tiene una función reguladora.

Como hemos visto, aunque el modelo de la experticia de los legos existe teóricamente, en la práctica, éste no ha sido adoptado por ninguna institución dedicada a la comunicación de la ciencia. Por tanto, la intención de “empoderar” a la sociedad a través de este modelo también resulta también inexistente para los comunicadores profesionales de la ciencia. Por último, en el caso del Modelo Democrático,

vemos que dentro de sus prácticas existen ambas funciones. Las conferencias de consenso, por ejemplo, buscan la regulación de la actividad científica o de las aplicaciones tecnológicas mediante la consulta pública.

En el caso de las Tiendas de Ciencia, como lo que se busca es poner a disposición del público el conocimiento que este requiere para que haga con él lo que su propia voluntad ha determinado, no busca la regulación social. Por el contrario, se busca que las personas ejerzan su libertad a través de la ciencia. Por lo tanto, hasta aquí, el único caso que hemos encontrado con una función emancipadora, es el de las tiendas de ciencia.

El problema con que los modelos de comunicación sean predominantemente regulatorios radica en varias cuestiones: Primero, en la mayoría de los casos, la regulación se asume como una forma de tutelaje, donde los únicos con capacidad de intervenir en los comportamientos sociales y de plantear metas son los expertos. Segundo, si bien es cierto que en una sociedad democrática la capacidad que tienen los ciudadanos de intervenir en las regulaciones son de suma importancia, de la simple regulación no se puede esperar mayor provecho que el de evitar que algo indeseable ocurra o bien que las cosas sigan por su curso habitual.

Así, para el ciudadano común la ciencia no significa un instrumento mediante el cual, más allá de sus intereses privados, él mismo puede plantearse nuevas metas colectivas. La mayoría de los modelos de comunicación privan al público de la posibilidad de ejercer su poder creativo y transformador mediante la ciencia.

2.3.3 Modelos de comunicación pública de la ciencia: La visión de un mundo polarizado

Como hemos dicho antes, históricamente, los estudios sobre la comunicación pública de la ciencia nacieron dentro de un contexto social y político muy particular, esto es, durante los años ochenta²¹⁰ en los Estados Unidos e Inglaterra donde algunas de sus comunidades científicas vivieron lo que se percibió como una de las peores crisis de credibilidad y falta de apoyo hacia la ciencia. A su vez, dicho fenómeno fue motivado por grandes recortes presupuestales hacia algunas líneas de investigación así como de fuertes cuestionamientos y demandas de algunos sectores sociales quienes ya no querían permanecer al margen de las decisiones sobre ciencia y tecnología.

Para empeorar el panorama, en los años noventa se da otro cisma pero esta vez entre algunas comunidades académicas pertenecientes a las áreas de las ciencias naturales y las sociales. Este fenómeno conocido como “la guerra de las ciencias” ha tenido también gran influencia dentro de los estudios sobre la comunicación pública de la ciencia; siendo ésta un área interdisciplinaria, su literatura proviene y toma como referencia a las partes involucradas dentro de este conflicto.

²¹⁰ Wynne, Brian (1995), “Public Understanding of Science” in Jasanoff, Sheila et al. (Eds.), *Handbook of Science and Technology*. Sage Publications, pp. 361

Así, bajo esta visión de una sociedad polarizada es de donde parten y se desarrollan los estudios sobre comunicación pública de la ciencia y, como veremos, muchos de sus modelos y su retórica son el reflejo de esta visión.

La importancia de realizar un análisis sobre el grado en que los modelos de comunicación han conservado esta visión de polarización radica en lo siguiente: primero, debemos advertir que en general no existe peor escenario para la comunicación que aquel donde existe polarización; la intención de comunicar se vuelve la de vencer y no de dialogar y convencer legítimamente.

Segundo, como sabemos, muchos de los modelos de comunicación están dirigidos hacia las comunidades científicas. Mediante ellos se pretende que los científicos adquieran destrezas para comunicarse con el público. Sin embargo, dichos modelos también son el reflejo de los conflictos locales del primer mundo y algunos de ellos parten de concepciones sobre el público que suelen ser negativas o incluso presentan a éste, como una amenaza para el quehacer científico. Así, aunque en algunos países no exista una polarización entre sus comunidades científicas locales y el público, esta puede ser introducida a través de estos modelos de comunicación. Como el teorema de Thomas²¹¹ afirma “Si las personas definen situaciones como reales, éstas son reales en sus consecuencias.” De hecho, como Bauer refiere, quienes resultaron ser los primeros afectados por el modelo del déficit no fue el público- quien supuestamente debía mostrar un cambio de actitud positivo hacia las comunidades científicas- sino las comunidades científicas a quienes mediante este modelo se inculcó una visión distorsionada y negativa del público:

“The public deficit model is in fact a self-fulfilling prophecy: the public, a-priori deficient, cannot be trusted. Mistrust on the part of scientific actors will be paid back in kind with public mistrust. Negative public attitudes then confirm the assumption among scientists: the public is not to be trusted. This circularity called for ‘soul searching’ among scientific actors.”²¹²

En los países en vías de desarrollo –quizá más que en ninguna otra parte del mundo- se requiere que sus comunidades científicas se involucren en la resolución de los problemas locales, pero si estas tienen una imagen de sociedad adversa hacia su quehacer, en lugar de crear alianzas con la sociedad, probablemente esto repercuta en una falta de interés por la resolución de dichos problemas.

Por lo anterior, en la siguiente sección presentamos un análisis sobre este punto.

2.3.4 La visión de un mundo polarizado

En su sentido más básico, la polarización es la creación o la intensificación de una división fundamental dentro de un grupo de personas. Un grupo se encuentra polarizado cuando sus antagonismos personales o diferencias más sustantivas (como ideología política, religiosa o filosófica) evolucionan en

²¹¹ Thomas, William Isaac and Thomas Dorothy S. (1928). *The child in America: Behavior problems and programs*. New York: Knopf, pp. 571-572

²¹² Bauer, Martin W. (2009). “The evolution of public understanding of science. Discourse and comparative evidence”. *Science Technology and Society*, Vol. 14, no.2, 221-240.

un cisma que divide al grupo en campos rivales²¹³. Como Jasinski²¹⁴ señala, cuando esto ocurre, la retórica de los discursos está caracterizada por presentar una visión del mundo maniqueísta, es decir, formada por absolutos en donde no caben los matices. Esta imagen se ve reflejada por expresiones que dividen al mundo en “ellos/nosotros” o bien “nuestro/suyo”.

En el caso particular de los modelos de la comunicación de la ciencia, esto se evidencia a través del análisis presentado por Trench²¹⁵ donde se muestra claramente el uso de expresiones tales dentro de los modelos.

Otra de las características señaladas por Jasinski es que, a través de los discursos de polarización, se intenta construir un sentido de unidad dentro del grupo. Este sentido de unidad generalmente se logra construyendo o identificando a algún enemigo, quien es, supuestamente, la antítesis del grupo rival. El enemigo es retratado como monolítico; todos los diversos grupos a los que un cierto grupo se opone, son vinculados con sus elementos más extremos. En nuestro caso, este fenómeno también puede ser observado a través del análisis de Trench: En muchos modelos, el público es presentado como la antítesis de los científicos, esto es, como ignorantes e incluso adverso (por un sinnúmero de razones) hacia la ciencia.

Además Jasinski también afirma que es común en estos discursos omitir las diferencias que se dan al interior del grupo, como si estos compartieran siempre las mismas posturas u opiniones. Curiosamente, en la mayoría de los modelos -quizás con excepción del modelo democrático- la ausencia de las comunidades científicas dentro de los modelos nos hace pensar que no es necesario hablar de ellas, es decir, como si quedara sobreentendido que se trata de comunidades completamente homogéneas tanto en intereses sociales como en ideología.

Por último, dice Jasinski, los discursos de polarización se caracterizan por sus argumentos disyuntivos o divisorios. Estos discursos disyuntivos van dirigidos generalmente hacia el interior del grupo ya sea para evitar las disidencias o bien, para hacer ver que las posturas neutrales son inaceptables. Un ejemplo de estas frase que a lo largo de los siglos ha sido utilizada es “*You're either with us, or against us*”. En el caso de la comunicación de la ciencia algunos discursos parecen ir en ese sentido. Por ejemplo, al hablar sobre los modelos de comunicación de la ciencia, Lewenstein²¹⁶ califica al modelo de la experticia de los legos y al modelo democrático de “anticientíficos”. En el primer caso porque este modelo según él, “privilegia el conocimiento local sobre el confiable conocimiento acerca del mundo natural producido por el moderno sistema científico” y en el segundo caso por tener “un sesgo anti-científico” aunque no explica en qué consiste éste sesgo. Sea como sea, Lewenstein al recordar que en el primer caso los

²¹³ Jasinski, James (2001). *Sourcebook on rhetoric: key concepts in contemporary rhetorical studies*. London, Sage Publications, pp. 419

²¹⁴ Ibid.

²¹⁵ Trench, Brian (2008) “Towards an Analytical Framework of Science Communication Models” in D. Cheng et al. (Eds.) *Communicating Science in Social Contexts: New models, new practices*. Springer, pp. 119- 135

²¹⁶ Lewenstein, Bruce V. (2003) “Models of public communication of science and technology”. *Public Understanding of Science*, vol. 16, p. 1-11.

proponentes de este modelo “han sido blanco de las virulentas disputas de la guerra de las ciencias” parece lanzar la advertencia a sus propios colegas de que aquel que se atreva a considerar o apoyar dichos modelos, podrá ser considerado como alguien que va en contra de la ciencia:

“Like other models, the lay expertise model is subject to criticism. In particular, it privileges local knowledge over the reliable knowledge about the natural world produced by the modern scientific system. For that reason, it can be called "anti-science," and certainly proponents of local knowledge approaches have been targets of some of the virulent "science wars" disputes of the 1990s. Scientific experts exist because some knowledge is more difficult to get and maintain; a gap of expertise is a natural outcome of an advanced and specialized society.”²¹⁷

Por otra parte, los argumentos de Lewenstein en contra de estos dos modelos de comunicación resultan muy ilustrativos para mostrar cómo en el trasfondo de la comunicación pública de la ciencia subyacen los mismos conflictos que se desataron durante la guerra de las ciencias. Por ello vale la pena que nos detengamos un poco en este asunto.

Según Lewenstein uno de los principales proponentes del modelo de la experticia de los legos es Brian Wynne. Sin embargo, en realidad Wynne no ha propuesto ningún modelo de comunicación de la ciencia como tal. Gran parte del trabajo de Wynne ha consistido en documentar y analizar una serie de situaciones en donde la visión de un grupo de personas sobre un cierto problema que involucra aspectos científicos y tecnológicos diverge de la visión del grupo de expertos. Lo que Wynne ha encontrado en cada una de estas situaciones —y que es muy similar a lo que ha ocurrido en algunas conferencias de consenso— es que los conflictos que han surgido entre estos grupos no consisten en el enfrentamiento entre dos clases de conocimientos expertos sino en divergencias en cuanto a significados, preocupaciones, relaciones, prioridades y en la misma forma de concebir los problemas en cuestión. En todas estas situaciones la molestia del público no ha sido motivada por la creencia de que ya que sus conocimientos y experiencias se encuentran en el mismo plano o incluso por encima del conocimiento científico, es injusto que se les excluya de la toma de decisiones. Las molestias y conflictos han surgido en todos estos casos cuando los expertos, al definir de entrada cuales han de ser los objetivos o preocupaciones relevantes, han impuesto el conocimiento técnico por encima de aquellos conocimientos locales que tienen significado dentro de la problemática que es percibida por el público. Así, la raíz de estos conflictos no es precisamente epistémica (en cuanto a que conocimientos son superiores o inferiores) sino más bien política, es decir, en cuanto a qué prioridades han de ser consideradas. Por tanto, la exclusión de los conocimientos locales es sólo un efecto secundario de este fenómeno. Como Wynne explica:

“My point has not been about who has better knowledge, but instead has been at a different level, about how in public issues multiple knowledges, reflecting their different sets of priority concerns, are usually salient and need to be respected, accountably validated as far as possible, and if necessary (but unity or consensus should not be presumed) negotiated together as such.”

²¹⁷ Ibid.

El trabajo de Wynne tiene entonces fuertes implicaciones políticas: dado que el conocimiento generalmente responden a preguntas específicas y a problemas previamente planteados, en una sociedad democrática ningún grupo puede excluir a otro de la definición de objetivos o problemas sociales alegando superioridad epistémica pues la definición de estos asuntos (las preguntas que deben ser planteadas) es anterior a cualquier solución (los conocimientos que deben entrar en juego). Sin embargo, como Wynne también ha advertido, dentro del área de la comprensión pública de la ciencia (PUS) existe un programa ideológico dominante el cual es el reflejo de "la ansiedad de las élites sociales por mantener el control social a través de la asimilación pública dentro del "orden natural" según lo revelado por la ciencia"²¹⁸. Dentro de este programa se insiste frecuentemente que sólo los significados y preocupaciones definidas por de las instituciones científicas deben ser reconocidos como significados y preocupaciones públicas legítimas desconociendo así otras articulaciones sociales distintas.

El trabajo de Wynne ha provocado la irritación dentro de algunos sectores académicos pues cuestiona el poder y autoridad que las comunidades científicas han adquirido dentro del ámbito social. Como, el mismo Lewenstein admite:

*"The lay knowledge model also suffers because scientists don't trust it. To accept the validity of lay knowledge is to give up the power and technical control that scientists believe that they, as experts, should be the ones to have. And many of us would agree with them...[...] True public engagement activities are not just about hearing local knowledge and getting the opinions of local communities. They are about transferring political power and authority. Is that something scientists, or government agencies, or industrial leaders, are willing to do? People sometimes call for a revolution in social power. But revolutions are violent, dangerous things. Yes, the world is sometimes a better place after the revolution. But in the revolution, some people win and some people lose. Sometimes they lose badly, losing not just power, but wealth and possessions and even their lives. So I do not expect that the transfer of political power that is presented by a true understanding of the public engagement model is likely to happen easily."*²¹⁹

Por ello, al igual que lo sucedido durante la guerra de las ciencias, algunos académicos -Lewenstein incluido- han adoptado la estrategia de desviar el debate con Wynne de un plano político, donde los propósitos y preocupaciones de interés público pueden ser negociados (y por tanto la autoridad de cualquier grupo puede ser contestada), a un plano epistémico aparentemente apolítico, en donde al equiparar las cuestiones que son de interés público con aquellas que son científicamente definibles (medibles y controlables), se restringe la participación de todos aquellos que no están calificados para debatir cuestiones estrictamente técnicas . En este último plano la autoridad y el derecho a impugnar el poder se gana de acuerdo a quién o quiénes poseen los conocimientos que se acercan más a los estándares científicos, es decir, como si todas las preocupaciones públicas se redujeran a cuestiones científicas. Así algunos académicos han publicado una serie de artículos donde se acusa a Wynne de tener una imagen romántica del conocimiento del público (o como Lewenstein afirma de privilegiar éste

²¹⁸ Wynne, Brian. (1995) "Public Understanding of Science" in Jasanoff, Sheila. (Ed.) Handbook of science and technology studies. London: Sage, pp. 361

²¹⁹ Lewenstein, Bruce. (2010). "Modelos de comprensión pública: la política de la participación pública". *Artefactos*, no.3, pp. 13-29.

sobre el conocimiento científico), de tratar de eliminar la distinción entre el conocimiento de los expertos y el de los legos motivado por fines políticos y de haber afirmado que, en una sociedad democrática, cada ciudadano tiene al menos el mismo o incluso mayor conocimiento que el de un experto (cuando en realidad lo que él ha afirmado es que en una sociedad democrática todo ciudadano es un actor legítimo frente a las disputas que surgen con las instituciones de expertos). Como Wynne apunta:

“The problem of the insistent dictatorial imposition of this scientific “unpolitical” political frame upon public life and publics is utterly obscured by that academic scholarship which insistently focuses attention to the side issues of categorizing expertise, and asking whether publics or scientists know better. At least by default, this absurd scholarly preoccupation reinforces the scientific diktat of “unpolitics” and imposed public meanings. This imposition as a form of politics, and the role of science in this, has always been my central concern. The accusations, which I reject, that I have constructed a romantic account of the lay expert who knows better than scientists, also fall into this trap, because they reflect and reinforce the dominant de facto normative stance, that public meaning in those issues involving science is not a civic issue, but is properly given by science.”²²⁰

2.3.5 Discusión y conclusiones

Como podemos notar del cuadro de la sección anterior, los modelos que muestran un mayor sesgo hacia la polarización son el modelo del déficit, el modelo de enmarcado y el modelo contextual pues en ellos se hace patente una clara separación entre un grupo que defiende intereses particulares y un público que es visto con desprecio.

Por otra parte, también en estos modelos se tiene una concepción monolítica de las comunidades científicas. Lo que subyace bajo esta concepción (y que ha dado como resultado una total ausencia de mecanismos que sugieran cómo las propias comunidades científicas deben ser retroalimentadas con la información que proviene del público en los modelos de comunicación) es que, en el fondo, se considera que aun en el diálogo, las comunidades científicas no son susceptibles de realizar cambios en cuanto a sus conocimientos, opiniones, intereses o prioridades. Existe pues una marcada diferencia en cuanto a lo que se exige al público saber y opinar sobre las distintas disciplinas científicas y lo poco o nulo que se espera de las comunidades científicas en cuanto al conocimiento sobre otras disciplinas más allá de sus áreas y el interés por los problemas públicos de la ciencia²²¹. Por ello, la comunicación pública de la ciencia hasta ahora sólo se ha preocupado por la concientización del público hacia la ciencia pero no de la concientización de las comunidades científicas hacia las necesidades del público. Así, bajo esta perspectiva, cabe esperar que la comunicación pública de la ciencia no sirva de instrumento para

²²⁰ Wynne, Brian. (2008). “Elephants in the rooms where publics encounter “science”? : A response to Darrin Durant, “Accounting for expertise: Wynne and the autonomy of the lay public”. *Public Understanding of Science*, Vol.17, no. 1, pp. 21-33.

²²¹ Lévy-Le Blond Jean-Marc (1992) “About misunderstandings about misunderstandings” *Public Understanding of Science*, Vol. 1, no. 1, pp. 17-21

establecer realmente alianzas entre ciencia y sociedad, alianzas que como ya hemos explicado, son fundamentales en los países en vías de desarrollo.

Por último, como podemos notar, los modelos que no presentan un sesgo hacia la polarización son precisamente aquellos que han sido catalogados de “anticientíficos”. Dicho fenómeno se explica también a través de un ambiente de polarización en el que las disidencias o las posturas neutrales son inaceptables.

Por todo lo anterior, creemos que es necesario hacer una revisión crítica y exhaustiva acerca de lo que hasta ahora se ha venido haciendo y comenzar a desprendernos del áspero pasado en el que se originó y se desarrolló los estudios sobre la comunicación pública de la ciencia.

Capítulo III. Propuesta de una teoría antropológica sobre la apropiación de la ciencia

3.1 Introducción

Desde su acuñación, en los años cincuenta del siglo XX, el término “alfabetismo científico”, ha tenido múltiples significados e interpretaciones. Aunque hasta la fecha se admite que no posee una definición única y clara, o que incluso se sustituya por nombres como “entendimiento público de la ciencia” o “cultura científica”, esto no ha sido impedimento para que el alfabetismo científico sea “un slogan educativo bien reconocido internacionalmente”²²², y que aparezca en los discursos y políticas científicas y tecnológicas desarrolladas en los últimos años por la OCDE.²²³

Como señala Laugksch,²²⁴ la falta de consenso sobre la definición de alfabetismo científico puede explicarse por la gran variedad de grupos de trabajo que están involucrados en el tema. Cada uno de estos grupos tiene una concepción del término basada en sus objetivos e intereses. Por ejemplo, para aquellos grupos involucrados en el diseño de currículos escolares y para aquellos interesados en determinar la opinión del público acerca de las políticas científicas, se mantiene una concepción absoluta y estandarizada del alfabetismo científico. En otros casos, ante la falta de una definición clara, algunos autores interesados en proponer indicadores para determinar el nivel de “cultura científica” a nivel nacional e internacional han propuesto su propia definición. En este caso, el concepto de “cultura científica” intenta reflejar las necesidades sociales de conocimiento a través del concepto de “apropiación”. Sin embargo, lejos de proporcionar un concepto de apropiación capaz de explicar cómo estas necesidades son determinadas socialmente y en consecuencia, cómo el conocimiento es

²²² Laugksch, Rüdiger. (2000). “Scientific Literacy: A Conceptual Overview.” *Science Education* 84:71–94.

²²³ Godin, Benoit, and Yves Gingras. (2000). “What is Scientific and Technological Culture and How is it Measured? A Multidimensional Model.” *Public Understanding of Science*. Vol. 9, pp. 43-58.

²²⁴ Ibid

apropiado, los autores simplemente asumen que estas necesidades deben sujetarse a los “mandatos” de algunas instituciones que producen, transmiten y financian a la ciencia y a la tecnología y que, lo que determina precisamente la apropiación de la ciencia, es el nivel de sujeción social a estos mandatos²²⁵.

Por el contrario, desde la perspectiva de algunos sociólogos, el entendimiento público de la ciencia no tiene un carácter normativo, es decir, no se busca fijar estándares acerca de lo que la gente debe saber, ya que el entendimiento público de la ciencia es un proceso interactivo y relativo a cada contexto, donde los conocimientos y las recomendaciones que las comunidades científicas transmiten al público, así como la autoridad, los intereses y los fines que persiguen las instituciones científicas, son interpretados y evaluados por las personas a la luz de sus propios conocimientos, experiencias, valores y prioridades. Algunos estudios de campo realizados dentro de esta perspectiva –a la que se llama “contextual”²²⁶– han demostrado que cuando prevalecen las condiciones sociales adecuadas, las personas no sólo buscan fuentes de información y adquieren conocimientos científicos cuyo grado de especialización se encuentra muy por encima de los estándares esperados,²²⁷ sino que además son capaces de comparar e interpretar datos técnicos desde su experiencia,²²⁸ incorporando a sus vidas las técnicas de investigación científica para resolver problemas prácticos,²²⁹ e incluso identificar inconsistencias lógicas y metodológicas en el trabajo de los expertos.²³⁰ Desafortunadamente, hasta donde sabemos, dentro de la perspectiva contextual aún falta mucho trabajo teórico por realizar. Dentro de este trabajo teórico necesariamente debería existir un marco conceptual que incluyera una definición de apropiación de la ciencia que diera cuenta y que sintetizara todas aquellas condiciones que la hacen posible.

Como sabemos, el desarrollo de conceptos claros en cualquier disciplina y, en general, en muchas actividades humanas es esencial para el desarrollo adecuado de todas estas actividades. Por ejemplo, si en una sociedad el concepto de democracia o de justicia es muy pobre y falla en capturar la realidad social, es de esperarse que en esta sociedad se padezca de una pobre democracia o de sistemas de justicia.

De cierta forma, esto mismo ha ocurrido dentro de la comunicación pública de la ciencia; debido a que sus modelos y prácticas se han centrado en alcanzar los objetivos establecidos por sus propios proponentes, los conceptos que se han desarrollado dentro del área se encuentran fuertemente sesgados para hacerles coincidir con estos objetivos. Debido a todo lo anterior, no es raro encontrar que a pesar de los esfuerzos realizados para mejorar el alfabetismo científico estandarizado, las encuestas realizadas en Estados Unidos, el Reino Unido y algunos otros países del mundo muestran que los ciudadanos sólo son capaces de responder correctamente entre el cincuenta y el sesenta por ciento de

²²⁵ Godin, Benoit and Gingras, Yves. (2000) “What is scientific and technological culture and how is it measured? A multidimensional model”. *Public Understanding of Science*, vol. 9, no 1, p. 43-58.

²²⁶ Esta perspectiva sociológica no debe confundirse con el modelo contextual.

²²⁷ Wynne, Brian. (1991). “Knowledges in Context.” *Science, Technology and Human Values* 16:111-121.

²²⁸ Irwin, Alan and Brian Wynne. (1996). *Misunderstanding Science? The Public Reconstruction of Science and Technology*. Cambridge: Cambridge University Press, pp. 26

²²⁹ Wachelder, Joseph. (2003). “Democratizing Science: Various Routes and Visions of Dutch Science Shops.” *Science, Technology and Human Values* 28:244-273.

²³⁰ Irwin, Alan and Brian Wynne. (1996) pp. 31

las preguntas sobre “hechos clave” de la ciencia y que este nivel ha permanecido más o menos constante en las últimas décadas.²³¹

Basado en un amplio trabajo de campo, Wynne ha encontrado que la poca flexibilidad de las instituciones que generan y difunden la ciencia para adaptarse y reconocer las necesidades sociales de conocimiento, son parte del problema de la asimilación pública de la ciencia.²³² Estas instituciones tienden a reconocer como “pertinentes” o “viables” sólo aquellas propuestas que se ajustan a sus estructuras y establecen controles sobre el acceso a la información para promover sus intereses y objetivos, sin generar fuentes de información y asesoría relevantes para cada contexto.

La falta de flexibilidad institucional y la preocupación por mantener el control sobre el conocimiento es tan fuerte que aun cuando algunos autores e instituciones han reconocido la importancia de los contextos sociales en el entendimiento público de la ciencia, preguntas tales como qué conocimientos son relevantes o qué significa la apropiación pública de la ciencia no son contestadas en función de lo que cada contexto social determina. La apropiación pública de la ciencia hasta ahora ha sido concebida como aquellas condiciones inculcadas por una doctrina llamada eufemísticamente “cultura científica”, que prepara a cada individuo para asumir su lugar dentro de un cierto orden social, necesario para mantener el *statu quo* de las instituciones científicas. Así, para Godin y Gingras la apropiación de la ciencia significaría: para la clase gobernante “diseñar y llevar a cabo políticas científicas relevantes”; para los ejecutivos industriales, “invertir sabiamente en investigación, evaluar y seleccionar nuevas tecnologías, así como capacitar a sus empleados”; y para un trabajador, “poseer las habilidades y herramientas necesarias para el mantenimiento de los equipos.”²³³

Al igual que Wynne, creemos que el problema de la comprensión pública de la ciencia más que ser un problema de capacidad intelectual o falta de interés por parte del público, es el reflejo de estructuras institucionales científicas inflexibles, poco democráticas y centradas en sus intereses. Para llevar a cabo una evaluación crítica sobre las estrategias que hasta hoy se han implementado, pero sobre todo, para poder vislumbrar nuevas estrategias que traspasen el actual impase institucional, es necesario desarrollar un marco conceptual que permita comprender la relación que existe entre el conocimiento y el control social e institucional que se ejerce sobre este. Sólo a través del estudio de esta relación seremos capaces de tener una visión clara acerca de los procesos que involucra la apropiación del conocimiento y sólo así seremos capaces de ofrecer una definición realista de este fenómeno.

El objetivo de las siguientes secciones es desarrollar dicho marco conceptual. En la primera parte se construye un modelo descriptivo sobre cómo el conocimiento en general es clasificado socialmente a partir de su relevancia y cuáles son los mecanismos mediante los cuales los diversos grupos sociales (incluyendo a las instituciones científicas) pugnan por controlar dicha clasificación, produciendo una compleja dinámica que afecta a la misma generación de conocimiento.

²³¹ Miller, Steve. (2010). “Deficit model.” In *Encyclopedia of Science and Technology Communication*, edited by Susanna Hornig Priest, 207-209. London: Sage Publications.

²³² Ibid Wynne, Brian. (1991)

²³³ Ibid Godin and Gingras (2000)

Para completar el modelo, en la segunda parte hacemos uso de “la teoría del control cultural” desarrollada dentro de la antropología. Dicha teoría no sólo nos permite identificar otros mecanismos de control sobre el conocimiento, sino también reconocer los factores sociales que hacen la diferencia entre la apropiación cultural de la ciencia y su imposición.

3.2 Nueva propuesta para el concepto de la apropiación de la ciencia

3.2.1 La clasificación social del conocimiento

Como Miller señala, aunque el modelo del déficit ha sido sumamente criticado, el hecho de que haya caído en desuso no implica que no exista en realidad un déficit de conocimiento.²³⁴ Este mismo fenómeno ha sido advertido también a escala internacional por organismos tales como la OCDE y la UNESCO, quienes han reconocido que la disparidad económica entre los países del mundo está relacionada con una brecha de conocimientos. Sin embargo, como veremos, el problema no se reduce a la simple posesión de cierto conocimiento, ni su solución apunta sólo hacia su difusión.

Cada sociedad humana y cada cultura determinan y clasifican los conocimientos que poseen en tres clases.²³⁵ En la primera categoría se encuentran los conocimientos que son considerados como relevantes para todo el grupo y que se espera que, al llegar a cierta edad, todos sus miembros posean. En la segunda, se encuentran los conocimientos que están disponibles para quienes se interesen en ellos, pero que pueden ser felizmente ignorados por el resto de los individuos. Por último, en la tercera categoría están los conocimientos reservados para unos cuantos miembros de la sociedad, quienes para alcanzarlos deben cumplir con ciertos requisitos para pertenecer a un grupo selecto. En esta última clase pueden estar los conocimientos privados, restringidos, confidenciales, secretos o incluso tabús.

A esta clasificación la llamaremos la Clasificación Social del Conocimiento (en adelante CSC), cuyos contenidos varían de una sociedad a otra.

Toda CSC implica un déficit del cual difícilmente algún miembro de la sociedad puede librarse, pero esto no implica que los miembros de una sociedad padezcan por este déficit o que este sea siempre socialmente perjudicial.

²³⁴ Miller, Steve. (2001). “Public Understanding of Science at the Crossroads.” *Public Understanding of Science* 10 (1): 115-120.

²³⁵ Goodnow, Jacqueline. 1990. “The Socialization of Cognition. What is Involved?” In *Cultural Psychology: Essays on Comparative Human Development*, edited by James W. Stigler, Richard A. Shweder, Gilbert H. Herdt, 259-286. Cambridge: Cambridge University Press.

Para saber de qué depende que un cierto conocimiento sea colocado dentro de una de las tres categorías debemos partir del hecho de que ni el conocimiento, ni su clasificación social se encuentran aislados de los demás elementos culturales, es decir, de “aquellos elementos de una cultura que resulta necesario poner en juego para realizar todas y cada una de las acciones sociales: mantener la vida cotidiana, satisfacer necesidades, definir y solventar problemas, formular y tratar de cumplir aspiraciones, etc.”²³⁶ Por el contrario, existe una estrecha relación entre la CSC y elementos culturales tales como los recursos materiales de los que dispone una comunidad, de sus formas de organización social, o de los valores y normas sociales. El ejemplo más obvio lo constituye la clasificación de algunos conocimientos sobre el mundo natural. Muchos grupos étnicos poseen conocimientos sobre el uso y la conservación de las plantas, animales y minerales de su medio ambiente. Debido a que estos conocimientos son esenciales para la supervivencia de estos grupos, estos conocimientos son relevantes. En la medida que han surgido cambios drásticos como la destrucción de su medio ambiente o porque dichos grupos han sido desplazados, el conocimiento que algún día fue relevante deja de serlo pues no coincide con la nueva realidad; convirtiéndose en conocimiento disponible por algunas generaciones.

En cuanto a la relación entre la CSC y la organización social, existen casos en que la utilidad práctica de ciertos conocimientos es vital para la supervivencia de una comunidad -por ejemplo conocimientos sobre la producción de alimentos o sobre la salud- pero la división social del trabajo permite que la mayoría de los individuos puedan prescindir de ellos, convirtiéndose en conocimiento disponible o bien reservado.

En cuanto a las normas y valores sociales, como lo ha señalado Leonard-Barton, no sólo determinan qué clase de conocimientos son buscados y cultivados, además, sirven para discernir entre aquellos conocimientos que se ajustan a los propósitos y aspiraciones sociales de los que no.²³⁷ La relevancia de un conocimiento no se decide sólo por el impacto efectivo o potencial sobre la vida de los individuos, tampoco a partir de su eficacia para resolver problemas prácticos; en muchos casos la relevancia está determinada por las prácticas sociales que, fundadas alrededor de un cierto conocimiento, dan cohesión e identidad cultural al grupo. Por ello, cuando un nuevo conocimiento aparece y su adopción representa un cambio sustancial en las relaciones socialmente valoradas, existirá resistencia hacia su uso. Un ejemplo de lo anterior es la resistencia que muchas comunidades campesinas en México presentan hacia el uso de maíz genéticamente modificado. Para las culturas mesoamericanas los conocimientos sobre la domesticación y cultivo del maíz no sólo ha sido fundamental para su supervivencia, sino que se han generado alrededor de estos saberes una variedad de prácticas sociales que coinciden con los ritmos de esta planta. En estas comunidades existe la costumbre de seleccionar e intercambiar las mejores semillas que serán reservadas para la próxima siembra. A su vez, dicho intercambio de semillas va acompañado del intercambio de conocimientos y consejos. Así, el conocimiento además de moldear las prácticas sociales, también es un elemento importante dentro de ellas. Los campesinos consideran

²³⁶ Bonfil, Guillermo. 1988. “La teoría del control cultural en el estudio de procesos étnicos” In *Anuario Antropológico* 86:13-53. Universidade de Brasilia: Tempo Brasileiro.

²³⁷ Leonard-Barton, Dorothy. 1998. *Wellspring of Knowledge: Building and Sustaining the Sources of Innovation*. Harvard: Harvard Business Press.

que la libertad de intercambiar semillas, de retenerlas para la próxima siembra y experimentar con ellas, es fundamental no sólo para la preservación de sus variedades locales sino también de su identidad cultural. Por ello, muchos campesinos consideran que la introducción de conocimientos y técnicas derivadas de la ingeniería genética constituye un riesgo para su cultura, sus prácticas de cultivo y para el valor simbólico y espiritual del maíz.²³⁸

Además de estos factores, existen otros factores que son específicos para determinar y mantener la CSC. Estos factores son normas que regulan tanto la posesión del conocimiento -en cuanto a su acceso- así como su dominio, es decir, en cuanto al uso que se le da a éste. Por ejemplo, en las sociedades occidentales donde los derechos individuales tienen preeminencia sobre los derechos colectivos, se han desarrollado mecanismos legales para otorgar el dominio sobre el uso del conocimiento a aquellos individuos o corporaciones que lo han generado. Aunque el conocimiento se encuentre disponible y sea divulgado entre los demás miembros de la sociedad (como es el caso de las patentes), los únicos con derecho a decidir sobre su uso son sus autores o quienes han patrocinado su generación.

Por el contrario, en muchas comunidades tradicionales, donde los derechos colectivos tienen supremacía sobre los individuales y donde generalmente sus autores se mantienen en el anonimato, el dominio sobre el conocimiento recae en toda la comunidad. Como lo ha señalado Posey, aunque ciertos conocimientos puedan estar bajo la custodia de un cierto grupo de especialistas, esto no les da derecho a privatizarlo²³⁹; o bien, como lo ha comentado Pinel, de divulgarlo entre personas que darían un uso inapropiado o contrario a los intereses de la comunidad.²⁴⁰

La CSC no es estática, muestra una compleja dinámica que está estrechamente relacionada con las dinámicas sociales y con la propia generación de conocimiento. Lo que en un momento se considera como conocimiento reservado, por presiones sociales puede hacerse público y ser reclasificado como conocimiento relevante. También puede darse el caso de que los conocimientos que se consideran relevantes en un momento ya no sean suficientes y se acuda a completarlos a través del conocimiento que permanecía disponible o mediante la generación de nuevos conocimientos. De hecho, la generación de conocimiento no sólo afecta a su clasificación social al incrementar el acervo dentro de una cierta categoría y su subsecuente reclasificación, sino que la generación misma es condicionada y muchas veces justificada a través de la carencia que se percibe dentro de alguna categoría en particular.

En la figura número 1 presentamos de manera esquemática cada categoría del conocimiento y las dinámicas para su re-categorización.

²³⁸ Tzotzos, George, Roger Hull and Graham Head. (2009). *Genetically Modified Plants: Assessing Safety and Managing Risk*. Boston: Academic Press, pp. 125

²³⁹ Posey, Darrell A. (1994). "International Agreements and Intellectual Property Right Protection for Indigenous Peoples." In *Intellectual Property Rights for Indigenous Peoples: A Sourcebook*, edited by Tom Greaves, 223-251. Oklahoma: Society for Applied Anthropology, pp. 236

²⁴⁰ Pinel, Sandra L and Michael J. Evans. 1994. "Tribal Sovereignty and Control of Knowledge." In *Intellectual Property Rights for Indigenous Peoples: A Sourcebook*, edited by Tom Greaves, 41-55. Oklahoma: Society for Applied Anthropology, pp.43

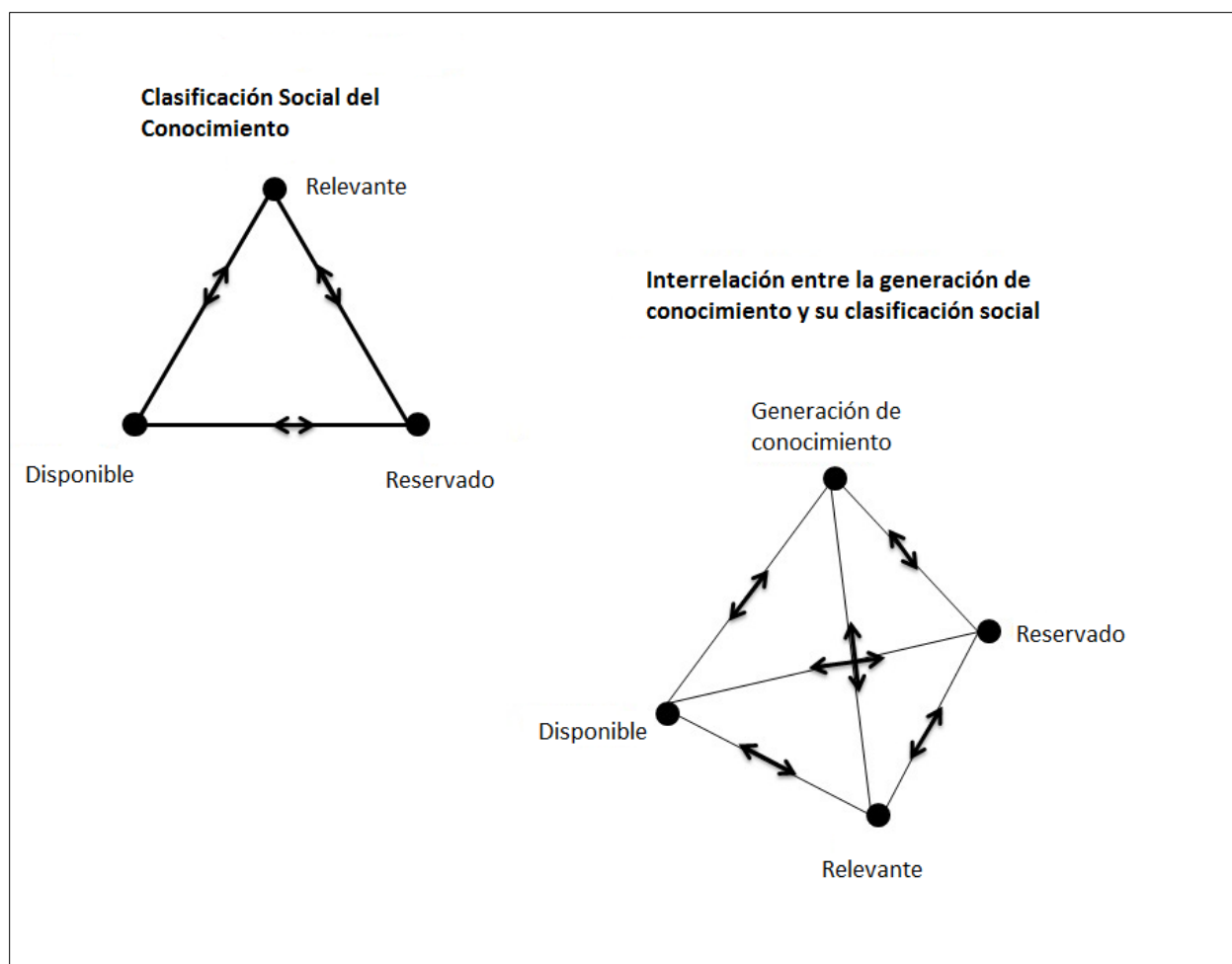


Figura 1. Clasificación Social del Conocimiento

3.2.2 Mecanismos de control

En una misma sociedad pueden existir grupos que cuestionan la CSC predominante, ya sea porque no cubre sus requerimientos particulares (en cuyo caso el déficit comienza a ser socialmente pernicioso), ya sea porque dichos grupos desean que sus conocimientos sean compartidos por considerarlos de utilidad social, o bien porque al difundir o negar el acceso al conocimiento, les permite definir e imponer temas en la agenda social, que en muchos casos incluye a la misma generación de conocimiento. Estos grupos tenderán entonces a implementar mecanismos destinados a controlar y reordenar la CSC.

El primer mecanismo que podemos identificar es el de la difusión del conocimiento. La difusión del conocimiento puede ser utilizada para llevar a cabo una re-catalogación del conocimiento disponible al relevante, del reservado al relevante o bien del reservado al disponible pero nunca a la inversa. También es posible utilizar este mismo mecanismo para llevar conocimiento directamente de las fuentes de generación a cualquier otra de las tres categorías. Aunque, en principio, cualquier grupo o individuo podría utilizar este mecanismo, su capacidad de influir en el CSC depende de tener o no acceso a canales de comunicación eficaces. Un ejemplo clásico sobre el uso de este mecanismo son algunas prácticas de

la comunicación pública de la ciencia donde se pone particular énfasis en la relevancia de ciertos conocimientos o investigaciones científicas.

Un segundo mecanismo es el de petición. Las re-catalogaciones que se buscan a través del mecanismo de petición son las mismas que se buscan mediante la difusión, pero esto no implica que aquellos grupos que difunden conocimiento compartan los mismos objetivos de aquellos que lo piden, ni que existan coincidencias en cuanto a los conocimientos que están sujetos a la petición o a la difusión. Podríamos pensar que para que este mecanismo se ejerciera de manera efectiva sólo se necesitan instancias capaces de responder a estas peticiones. Sin embargo, como Kreimer y Zabala²⁴¹ notan, muchas veces la atención que se le da a estas peticiones e incluso el tipo de respuestas obtenidas²⁴² dependen de las habilidades que los diferentes grupos tienen tematizar sus problemas (o los de otros grupos) como problemas socialmente relevantes y de hacerlos visibles. En consecuencia, como señalan los autores en el caso de las llamadas “enfermedades olvidadas”, los actores sociales menos privilegiados son, al mismo tiempo, aquellos que se enfrentan a mayores dificultades para expresar sus necesidades de conocimiento científico (ya sean reales o potenciales).²⁴³

²⁴¹ Kreimer, Pablo and Juan Pablo Zabala. 2006. “¿Qué conocimientos y para quién? Problemas sociales, producción y uso social de conocimientos científicos sobre la enfermedad de Chagas en Argentina.” *Redes*, 12 (23): 49-78.

²⁴² Muchas veces las peticiones de conocimiento que algunos grupos formulan son interpretadas y redefinidas por aquellos que, al menos en un principio, pretenden atenderlas. Por ello el conocimiento que estos últimos grupos ofrecen acaba por no apegarse a las necesidades de quienes originalmente plantearon la petición. Por ejemplo, a pesar de que desde 1940 el mal de Chagas fue reconocido como un problema de salud pública tanto en Brasil como en Argentina y se considera que en estos países la investigación científica sobre la enfermedad es un “caso exitoso de desarrollo científico en la periferia”, este éxito se refiere más bien a la visibilidad internacional que adquirieron los grupos de investigación brasileños y argentinos tras el descubrimiento del *Trypanosoma cruzi* (causante de la enfermedad), a la creación de varios institutos de investigación, a la publicación de artículos científicos en revistas internacionales, a la capacidad de estos grupos de atraer recursos, a sus conexiones internacionales y en general, al desarrollo de toda una tradición científica en el campo de la biología molecular y no a la utilidad efectiva de los conocimientos generados para la resolución del problema social. En las últimas décadas la investigación sobre el Chagas se ha centrado en el estudio del parásito como modelo biológico pero no ha habido ningún aporte significativo en cuanto al remplazo de los dos medicamentos tradicionales para el tratamiento de la enfermedad ni en cuanto a la producción de una vacuna. De hecho, como Kreimer señala, cuando una organización internacional (la Drugs for Neglected Diseases Initiative) realizó en los últimos años dos concursos para financiar el desarrollo de fármacos destinados al tratamiento del Chagas, de las más de 50 propuestas recibidas sólo una provino de un laboratorio latinoamericano radicado en Venezuela.

²⁴³ En el caso de los sectores de la población menos favorecidos, Kreimer y Zabala identifican tres grupos quienes por lo general son los que se encargan de “traducir” las necesidades de conocimiento de estos grupos y de hablar en nombre de ellos: “La mayor parte de las veces, es el Estado quien ejerce la representación de los “sin voz”, determinando cuáles son las necesidades sociales “legítimas” y, entre ellas, aquellas que son susceptibles de ser tratadas por la investigación científica. Sin embargo, no se trata del Estado como “idealización de bien común”, sino que se trata de un cruce entre una burocracia compuesta por empleados públicos y por los científicos que, en tanto consejeros de los funcionarios, se convierten en “voceros” de la comunidad científica misma (o de una porción de ella) o de las redes internacionales en las cuales están insertos.

Por otro lado, a menudo son los científicos mismos quienes establecen, ya sea de un modo puramente retórico o real, las “aplicaciones posibles” de sus investigaciones, lo que debería operar como un mecanismo de legitimación frente a las agencias de financiamiento u otros actores. En este tipo de justificación hay siempre, explícita o implícitamente, una identificación (construcción) de “necesidades sociales” que debería legitimar sus

Un caso notable dentro de la comunicación pública de la ciencia, donde se ha promovido el uso de este mecanismo, es el de las tiendas de ciencia. Como lo ha señalado Wachelder, el objetivo original de las tiendas de ciencia fundadas en Holanda en los años setenta del siglo XX fue el de proveer de información y realizar investigación científica socialmente relevante a petición de aquellos grupos que hasta entonces no habían tenido acceso a él.²⁴⁴

El tercer mecanismo lo constituye la negación. La negación de conocimiento generalmente es un mecanismo que se opone a la difusión del conocimiento o bien a su petición. Un ejemplo claro de este mecanismo lo ha dado Wynne en el caso de los campesinos de Cumbria tras el accidente de Chernobyl.²⁴⁵ Cuando un grupo de expertos ofreció realizar pruebas para detectar índices de radioactividad en los campesinos, estos se negaron pues consideraban que en caso de encontrar altos índices de radiación, ellos no podrían hacer nada. Cuando los mismos campesinos pidieron a los expertos que realizaran pruebas sobre la contaminación del agua (en cuyo caso, de resultar positiva la prueba, los campesinos sí podrían actuar) los expertos ignoraron su petición.

El cuarto mecanismo es el de negociación es decir, aquellas situaciones donde dos o más grupos sociales disputan sobre el cambio o la permanencia de un cierto conocimiento dentro de alguna categoría. Las discusiones pueden girar en torno a los valores, expectativas, normas sociales, así como otros conocimientos y experiencias, pero el resultado de estas negociaciones debe ser siempre el reconocimiento y la satisfacción de las necesidades de cada grupo. La negociación puede darse para lograr cualquier tipo de re- categorización. Sin embargo, debemos observar que un verdadero proceso de negociación, en la práctica, es muy difícil de alcanzar. Cuando un grupo trata de restringir o confinar la negociación a ciertos asuntos predeterminados, generalmente lo que busca es ocultar algunos objetivos que no está dispuesto a negociar. Cuando dichos objetivos ocultos son tomados tácitamente como premisas, estas discusiones más que un proceso de negociación es un mecanismo de manipulación. Esto último es lo que ha sucedido justamente en algunas conferencias de consenso. A pesar de las expectativas públicas por democratizar las opciones tecnológicas, lo que algunos autores y públicos han encontrado es que las discusiones sobre la adopción de ciertas tecnologías han estado confinadas a aspectos puramente técnicos y son presentadas como si fuesen imperativos objetivos.²⁴⁶ Cuando ha habido intentos del panel de ciudadanos por ampliar el debate hacia otras alternativas, de

investigaciones [...] En tercer lugar, y ello se torna cada vez más importante en los países periféricos, un conjunto de organismos internacionales de financiamiento que establece una "lista de prioridades sociales" como condición para el otorgamiento de créditos para la investigación científica. Por lo tanto, de allí se deriva una lista de temas que deben ser abordados por la investigación."

²⁴⁴ Wachelder, Joseph. (2003). "Democratizing Science: Various Routes and Visions of Dutch Science Shops." *Science, Technology and Human Values* 28:244-273.

²⁴⁵ Wynne, Brian. (2004). "May the Sheep Safely Graze? A Reflexive View of the Expert-Lay Knowledge Divide." In *Risk, Environment and Modernity: Towards a New Ecology*, edited by Scott Lash, Bronislaw Szerszynski and Brian Wynne, 44-83. London: Sage Publications.

²⁴⁶ Levidow, Les. (2007). "European Public Participation as Risk Governance: Enhancing Democratic Accountability for Agbiotech Policy?" *East Asian Science, Technology and Society: An International Journal* 1: 19-51.

cuestionar su necesidad²⁴⁷ ; o bien de problematizarlas, las propuestas de apertura han sido marginalizadas o bien subsumidas en lógicas científicas y económicas.²⁴⁸

Como podemos observar, todas estas prácticas son coherentes con las recomendadas por el modelo de “enmarcado” propuesto por Nisbet y Mooney²⁴⁹. Como recordaremos, según los autores “Los marcos organizan las ideas centrales, definiendo una controversia para resonar con un cierto núcleo de valores fundamentales o supuestos...reducen las cuestiones complejas al dar mayor énfasis a ciertos aspectos...[y] permiten a los ciudadanos identificar rápidamente por qué el tema es importante, quienes podrían ser responsables, y qué se debe hacer. ”

También es posible, como lo ha hecho notar Trench, que existan situaciones asimétricas donde uno de los grupos involucrados busca el dialogo con el fin de obtener información sobre el otro y encontrar las mejores formas de persuasión.²⁵⁰ Así, distinguiremos estos últimos dos casos del mecanismo de negociación. Dado que Jowett y O'Donnell²⁵¹ definen el concepto de propaganda como “el intento deliberado y sistemático para dar forma a las percepciones, para manipular cogniciones y dirigir el comportamiento y así lograr una respuesta que favorece la intención del propagandista”, no vamos a llamar a este mecanismo de “de enmarcado”, sino nos referiremos a él como mecanismo de manipulación o de propaganda.

Un sexto mecanismo es el de la censura. La censura puede ser empleada tanto para impedir que quienes poseen o generan conocimiento lo hagan público, buscando una re-catalogación de conocimientos relevantes o disponibles hacia conocimientos reservados apelando a cuestiones morales, políticas, religiosas o incluso económicas. Por ejemplo, en los Estados Unidos donde más del 50% de todos los investigadores científicos tienen contratos con el departamento de defensa, sus investigaciones se encuentran bajo revisiones pre-publicación y pueden ser censuradas.²⁵² En el segundo caso tenemos como ejemplo los intentos que se han hecho para retirar y prohibir el etiquetado de la leche que no ha sido producida mediante el uso de hormonas artificiales de crecimiento o rBGH.²⁵³

Por último, el séptimo mecanismo es el de la privatización del conocimiento. En este caso la privatización puede afectar tanto a los conocimientos relevantes y disponibles como a la propia generación de conocimiento llevándolos a la categoría de conocimientos reservados. Como ejemplo del primer caso podemos mencionar lo que ha ocurrido con la educación básica en muchos países del mundo bajo los modelos neoliberales: la privatización ha implicado un cambio de una educación

²⁴⁷ Du Plessis, Rosemary, Richard Hindmarsh and Karen Cronin. 2010. “Engaging Across Boundaries. Emerging Practices in ‘Technical Democracy’.” *East Asian Science, Technology and Society: An International Journal* 4: 475-482.

²⁴⁸ Goven, Joanna. (2003). “Deploying the Consensus Conference in New Zealand: Democracy and De-Problematisation.” *Public Understanding of Science* 12 (4): 423-440.

²⁴⁹ Nisbet, Matthew and Mooney Chris. (2007). “Framing Science”. *Science*, Vol. 316, no.5821, pp 56

²⁵⁰ Trench, Brian. (2008). “Towards an Analytical Framework of Science Communication Models.” In *Communicating Science in Social Context: New Models, New Practices*, edited by Donghong Cheng, Michel Classens, Toss Gascoigne, Jenni Metcalfe, Bernard Schiele, and Shunke Shi, 119-135. New York: Springer.

²⁵¹ Jowett, Garth S. and O'Donnell Victoria. (1999). *Propaganda and Persuasion*. London: Sage, pp. 6

²⁵² Shrader-Frechette, Kristin S. (1994). *Ethics of Scientific Research*. Maryland: Rowman & Littlefield, pp. 11

²⁵³ Martin, Andrew. (2007). “Consumers Won’t Know What They’re Missing.” *The New York Times*, November 11.

gratuita, dirigida y financiada por los Estados, hacia una comercialización de la educación donde el costo es asumido parcial o totalmente por los propios ciudadanos. Dicho cambio trajo durante los años 80's una dramática caída en las tasas de alfabetismo en Zambia²⁵⁴; altos índices de deserción escolar en Tanzania²⁵⁵; o bien un declive en la inscripción a escuelas primarias en Ghana, Costa de Marfil y Nigeria²⁵⁶. Un ejemplo de este mecanismo aplicado a la generación de conocimiento es lo que ha ocurrido en diversas universidades del mundo. En el pasado, el reglamento sobre patentes de la universidad de Harvard requería que todos los descubrimientos hechos en sus laboratorios relacionados con la salud fueran dedicados al bien público. En la última década del siglo XX, debido a negocios con compañías como Hoechst y Monsanto, la Universidad cedió sus derechos de patentes y de propiedad intelectual a cambio de apoyo financiero. De igual forma, el Instituto Tecnológico de Massachusetts al firmar un contrato con el empresario Jack Whitehead para la creación del Centro de Investigación Biomédica ha cedido sus derechos de patentes y el control sobre los temas de investigación del centro.²⁵⁷

Hasta aquí hemos hablado sobre los mecanismos de control que diversos grupos sociales pueden ejercer. Sin embargo, en países multiculturales y en general a nivel mundial, es cada vez más difícil distinguir entre los procesos de re-categorización “internos” es decir, aquellos que son llevados a cabo por grupos que reconocen como propia una cierta clasificación, de aquellos procesos donde un grupo externo trata de controlar las clasificaciones de conocimiento ajenas a la suya. Esto se hace evidente en el caso de la privatización de la educación de los países del África Sub-Sahariana donde si bien los gobiernos llevaron a cabo dicha acción, fueron presionados externamente por el Fondo Monetario Internacional y el Banco Mundial.²⁵⁸ No obstante, debido a que tanto el conocimiento como su clasificación se encuentran insertos dentro de la cultura de un grupo, tratar de determinar cuándo una clasificación social del conocimiento es considerada como propia o no, nos remite a un problema más general que es el de establecer qué es lo que se entiende por cultura propia. La teoría del control cultural desarrollada dentro de la antropología trata precisamente sobre este asunto.

3.2.3 La teoría del control cultural aplicada a la C.P.C.

Una de las nociones más controvertidas en el ámbito de la antropología ha sido la noción de “cultura propia”. A lo largo de la historia, la mayoría de los grupos humanos han mantenido contacto con otros grupos. Los contactos interculturales han modificado las culturas involucradas, en ocasiones de manera

²⁵⁴ Ashley, Leah, and Kirsten Mackay. (2003). “Access To and Privatisation of Education.” in *Highly Affected, Rarely Considered: The International Youth Parliament Commissions Report on the Impacts of Globalisation on Young People*, edited by James Arvanitakis, 33-43. Australia: Oxfam Community Aid Abroad.

²⁵⁵ Brock-Unte, Birgit. (2008). “The Effects of the Neo-Liberal Agenda on the Education in some African Countries.” In *Power, Voice and the Public Good: Schooling and Education in Global Societies*, edited by Rodney Kofi Hopson, Carol Camp Yeakey, and Francis Musa Boakari, 91-116. Massachusetts: Emerald Group Publishing, pp.95

²⁵⁶ Zajda, Joseph. (2006) “Decentralization and Privatization in Education: the Role of the State.” In *Decentralization and Privatization in Education: the Role of the State*, edited by Joseph Zajda, 3-27. Dordrecht: Springer.

²⁵⁷ Ibid. Shrader-Frechette 1994, pp. 9

²⁵⁸ Stevenson, Gail. (1991). *Adjustment Lending and the Education Sector: The Bank's experience*. Washington: World Bank.

desigual, sobre todo en aquellos casos en que se dan relaciones de dominación. Por ello, sí quisiéramos definir qué es “la cultura propia” de un grupo, podríamos optar por definirla como la cultura del grupo en su estado actual, o bien por considerar que está conformada por todos aquellos elementos de la vieja cultura que subsistieron al contacto. La desventaja de estas dos aproximaciones es que ambas se basan en criterios externos, por lo que se corre el riesgo de que lo que hemos definido como la cultura propia de un grupo, incluya elementos culturales que no sea reconocidos como propios por el mismo grupo o bien, que se descarten elementos que, aun siendo fundamentales para el grupo, no se les considere por provenir originalmente de otra cultura ²⁵⁹.

Para abordar este problema Guillermo Bonfil desarrolló la “teoría del control cultural” (en adelante TCC). Esta teoría no se reduce a la simple descripción de rasgos culturales; introduce una nueva variable para distinguir dentro de la cultura actual o total de un grupo, aquellos sectores que pertenecen a la cultura propia sin tener que recurrir a criterios históricos o descriptivos. Esta variable es “el control cultural”, que Bonfil define como “la capacidad social de decisión sobre los recursos culturales, es decir, sobre todos aquellos componentes de una cultura que deben ponerse en juego para identificar las

²⁵⁹ Para dar una idea somera acerca de la relevancia que el concepto de “cultura propia” tiene dentro de la antropología consideremos lo siguiente.

En 1888 Franz Boas después de haber realizado diversos estudios entre los pueblos esquimales en el norte de Canadá escribió: *“It is not too much to say that there is no people whose customs have developed uninfluenced by foreign culture, that has not borrowed arts and ideas which it has developed in its own way”*. Según Boas esta influencia no se restringía a los grupos culturales que tenían contacto con los pueblos occidentales sino también, la misma cultura occidental recibía esta influencia y ponía como ejemplo el arpón de acero utilizado por balleneros estadounidenses y escoceses que era una imitación ligeramente modificada del arpón esquimal. Podemos decir entonces que fue Franz Boas quien destacó la importancia del estudio de las relaciones interculturales en el campo de la antropología. Para 1936 los estudios sobre este tema ya habían avanzado. Sin embargo, como Redfield, Linton y Herskovits admitían en un memorándum emitido por el *Social Science Research Council*, era necesario organizar todos estos trabajos y “analizar las implicaciones del término aculturación” que había sido propuesto para referirse al fenómeno de las relaciones interétnicas o interculturales. En este mismo memorándum estos tres antropólogos proponían una definición para el concepto de aculturación según la cual, el concepto de aculturación debía ser entendido como *“those phenomena which result when groups of individuals having different cultures come into continuous first-hand contact, with subsequent changes in the original culture patterns of either or both groups”*. Para llevar a cabo un análisis detallado sobre los estudios realizados también se proponía que se consideraran los distintos tipos de contactos y situaciones en el que se daban las relaciones interétnicas, por ejemplo, si estas relaciones eran amigables u hostiles, si se daban entre grupos de un mismo tamaño o no, si los elementos culturales que se intercambiaban eran recibidos voluntariamente o si eran forzados, etc. Todos estos análisis dieron como resultado una serie de términos (muy debatidos) para referirse tanto a los distintos tipos y situaciones en las que se daba el fenómeno de aculturación como también, para referirse a las distintas etapas de este proceso. Ejemplos de estos términos son: asimilación, imposición, marginalización, apropiación, etc. Sin embargo, todos estos términos se construyeron arrastrando la misma carencia conceptual sobre la que se había construido la misma definición de aculturación: la falta de una definición clara de cultura propia que pudiera distinguir entre aquellos “patrones culturales originales” de los que no lo eran.

Redfield, R. Linton R and Herskovits M. (1936) “Memorandum for the Study of Acculturation” en Stocking, G. W. (Ed.). (2002). *American Anthropology, 1921-1945: Papers from the American Anthropologist*. University of Nebraska Press. Vol. 2, pp. 257

Boas, Franz. (1940). *Race, Language, and Culture*. New York: Macmillan pp. 631-632

necesidades, los problemas y las aspiraciones de la propia sociedad, e intentar satisfacerlas, resolverlos y cumplirlas.”²⁶⁰

La TCC se aplica a los casos en que las relaciones interculturales son asimétricas, es decir de dominación/subordinación, y el análisis se hace centrado en la cultura dominada.

La teoría considera a “los elementos o recursos culturales propios”, aquellos patrimonios culturales que son generados dentro de la comunidad y que pueden ser reproducidos y mantenidos por esta. Cuando un recurso cultural no puede ser ni generado, ni reproducido y mantenido dentro de la comunidad, entonces hablaremos de *un recurso ajeno*. Por otra parte, para considerar que una decisión es propia, Bonfil establece tres condiciones mínimas. La primera es que las decisiones propias deben ser tomadas por una comunidad para alcanzar fines propios, que nacen de las necesidades, problemas y expectativas de la comunidad. La segunda es que las decisiones deben ser tomadas por miembros del grupo. Por último, que los procedimientos y normas que se siguen para tomar las decisiones también formen parte de sus elementos culturales. Sí alguna de estas tres condiciones no se cumple, estamos frente a *decisiones ajenas*.

Las posibles combinaciones de recursos culturales (propios y ajenos) y decisiones (propias y ajenas) dividen a la cultura total en cuatro sectores –cultura autónoma, cultura apropiada, cultura enajenada y cultura impuesta. Dicho sectores se representan en la tabla 1.

		Decisiones	
		Propias	Ajenas
Recursos Culturales	Propias	Cultura Autónoma	Cultura Enajenada
	Ajenas	Cultura Apropiada	Cultura Impuesta

Tabla 1. Sectores en que se divide la cultura total de un grupo

Como tanto la cultura autónoma y la cultura apropiada están bajo el control de la sociedad, son éstas las que Bonfil identifica con la cultura propia. Las otras dos restantes conforman la cultura ajena.

Aquí cabe hacer una importante aclaración: Aunque en el texto que anteriormente hemos citado, Bonfil afirma que la noción de control cultural nos remite necesariamente al campo de lo político, esto no quiere decir que el autor haya renunciado al estudio antropológico del problema y se adentre en el campo de la ideología política. Dicha afirmación se refiere a que el control cultural, como variable, es

²⁶⁰ Bonfil, Guillermo. (1995). *Obras escogidas. Tomo 2*. México: Instituto Nacional Indigenista, Instituto Nacional de Antropología e Historia, pp. 468

una variable política. Para explicar el por qué Bonfil eligió precisamente esta variable y cuál es la justificación antropológica que él ofrece, presentamos la siguiente cita:

“Planteo lo siguiente: la existencia de un grupo étnico, cualquiera que sea su situación en el momento en que se le estudia, presupone un momento previo en su proceso histórico en el cual el grupo dispuso de la autonomía cultural necesaria para delimitar y estructurar el universo inicial de sus elementos culturales propios capaces de garantizar, por sí mismos, la existencia y la reproducción del grupo; esto implica que fue una unidad política autónoma. Ése es el momento o periodo histórico en el que "cristaliza" una cultura singular y distintiva, se configura el grupo étnico y se define la identidad social correspondiente. Es, necesariamente, un periodo de autonomía, en el que se tiene la capacidad de decisión en todos los ámbitos fundamentales de la vida colectiva. A partir de ese momento, el proceso histórico puede restringir el control cultural autónomo del grupo, limitando el campo de las decisiones propias a espacios reducidos de la vida colectiva – como sucede con los grupos sometidos a un régimen de dominación colonial.”²⁶¹

Volviendo al tema que nos ocupa, es decir al de la CSC y a sus mecanismos de control, podemos decir, siguiendo a Bonfil, que una CSC es propia si los lugares que ocupan los conocimientos (propios y ajenos) dentro de cada categoría, son decididos por la propia comunidad, tomando como base sus fines y expectativas.

Bonfil identifica cuatro formas de control cultural que pueden ser de utilidad para identificar los mecanismos de control del conocimiento entre dos culturas con clasificaciones de conocimiento distintas y cuyas relaciones son asimétricas. Estos mecanismos de control cultural son: la resistencia de la cultura autónoma, la apropiación de la cultura ajena, la enajenación de elementos propios y la imposición de la cultura ajena.

En el caso del CSC, el mecanismo de negación es un proceso de resistencia cultural. La negación estaría evitando que conocimientos propios se difundieran fuera de la comunidad o bien que conocimientos ajenos sean impuestos dentro de una cierta categoría, sin tomar en cuenta las prioridades o expectativas que una cultura busca alcanzar. Dentro de los procesos de apropiación de la cultura ajena puede identificarse tanto al mecanismo de petición como con el mecanismo de negociación. En el primer caso, como es la propia comunidad quien decide qué conocimientos ajenos necesita y es ella misma quien los solicita, este mecanismo puede identificarse con un mecanismo de apropiación cultural. Sí se trata de un proceso de negociación genuino la comunidad puede decidir voluntariamente si un conocimiento ajeno es aceptado o no, y en que categoría debe colocarse según sus propios esquemas. La imposición de la cultura ajena puede identificarse con el mecanismo de persuasión o propaganda. Por último, en cuanto al mecanismo de enajenación, podríamos tratar de identificarlo con el mecanismo de privatización aunque, en realidad, se trata de dos procesos distintos. Como hemos visto en el ejemplo de la privatización de la educación, esta afecta tanto a la posesión como al dominio sobre el uso del conocimiento. Por el contrario, en el caso de la enajenación, como los conocimientos sobre los que actúa son conocimientos propios, es decir generados, reproducidos y mantenidos dentro

²⁶¹ Bonfil, Guillermo. (1987). La teoría del control cultural en el estudio de procesos étnicos. *Revista Papeles de la Casa Chata*, vol. 2, no 3, p. 23-43.

de una comunidad, dicha comunidad no puede ser desposeída de sus propios conocimientos o al menos no sólo mediante este mecanismo. Así, la enajenación actúa sólo sobre el dominio del conocimiento.

Otra diferencia es que, mediante la privatización se busca la re-categorización de conocimientos relevantes o disponibles hacia los conocimientos reservados mientras que la enajenación no tiene como objetivo principal incidir sobre la CSC del grupo dominado. Sin embargo, para lograr la enajenación es necesario que opere otro mecanismo de control: la desacreditación o descalificación del conocimiento.

Presentamos un ejemplo. Muchas culturas indígenas alrededor del mundo poseen una larga lista de conocimientos tradicionales. Aunque dichos conocimientos han sido históricamente desdeñados por las sociedades industrializadas, desde hace varias décadas existe un creciente interés por ellos, debido a su gran potencial comercial. Tan sólo en el área farmacéutica se calcula que el mercado mundial de medicamentos derivados de plantas medicinales descubiertas por pueblos indígenas, arrojan ganancia de 43 mil millones de dólares anuales.²⁶²

Este interés ha traído como consecuencia que dichos conocimientos sean extraídos de las comunidades indígenas muchas veces sin permiso, reconocimiento y remuneración o que este sea usado sin el debido respeto que las comunidades exigen. Así, como lo ha señalado Varadarajan, actualmente el conocimiento tradicional sirve como bloques de construcción gratuitos para las patentes y copyright de individuos e industrias extranjeras, que anualmente ganan cifras multimillonarias mientras que las comunidades indígenas no reciben nada.²⁶³

¿Qué efectos tiene la enajenación del conocimiento sobre su clasificación social?

Históricamente la enajenación tanto de los recursos naturales como de los recursos culturales ha estado ligada al colonialismo. Para lograr la enajenación de estos recursos y mantener el orden colonial, el colonialismo ha recurrido a dos prácticas comunes. La primera consiste en presentar a los pueblos colonizados como incapaces de manejar adecuadamente sus propios recursos y sus destinos sin tutelaje. La segunda consiste en la desacreditación sistemática de la cultura de los pueblos dominados y la exaltación de la cultura del pueblo dominante.

En el caso de los conocimientos indígenas, estos son presentados por el colonialismo como conocimientos ingenuos situados muy por debajo del umbral del rigor científico, como simples manifestaciones étnicas, carentes de universalidad y relevancia. Un ejemplo sutil pero muy ilustrativo de esta práctica es el referido por Soleri y colegas quienes mencionan que en las directrices estadounidenses de 1992 para la recolección de variedades utilizadas por grupos indígenas se establece que los colectores de dichas especies deben “respetar a los agricultores locales por su conocimiento,

²⁶² Posey, Darrell A. and Kristina Plenderleith. (2004). *Indigenous Knowledge and Ethics: a Darrell Posey Reader*. London: Routledge, pp.4

²⁶³ Varadarajan, Deepa. (2011). “A Trade Secret Approach to Protecting Traditional Knowledge.” *The Yale Journal of International Law* 36: 371-420.

alentándoles a compartirlo, sin hacer mención de la necesidad de solicitar permiso para recolectar semillas ni de cualquier reconocimiento formal o compensación.”²⁶⁴

La banalización del conocimiento trae consigo otro efecto; hace que los pueblos colonizados tengan una visión fuertemente distorsionada de sí mismos y de su cultura. Poco a poco los conocimientos tradicionales pierden su relevancia mientras que los de la cultura dominante se vuelven hegemónicos.

Como Greaves señala, el asalto que representa la enajenación del conocimiento indígena está ligada también a otras clases de asaltos como la violencia, la destrucción de la base de su subsistencia, la contaminación de su medio ambiente o la desposesión de sus recursos naturales.²⁶⁵ Cuando esto sucede, el conocimiento que en un tiempo fue relevante para una comunidad, deja de serlo pues resulta inoperante en esta nueva realidad. Se encuentra sólo disponible en la memoria de algunos individuos hasta que desaparece. Aunque la enajenación no tenga como finalidad el control de la CSC, sus efectos sobre esta son aún mayores pues implica en muchos casos la pérdida de conocimientos.

Para ilustrar el gran poder que posee el mecanismo de banalización sobre la clasificación social del conocimiento presentamos el siguiente ejemplo.

Durante el siglo XIX y hasta bien entrado el XX, ante la necesidad de encontrar nuevas fuentes de materias primas, uno de los grandes proyectos de las potencias occidentales consistió en promover el comercio internacional alrededor del mundo. En particular se trató de convencer a los países más pobres de sumarse a un nuevo sistema económico internacional basado en lo que se conoce como “economías de cultivos comerciales”. De acuerdo con estos países, a través de este modelo económico, que se basaba en la producción y exportación de unos cuantos cultivos de interés para los mercados europeos y norteamericanos, se elevarían los estándares de vida de la población de las naciones “menos civilizadas” y con ello lograrían “progresar”. En el caso particular de sus colonias en el África Subsahariana, algunos estados europeos encontraron que para que este sistema económico fuera posible, era necesario integrar la fuerza laboral de los pequeños agricultores locales en la producción de cultivos comerciales. Sin embargo, dado que los conocimientos agrícolas tradicionales de los campesinos no coincidían con aquellos requeridos para el cultivo extensivo de especies comercializables, el siguiente paso para lograr la incorporación de su fuerza laboral debería ser el de cerrar la brecha de conocimiento que se percibía desde este estrecho marco económico. Por ello la educación durante este periodo colonial fue un tema central. Se movilizaron entonces una serie de recursos que abarcaban tanto a la educación formal como a la no- formal. En 1920, por ejemplo, con la venia del gobierno inglés, la fundación norteamericana Phelps-Stokes formó una comisión para dictaminar el tipo de educación que debería ser implementada dentro de las colonias inglesas²⁶⁶. Esta comisión determinó que la educación para las masas africanas debía ser primaria y terminal y que, tomando como modelo la educación

²⁶⁴ Soleri Daniela and David Cleveland. (1994). Gifts from the creator: intellectual property rights and folk crop varieties. *Intellectual property rights for indigenous peoples: a sourcebook*. Oklahoma City, OK, Society for Applied Anthropology, pp. 22

²⁶⁵ Greaves, Tom. (1994). *Intellectual Property Rights for Indigenous Peoples. A Source Book*. Oklahoma: Society for Applied Anthropology

²⁶⁶ Berman, E. H. (1971). “American influence on African education: the role of the Phelps-Stokes Fund's Education Commissions”. *Comparative Education Review*, Vol. 15, no. 2, pp. 132-145.

impartida por los institutos norteamericanos Tuskegee y Hampton²⁶⁷, esta hiciese hincapié en el entrenamiento agrícola en lugar de materias académicas²⁶⁸.

En cuanto a la educación no-formal, como un proyecto internacional, se produjeron y distribuyeron películas que versaban sobre diversos temas agrícolas financiadas por instituciones tales como la corporación Carnagie de Nueva York y los gobiernos coloniales ingleses de Tanganica, Kenia, Uganda, Rodesia y Malawi. Además fueron frecuentes las exposiciones y los festivales agrícolas donde se utilizaban recursos museográficos tales como dioramas. También se organizaron obras de teatro, se distribuyeron manuales y revistas de historietas y en general, por todas las colonias europeas se impartieron instrucciones prácticas dictadas por agrónomos y agentes coloniales. Como Likaka²⁶⁹ y Mbogoni²⁷⁰ han documentado, todos estos materiales giraban en torno a la idea de que enfocándose en la producción de un sólo cultivo -y a través de la venta de éste- los campesinos tendrían dinero suficiente no sólo para comprar alimentos sino también, otros bienes de manufactura occidental. Por ello, dichos materiales se caracterizaron por el descrédito de los conocimientos agrícolas tradicionales centrados en los cultivos mixtos, por el desprecio hacia todo aquello relacionado con las economías de subsistencia- por considerárseles como costumbres o conocimientos primitivos que impedían el progreso- y por la representación de las técnicas agrícolas occidentales como la solución integral a los problemas del campo ocultando sus limitaciones sustanciales (como por ejemplo que estas seguían dependiendo de los impredecibles patrones climáticos). Todas estas características aunadas al repetitivo uso del estereotipo del campesino africano holgazán e ignorante servían para reforzar la idea de la necesidad de la tutela colonial. Como Dibua²⁷¹ ha señalado los proponentes de la modernización agrícola colonial, impulsados más por su deseo de maximizar las ganancias, lejos de tomar en serio el impacto ambiental, nutricional o cultural que implicaba la introducción de los cultivos comerciales, simplemente

²⁶⁷ Diversos historiadores han dado cuenta de la influencia que recibió la educación en África de instituciones educativas y "filantrópicas" norteamericanas. Aunque algunas de estas instituciones se habían fundado con la intención de mejorar las condiciones socio-económicas de los afroamericanos a través de la educación, lo cierto es que apoyaban un tipo de educación que justificaba la supremacía blanca y toleraba la discriminación y segregación racial. El instituto Tuskegee por ejemplo, fundado con la intención de ayudar a una gran masa de campesinos negros pobres y sin tierra, aun cuando reconoció que gran parte del problema de pobreza que sufrían estos se debía principalmente a los estrictos contratos de arrendamiento de la tierra que les obligaba a sembrar sólo algodón y que a través de la diversificación agrícola se pudo haber mejorado sus condiciones de vida, jamás quiso confrontar los intereses económicos de los terratenientes blancos. Por el contrario, en Estados Unidos promovió el entusiasmo y el mayor esfuerzo en el trabajo dentro de los campos algodoneros y en África cooperó con el gobierno alemán para reproducir este mismo modelo de plantaciones en Togo. Gracias al éxito que tuvo el estado alemán con sus plantaciones algodoneras utilizando los métodos del Instituto Tuskegee, algunos otros estados coloniales como el francés, el inglés o el belga trataron de imitarle. Zimmerman, Andrew. (2008). "Booker T. Washington, Tuskegee Institute, and the German Empire: Race and Cotton in the black Atlantic". *German Historical Institute Bulletin*, (Fall 2008) no. 43

²⁶⁸ Eisemon, T. O., Schwille, J., Prouty, R. (1989). "Does schooling make better farmers? Schooling and Agricultural Productivity in Burundi". Paper presented at annual meeting of BRIDGE Project, Bangkok.

²⁶⁹ Likaka, Osumaka. (1997) *Rural society and cotton in colonial Zaire*. University of Wisconsin Press, pp. 45-70.

²⁷⁰ Mbogoni, Lawrence E.Y. (2012). *Aspects of Colonial Tanzania History*. Dar es Salaam, Tanzania, African Books Collective, pp. 81-102

consideraron que los conocimientos indígenas eran retrógrados y que la introducción de técnicas modernas agrícolas sería la barita mágica para mejorar la agricultura en el tercer mundo justificándose en la universalidad de la ciencia.

Todas estas táctica resultaron exitosas, al menos para las potencias coloniales; como Boahen señala “cuando la economía colonial estuvo firmemente enraizada, los africanos se encontraban produciendo todo aquello que no consumían y consumiendo todo aquello que no producían”²⁷²

Más tarde, ya en la década de los sesentas del siglo XX ante la imperiosa necesidad de alimentar a la creciente población mundial, la revolución verde, más que buscar la diversificación de la producción agrícola, se enfocó en enseñarles a los campesinos de los países en vías de desarrollo cómo mejorar la producción de unos cuantos monocultivos, particularmente el de los cereales.

Las consecuencias de este cumulo de acciones no se hicieron esperar y aún persisten. La seguridad alimentaria de las poblaciones campesinas africanas (y en general del tercer mundo) se vio fuertemente comprometida por los vaivenes de los precios de los mercados internacionales²⁷³ y por la falta de tiempo dedicado a la producción de alimentos para el consumo doméstico²⁷⁴. En cuanto a los ecosistemas, las actividades de limpieza de los campos eliminaron a una gran variedad de especies silvestres que los campesinos acostumbraban consumir en épocas de sequías y de escasas de alimentos²⁷⁵. El énfasis puesto sobre los monocultivos para asegurar altos rendimientos desalentó el uso tradicional de los cultivos mixtos reduciendo con ello las variedades cultivadas y provocando también la pérdida del capital mundial de germoplasma para el desarrollo futuro. Así, según la FAO, cuando en el pasado se comercializaban unas tres mil especies de plantas, producto de la influencia económica occidental que se ha esparcido hasta las áreas más remotas, actualmente sólo 20 de ellas se consumen a gran escala y el 80% de la energía dietética del mundo provienen de tan sólo quince especies vegetales y animales.²⁷⁶ Por último, las estrategias enfocadas en la producción de unos cuantos cultivos (trigo, maíz, arroz) resultaron en la reducción del consumo de legumbres, frutas y verduras y por tanto, en el empobrecimiento y reducción de la diversidad dietética. Así, las enfermedades no comunicables ligadas a estos cambios de hábitos alimentarios se incrementaron. Según la OMS²⁷⁷, dos mil millones de personas en el mundo subsisten con dietas que carecen de las vitaminas y los minerales esenciales para el crecimiento normal y para evitar discapacidades tales como la ceguera o el retraso mental. Al mismo

²⁷¹ Dibua, Jeremiah, I. (2006). *Modernization and the crisis of development in Africa: the Nigerian experience*. Ashgate Publishing, pp. 180

²⁷² Boahen, A. Adu (Ed.). (1985). *Africa under colonial domination 1880-1935* (Vol. 7). Unesco, pp. 346

²⁷³ Boahen, Ibid. pp.347

²⁷⁴ Fleuret, Patrick, and Anne Fleuret (1980) "Nutrition, consumption, and agricultural change." *Human Organization*, Vol. 39, no. 3, pp. 250-260.

²⁷⁵ Tabuti, J. R. S., Dhillon, S. S., & Lye, K. A. (2004). "The status of wild food plants in Bulamogi County, Uganda". *International journal of food sciences and nutrition*, Vol. 55, no.6, pp. 485-498.

²⁷⁶ Goode, Pamela. M. (1989). *Edible plants of Uganda: The value of wild and cultivated plants as food*. FAO, No. 42/1, pp. iii

²⁷⁷ Food and Agriculture Organization of the United Nations and World Health Organization (1992). "World declaration and plan of action for nutrition". Rome December 1992

tiempo, cientos de millones sufren de alguna enfermedad causada o exacerbada por dietas desbalanceadas. Por ejemplo, a causa de la deficiencia de vitamina A, en el África Subsahariana y en el sureste asiático entre 250,000 y 500,000 niños quedan ciegos anualmente y el 50% de ellos muere dentro del plazo de un año después de haber perdido la vista²⁷⁸. Como Welsh²⁷⁹ señala, el aumento de todas estas deficiencias en las últimas cuatro décadas coincide con la expansión de los sistemas agrícolas de la revolución verde.

Actualmente para solucionar algunos de estos problemas, especialistas²⁸⁰ y organizaciones internacionales como la FAO y la OMS²⁸¹ han recomendado revivir los conocimientos tradicionales sobre el cultivo y el consumo de especies locales. Sin embargo, estas iniciativas tienen que enfrentarse al legado que dejó el pasado colonial; muchos de estos conocimientos ya han desaparecido. Otros más son rechazados por las propias comunidades que los crearon pues están ligados a las prácticas propias de las economías de subsistencia. Como Cunningham y Peiser²⁸² refieren, en Sudáfrica si bien la recolección de recursos silvestres podría proporcionar una solución a las deficiencias nutricionales de un gran sector de la población, es cada vez más generalizado el estigma social en contra de la recolección de recursos silvestres pues esta actividad es vista como “primitiva” en comparación con comprar alimentos en la tienda local.

Podemos resumir entonces que, incluso si la enajenación no busca abiertamente controlar la clasificación social del conocimiento, sus posibles efectos podrían ser más importantes. En muchos casos este mecanismo implica la pérdida de conocimiento. En este sentido, junto con el mecanismo de banalización, le añadimos a la lista de los siete mecanismos de control de los conocimientos mencionados anteriormente.

3.2.4 Nueva definición

Desde el punto de vista antropológico, las prácticas de la comunicación pública de la ciencia pueden ser vistas como proyectos culturales exógenos, es decir, proyectos que nacen de la iniciativa de un cierto grupo cultural y cuya finalidad es introducir algunos elementos culturales que son ajenos a otro grupo. Podemos pensar que estos grupos son, por un lado el público -cualquier grupo o subgrupo cultural al que van dirigidas las prácticas de la CPC- y por otro lado las comunidades científicas y sus representantes (los comunicadores o divulgadores de la ciencia). Aun así, debemos aclarar el por qué

²⁷⁸ <http://www.who.int/nutrition/topics/vad/en/>

²⁷⁹ Welch, Ross M., and Robin D. Graham (2002). "Breeding crops for enhanced micronutrient content." *Plant and Soil* Vol.245, no. 1, pp. 205-214.

²⁸⁰ Ver por ejemplo: Frison, E., Smith, I. F., Johns, T., Chérfas, J., & Eyzaguirre, P. (2005). "Using biodiversity for food, dietary diversity, better nutrition and health". *South African Journal of Clinical Nutrition*, 18(2), 112-114.

Babu, Suresh Chandra, et al. "Rural nutrition interventions with indigenous plant foods-a case study of vitamin A deficiency in Malawi". (2000) *Biotech. Agron.Soc. Environ*, vol. 4, no 3, p. 169-180.

²⁸¹ Ibid. Food and Agriculture Organization of the United Nations and World Health Organization (1992).

²⁸² Cunningham y Peiser citados por, DeFoliart Gene R. (1999) "Insects as food: why the western attitude is important". *Annual review of entomology* vol. 44, no 1, p. 21-50.

podemos considerar a este último grupo como un grupo cultural. Tomando como base el concepto de cultura de Clifford Geertz, el cual establece que la cultura es “un sistema ordenado de símbolos y significados en cuyos términos se dan las relaciones sociales”²⁸³, Aikenhead y Jegede afirman que esto es precisamente lo que caracteriza a las comunidades científicas, es decir, que la ciencia es la base de ese sistema de símbolos y significados en cuyos términos se rigen las relaciones dentro de las comunidades científicas.²⁸⁴ Por tanto podemos considerar la existencia de una cultura, o más precisamente, de una subcultura científica.

Aunque en algunas prácticas de la CPC se ha buscado “la apreciación del público por la ciencia” o su “aceptación”, el elemento común en todas estas prácticas ha sido el conocimiento científico, ya sea como medio para introducir valores u otros elemento culturales, o como un fin per se. Para facilitar la discusión, en este análisis sólo nos referiremos al conocimiento científico como el elemento cultural que se busca introducir.

El último punto que debemos aclarar es que, como se ha dicho, la teoría del control cultural es aplicable sólo en aquellos casos en que las relaciones interculturales son asimétricas ¿Es este nuestro caso? Aunque, hasta donde sabemos, no existen formas precisas para determinar que tanto las relaciones interculturales son asimétricas o simétricas, una buena idea sobre este estado puede darse mediante la comparación de los medios que las culturas involucradas tienen, tanto para ejercer una influencia voluntaria sobre la otra, como para impedir que esto ocurra con su propia cultura (o en su caso sólo para permitir que estas influencias sean aquellas que el grupo ha decidido por sí mismo recibir). En nuestro caso, dichos medios serían precisamente los mecanismos de control del conocimiento. Sí comparamos los mecanismos de control que los representantes de la cultura científica y una cierta cultura integrada por ciudadanos comunes poseen, podremos tener una buena idea de lo simétrico o asimétrico de dicha relación.

De los nueve mecanismos que hemos identificado, al menos seis han sido utilizados en las prácticas en la comunicación pública de la ciencia. Estas son, la difusión, la petición, la negación, la negociación, la manipulación o persuasión, y la descalificación o banalización. Por su parte, los mecanismos de control que los ciudadanos comunes pueden ejercer en la práctica son: la petición, la negociación y la negación. De estos mecanismos sólo la negación, no depende de la voluntad de otros actores para que pueda ejercerse. Ante este panorama, podemos concluir que se trata de una situación asimétrica y que por tanto la teoría del control cultural puede ser aplicada.

Habiendo establecido esto, nos encontramos en posición de dar una definición antropológica sobre el significado de “apropiación de la ciencia”: Sí por ciencia entendemos un corpus de métodos conceptuales y experimentales que permiten la investigación del mundo natural y social y un corpus de conocimiento derivado de dichas investigaciones, entonces la apropiación de la ciencia significaría el proceso mediante el cual, una comunidad que es capaz de mantener el control sobre su propia clasificación de conocimiento, reconoce a la ciencia como una serie de recursos culturales, mediante los

²⁸³ Geertz Clifford. (1973). *The Interpretation of Cultures: Selected Essays*. New York: Basic Books, pp.144

²⁸⁴ Aikenhead, Glen S. and Olugbemiro J. Jegede. (1999). “Cross Cultural Science Education: A Cognitive Explanation of a Cultural Phenomenon.” *Journal of Research in Science Teaching* 36 (3): 269-287.

cuales, la propia comunidad es capaz de generar proyectos culturales propios, es decir, encaminados a acrecentar su cultura autónoma y puede decidir, por ella misma, cómo y cuándo aplicarlos.

Como podemos notar, la definición que proponemos para la noción de apropiación de la ciencia consta de tres condiciones: la primera es que el grupo a quien van dirigidas las prácticas de la comunicación de la ciencia sea capaz de mantener el control sobre su propia clasificación social del conocimiento. La segunda es que la ciencia sea reconocida como una serie de elementos culturales a través de los cuales la comunidad puede generar proyectos culturales propios entendidos estos últimos como aquellos que van dirigidos a acrecentar la cultura autónoma de la comunidad. Por último, la tercera, es que una vez que la ciencia es reconocida como una serie de recursos culturales, sea la propia comunidad quien decida cómo y cuándo aplicarlos.

Ahora bien, en la disertación que Bonfil hace sobre el proceso de apropiación se dice que la apropiación “es el proceso mediante el cual el grupo adquiere capacidad de decisión sobre los elementos culturales ajenos” y más adelante afirma que “un recurso cultural forma parte de la cultura apropiada en tanto que el pueblo al que nos referimos esté en condiciones de tomar decisiones sobre su uso.”²⁸⁵ (Énfasis añadido). Estos enunciados corresponden a nuestra tercera condición, por tanto, cabe explicar por qué hemos agregado las otras dos condiciones.

Como Bonfil explica, el problema de las decisiones propias es bastante complejo pues aun cuando estas son tomadas en instancias que se reconocen como legítimas por un grupo, existen estructuras y niveles de decisiones que condicionan y limitan a estas:

“Sin entrar aquí en la problemática filosófica de la libertad, lo que cabe señalar es que ninguna decisión es absolutamente libre, sino que se toma siempre en un contexto dado que ofrece un número discreto de opciones posibles, en función de factores de muy diversa índole que forman parte de la circunstancia. En la situación de los pueblos dominados, la limitación en el número y la naturaleza de las opciones posibles en muchos casos no obedece únicamente a la circunstancia interna del grupo (por ejemplo, la cantidad y cualidad de los elementos disponibles en la cultura, en un momento dado, para imaginar e instrumentar una decisión), sino a restricciones impuestas por la sociedad dominante. Pongamos por caso la clandestinización de actividades rituales propias a la que han recurrido muchos pueblos indios a partir de la invasión europea. Tal clandestinización es una decisión propia que se entiende como parte del proceso de resistencia; sin embargo, ocurre bajo circunstancias impuestas que suprimen otras opciones (el ejercicio abierto y público del culto, en este ejemplo)... Otro problema que debe mencionarse en torno a las estructuras de decisión es que, en muchos casos, una acción implica una cadena de decisiones, y que no siempre todas las decisiones necesarias son propias o son ajenas.

²⁸⁵ ²⁸⁵ Bonfil, Guillermo. (1995). “Los pueblos indios, sus culturas y las políticas culturales” en *Obras escogidas de Guillermo Bonfil*. México: Instituto Nacional Indigenista, INAH, Vol. 2, pp. 534

Con frecuencia, la decisión superior, la que obliga a la acción, es una decisión ajena, en tanto que las decisiones que corresponden a la instrumentación pueden caer en el ámbito de lo propio.”²⁸⁶

Ante esta problemática Bonfil afirma que “En el análisis del control cultural, en consecuencia, es necesario tener en cuenta el marco de las limitaciones externas que restringen la gama de opciones posibles para el ejercicio de las decisiones propias”. Por tanto como dichas limitaciones externas dependen de cada caso y sólo puede conocerseles de forma empírica, es necesario que para evitar ambigüedades (y que estas nos lleven al extremo de confundir un proceso de apropiación con uno de resistencia) nos enfoquemos al caso particular de la apropiación del conocimiento científico.

En el campo de la educación formal, se ha encontrado que frecuentemente el aprendizaje de la ciencia (como artefacto cultural) tiene pocas aplicaciones e implicaciones fuera del contexto donde este tiene lugar, es decir no se incorpora más allá del ámbito escolar. También se ha encontrado que muchas personas a pesar de haber recibido por muchos años educación científica formal, sólo recurren a las explicaciones científicas en aquellos ambientes que exigen de dichas explicaciones pero fuera de estos, recurren a sus propias explicaciones del mundo. En el caso de los grupos no-occidentales dichas explicaciones propias generalmente corresponden a sus cosmologías tradicionales. Para estos grupos la ciencia es una cultura extraña que muchas veces choca con su tradicional forma de ver el mundo. Este sentimiento de “extranjería” no es exclusivo de los grupos no-occidentales; como Aikenhead²⁸⁷ señala en occidente la forma en la que se aprenden estos contenidos extranjeros permite a las personas tener acceso a estos conocimientos cada vez que se les necesita para alcanzar objetivos sociales –como entablar una conversación con un profesor de ciencias o para aprobar un examen- aunque estos conocimientos pueden contradecir sus propias explicaciones o parecerles irrelevantes.

Para hacer frente a estos conflictos (que tienen implicaciones tanto cognitivas como culturales) se ha encontrado que las personas recurren a lo que se ha llamado “aprendizaje colateral” el cual consiste en la incorporación de conocimiento científico sin que este desplace o interfiera con las diversas explicaciones del mundo tradicionales o propias. Entonces, dado que en el caso del aprendizaje colateral las personas adquieren conocimiento científico (un elemento cultural ajeno) y de alguna forma deciden sobre cómo y cuándo utilizarlo ¿podemos decir que estamos frente a un tipo de apropiación de la ciencia? o por el contrario, como sugiere Lowe²⁸⁸ en el caso de culturas no-occidentales, se trata de una “técnica efectiva de supervivencia” -una forma de resistencia cultural- donde las cosmovisiones tradicionales han tenido que ser llevadas a una especie de clandestinidad frente a un sistema de conocimientos impuesto desde afuera.

Ante esta última posibilidad ha aparecido un gran cúmulo de trabajos en la literatura donde se dan toda clase de razones en favor de una educación de la ciencia respetuosa de las concepciones del

²⁸⁶ Bonfil, Guillermo. (1987). “La teoría del control cultural en el estudio de procesos étnicos”. *Revista Papeles de la casa Chata*, Vol. 2, no. 3, pp. 23-43.

²⁸⁷ Aikenhead, Glen, Jegede, Olugbemi. (1999). Cross-cultural science education: A cognitive explanation of a cultural phenomenon. *Journal of Research in Science Teaching*, Vol. 36, no. 3, pp. 269-287.

²⁸⁸ Lowe, John. (1995). “The impact of school science on the world-view of Solomon Islands students”. *Prospects*, Vol. 25, no. 4, pp.653-667.

mundo tradicionales; Lee, por ejemplo, desde un punto de vista pragmático y en el contexto del programa Science for all Americans, ha advertido que:

*“When students’ language and cultural experiences are in conflict with scientific practices, when they are forced to choose between the two worlds, or when they are told to ignore their cultural values, the students may avoid learning science. This may be a main reason why science is alien to these students and they, in turn, resist learning science.”*²⁸⁹

Por su parte, Thijs y Van den Berg en un riguroso trabajo que abarcó tanto culturas occidentales como no-occidentales y que trata acerca del posible impacto negativo que las creencias tradicionales podrían tener sobre la adquisición del conocimiento científico, han concluido que:

*“We do not believe that there is a serious interference between the contents of traditional/superstitious beliefs and scientific understanding, since the two domains are separated in terms of types of questions considered. There is a difference between “how” questions which belong to the science domain, and the “what purpose” questions on values pertaining to the metaphysical realm.”*²⁹⁰

Por último, en cuanto a los aspectos éticos del problema, podemos citar Aikenhead quien ha dicho que:

*“Science education’s goal of cultural transmission runs into ethical problems in a non-Western culture where Western thought (science) is forced upon students who do not share its system of meaning and symbols. As mentioned above, the result is not enculturation, but assimilation or “cultural imperialism” forcing people to abandon their traditional ways of knowing and reconstruct in its place a new (scientific) way of knowing. Cultural imperialism, or the “arrogance of ethnocentricity” as Maddock referred to it, can oppress and disempower whole groups of people. School science traditionally attempts to enculturate or assimilate students into the subculture of science.”*²⁹¹

Con base a todas estas razones algunos autores como Jegede y Aikenhead²⁹² han propuesto que lejos de desalentar el aprendizaje colateral, la educación de la ciencia en el siglo XXI debe facilitar el “cruce de fronteras” entre la cultura de cada persona y la cultura científica. Desde esta perspectiva se compara a las personas con viajeros que deben emprender un viaje desde el mundo de su vida cotidiana hacia el mundo de la ciencia sin que esto signifique una alienación (en el sentido psicológico) de su cultura. Así, dependiendo del interés que cada individuo tiene por participar en otras culturas distintas, de su facilidad por sentirse comfortable en ellas y de la flexibilidad para adaptarse a nuevas formas de pensar, Aikenhead sugiere que, en el aprendizaje de la ciencia, algunas personas requerirán del entrenamiento que recibiría un antropólogo, es decir, un entrenamiento que permite entender y establecer vínculos

²⁸⁹ Lee, Okhee. (1997). “Guest editorial: Scientific literacy for all: What is it, and how can we achieve it?” *Journal of Research in Science Teaching*, Vol. 34, no. 3, pp. 219-222.

²⁹⁰ Thijs, G. D., & Van Den Berg, E. D. (1995). “Cultural factors in the origin and remediation of alternative conceptions in physics”. *Science and Education*, Vol. 4, no. 4, pp. 317-347.

²⁹¹ Aikenhead, Glen. (1996). “Science education: Border crossing into the subculture of science”. *Studies in Science Education*, Vol. 27, issue 1, pp. 1-52

²⁹² Jegede, Olugbemiro, Aikenhead, Glen. (1999). “Transcending cultural borders: Implications for science teaching”. *Research in Science & Technological Education*, Vol. 17, no. 1, pp. 45-66.

con la cultura que se estudia sin que esto signifique aceptar sus formas y valores. Otras más, al igual que turistas poco dados a la aventura, requerirán de una especie de “visita guiada” y el resto, cual viajeros confiados, necesitarán de menos supervisión.

Ahora, regresando al problema original que nos ocupa, podemos preguntar ¿el hecho de que la cultura científica no busque marginalizar otras explicaciones o creencias sobre el mundo natural resuelve el problema de la imposición cultural? ¿Son estos “viajes” al mundo de la ciencia algo sobre lo que los miembros de una cultura pueden decidir colectivamente?

En muchos países en desarrollo, los sistemas educativos son un producto de la cultura occidental, en la medida en que dichos sistemas sigue estando vinculados a su fuente original o bien se encuentran subordinados voluntaria o involuntariamente a los dictados de organismos internacionales y de ayuda internacional que condicionan su asistencia a la adopción de sus programas educativos. En particular, los programas de ciencia a menudo se toman directamente de las naciones occidentales, con poca o nula adaptación a las necesidades locales. En estos programas se da por hecho que la búsqueda del conocimiento por el mismo conocimiento es una virtud, y que este valor- que proviene directamente del sistema educativo occidental- debe ser compartido por las demás culturas. La imposición de este valor tan general y aparentemente inocuo tiene fuertes repercusiones sobre las clasificaciones sociales del conocimiento pues altera los lugares que ocupan los conocimientos dentro de las tres categorías que conforman una clasificación. Desgraciadamente, estas alteraciones no se quedan sólo en el plano valorativo del conocimiento; inciden sobre las mismas prácticas de una comunidad. Por ejemplo, si en momento determinado un conocimiento que es considerado como relevante es desplazado a la categoría de disponible, esto no sólo significa que ha perdido importancia ante los ojos de la comunidad; significa también que ya no será aprendido por todos sus miembros y que en toda la serie de prácticas que se daban a su alrededor ya no participará todo el grupo. En el análisis de este problema, un caso estudiado por Waldrip y Taylor²⁹³ resulta muy ilustrativo. A diferencia del estudio realizado por Aikenhead el cual se centra en el impacto que la educación de la ciencia tiene sobre la psicología de los individuos, el trabajo de Waldrip y Taylor toma en cuenta otros aspectos culturales más amplios como la viabilidad que tiene el conocimiento científico dentro de la vida diaria de una cultura no-occidental. Este estudio se realizó en un pequeño país localizado en el Pacífico Sur (más precisamente en la Melanesia) donde, tradicionalmente, la principal actividad económica de los habitantes ha sido el cultivo de huertos y la pesca. Al igual que los sistemas educativos antes descritos, el sistema educativo de este país se estableció con la llegada de los primeros colonizadores europeos y aún hoy sigue estando bajo el control externo a través de los programas de ayuda internacional que el país recibe y que no está en posición de rechazar. Para investigar el impacto que la educación de la ciencia tiene sobre la vida diaria de esta cultura, Waldrip y Taylor realizaron una serie de entrevistas entre los jóvenes que asisten a la escuela secundaria y, a petición de la misma comunidad, entre los ancianos de las aldeas quienes son considerados como la autoridad y la fuente de la sabiduría del pueblo. Así, para comenzar, el primer grupo que fue entrevistado fue el de los ancianos a quienes se les preguntó primero sobre sus prácticas tradicionales de cultivo y pesca y, en general, sobre el conocimiento y las explicaciones que se daban

²⁹³ Waldrip, Bruce. Taylor, Peter. (1999). “Permeability of students' worldviews to their school views in a non-Western developing country”. *Journal of Research in Science Teaching*, Vol. 36, no.3, pp. 289-303.

dentro de su cultura a los fenómenos naturales involucrados en dichas prácticas. Más tarde los autores, quizás esperando encontrar una cierta tensión derivada de un choque entre dos formas de ver el mundo, preguntaron a los ancianos sobre las explicaciones científicas que son enseñadas en la escuela pero, para su sorpresa, dicha tensión no tenía su raíz en esta causa. Los ancianos se refirieron a su propia experiencia con la educación escolar; contaron que cuando llegaron los primeros educadores europeos, el pueblo sintió gran interés por aprender el conocimiento que los extranjeros les ofrecían pues, dentro de su cultura, quienes poseen ciertos conocimientos importantes adquieren prestigio y poder y en el proceso también adquieren riquezas. Sin embargo, el grupo de ancianos refirió que después de haber recibido educación occidental y al no haber podido alcanzar la riqueza que veían en los colonos europeos, el pueblo cayó en la cuenta de que no todo lo que necesitaban saber les había sido revelado y de que si bien habían recibido conocimiento, este no era aquel que lleva al poder.

A pesar de que el sistema educativo del país ha cambiado y ha dejado de estar en manos de los primeros misioneros, esta misma impresión prevalece en las nuevas generaciones; para ellos el conocimiento que aprenden en la escuela no enriquece o complementa las prácticas que tradicionalmente se han llevado a cabo dentro de la comunidad y, en cuanto a la adopción de nuevas prácticas, encuentran que estas sólo son posibles si se cuenta con recursos que muchas veces no están disponibles dentro de la comunidad. Por ejemplo, un estudiante refirió que:

“Because school only helps in the village if you have money. If you don’t have money, traditional skills and knowledge are far more important. Because you can do things, all the resources are there. If you don’t know how to handle them, and, say, build [a] house with local bush materials and all this, it would be quite hard for you to survive in the village.”

Desgraciadamente, aunque los estudiantes reconocieron el valor que tiene el mantener sus propios conocimientos y prácticas culturales, muchos de ellos admitieron no haber tenido oportunidad de aprenderlos y que, a su retorno de la escuela, tienden a no participar en ciertos aspectos de la vida del pueblo. Por ello, como los autores apuntan:

“We were left with the distinct impression that the elders and parents felt betrayed by a school education system that historically had ignored their cultural needs and was continuing to do so today, to an extent that many young people were graduating from high school and returning to their villages as socially dysfunctional members of the community.”

Está claro entonces, que si un pueblo no es capaz de mantener control sobre su propia clasificación social del conocimiento, es decir, de decidir cuales conocimientos- tanto ajenos como propios- le son relevantes y cuales otros pueden colocar en las otras dos categorías, se encuentra en una posición en la que la imposición cultural puede ser igual o tanto más violenta que aquella que busca eliminar las formas de ver el mundo tradicionales. Por esta razón en nuestra definición de apropiación de la ciencia hemos incluido esta condición. También debemos advertir que cuando esta condición se cumple la decisión de respetar o no las visiones del mundo tradicionales dejan de estar en manos de grupos externos pues, bajo esta condición, es la comunidad quien ahora decide como acomodar el conocimiento ajeno bajo sus propios esquemas.

Sólo nos resta hablar de la última condición que hemos propuesto para una nueva definición de apropiación de la ciencia.

Quizás la mayor dificultad para trata de distinguir entre un proceso de apropiación de uno de imposición reside en el grado de subjetividad que el problema involucra.

Por lo general, cuando se dan relaciones asimétricas entre dos culturas, la cultura dominante no sólo recurre a métodos violentos para imponer sus elementos culturales; también recurre a otros más sutiles como la persuasión o la propaganda. Bajo estas condiciones es difícil discernir si las decisiones que toma el grupo dominado obedecen a aspiraciones o convicciones propias o bien a aquellas que le han sido inculcadas por el pueblo dominante. Como Bonfil señala:

“La cultura impuesta forma parte de la cultura que vive la colectividad e influye en mayor o menor grado en todos los aspectos de su quehacer social o individual, según la intensidad y la amplitud de la dominación a que está sujeto el pueblo considerado. Son elementos extraños, ajenos que actúan en obediencia a decisiones también extrañas, también ajenas. Nos afectan, nos constriñen o nos obligan pero no tenemos control sobre ellos. Pueden tener presencia material: los objetos industriales que desplazan a los que hacíamos nosotros mismos...pueden ser, también, ideas, aspiraciones, convicciones que nos han imbuido para hacer posible la sujeción voluntaria.”²⁹⁴

Dentro de la comunicación pública de la ciencia este problema es frecuente. Por ejemplo, Isita Tornell, tomando como base el esquema del evolucionismo tecnológico propuesto por Leslie White (del que ya hemos hablado en el capítulo primero) propone que “la propaganda puede ser un modelo integrador pertinente” para la comunicación de la ciencia y ya que el ámbito de operación de la propaganda es el ideológico y el social “es en esos dos sistemas donde la divulgación de la ciencia debe abreviar” no obstante que la propaganda “sea un buen concepto que ha tenido mala fama.”²⁹⁵ También hemos visto cómo los autores del modelo de enmarcado aseguran que los ciudadanos prefieren delegar sus decisiones al juicio de los órganos reguladores y - más importante aún - confían en lo que se dice en los medios de comunicación. Así, proponen aprovechar la gran influencia que tienen los medios de comunicación sobre la opinión pública para colocar ciertas agendas dentro de las políticas públicas sobre ciencia y tecnología. El modelo contextual es otro caso; este ha sido criticado numerosas veces por que aspira a obtener el consentimiento del público y no su entendimiento. En todos estos casos la justificación ha sido siempre la misma: ya que el público se encuentra inmerso en un mar de propaganda, quien decide finalmente a quien creer es el público; que el público sea manipulado es una cuestión secundaria, lo que importa es tener buenas intenciones.

Esta situación en donde las decisiones de los ciudadanos se encuentran limitadas a la elección de propuestas ajenas ha sido muy bien descrita por Jean Rivero:

²⁹⁴ Bonfil, Guillermo. (1995). “Los pueblos indios, sus culturas y las políticas culturales” en *Obras escogidas de Guillermo Bonfil*. México: Instituto Nacional Indigenista, INAH, Vol. 2, pp.534

²⁹⁵ Isita Tornell, Rolando (2000). “Divulgación persuasiva de la ciencia” en Mazón J., Sánchez Mora A. *Antología de la divulgación de la ciencia en México*. México: UNAM, pp. 211- 222

“In the nineteenth century the problem of opinion formation through the expression of thought was essentially a problem of contacts between the State and individual, and a problem of acquisition of freedom. Today thanks to the mass media, the individual finds himself outside the battle... The debate is between the State and powerful groups...Freedom to express ideas is no longer at stake in the debate. What we have is mastery and domination by the State or by some powerful groups over the whole of the technical media of opinion formation...the individual has no access to them...he is no longer the participant in the battle for the freedom of expression of ideas: he is the stake. What matters for him is which voice he will permit to hear and which words will have the power to obsess him.”²⁹⁶

Entonces si siguiéramos esta lógica nos encontraríamos entrapados en un problema mayúsculo: nuestro criterio para discernir entre una decisión propia de una ajena (y por ende entre un proceso de apropiación de uno de imposición) recaería al final de cuentas en nuestra propia apreciación sobre las intenciones de cada uno de los propagandistas.

Para hacer frente a este problema la teoría del control cultural nos ofrece otra salida. Así planteamos lo siguiente.

Al hablar acerca del proceso de apropiación, Bonfil ha advertido que todos los elementos culturales que pertenecen al sector de la cultura apropiada tienen un carácter muy inestable debido al doble control al que están sujetos; por una parte la capacidad de producirlos que es ajena y por otra, las decisiones sobre su uso que son propias. Por ello, estos elementos no perduran mucho tiempo dentro de la cultura apropiada; o bien la comunidad aprende a producirlos y se integran a la cultura autónoma o bien dejan de estar bajo el control del grupo y se vuelven parte de la cultura impuesta. Entonces, siendo la cultura apropiada una especie de estado transitorio a través del cual se pueden llegar a dos estados finales distintos (el incremento de la cultura autónoma o bien el de la impuesta) Bonfil observa que en todos los casos de procesos de apropiación “se trata de procesos para conservar y ampliar los ámbitos de la cultura propia, frente a la estrategia colonial que pretende reducirlos y acrecentar, en cambio, los ámbitos de la cultura ajena en los que el control se ejerce en forma externa.”²⁹⁷

Es en este último caso en el que cae la propaganda; los elementos culturales que son introducidos –que pueden ser ideas, proyectos, aspiraciones, etc.- no están destinados a convertirse en parte de la cultura autónoma sino para que su control retorne al dominio de las decisiones ajenas.

Está clara entonces nuestra tercera condición: para que la ciencia puede ser apropiada es necesario que la ciencia sea reconocida como una serie de elementos culturales (conocimientos y métodos de investigación) a través de los cuales la comunidad puede generar proyectos culturales propios entendidos estos últimos como aquellos que van dirigido a acrecentar la cultura autónoma de la comunidad.

²⁹⁶ Rivero, Jean. (1957). “Technique de la formation de L’opinion publique” citado por Ellul Jacques en (1973). *Propaganda. The formation of the men’s attitude*. New York: Vintage Books, pp. 237

²⁹⁷ Bonfil, Guillermo. (1995). “Los pueblos indios, sus culturas y las políticas culturales” en *Obras escogidas de Guillermo Bonfil*. México: Instituto Nacional Indigenista, INAH, Vol. 2, pp. 531

3.2.5 Análisis de los modelos de C.P.C. a través de la teoría del control cultural

De la discusión que hemos realizado en la pasada sección la pregunta que se desprende es ¿dentro de que sector de la cultura total de una comunidad puede integrarse a la ciencia siguiendo los modelos y prácticas que hasta ahora se han propuesto en la CPC?

De la descripción de los modelos que hemos hecho anteriormente resulta claro que tanto el modelo del déficit como el de enmarcado y el contextual colocan a la ciencia dentro de la cultura impuesta. En todos estos casos las comunidades donde estos conocimientos son introducidos no tienen la oportunidad de decidir por ellas mismas en qué categoría deben colocarlos dentro de su propia clasificación social de conocimiento. Además, cuando el conocimiento científico es impuesto como algo indiscutiblemente relevante, difícilmente puede pasar a través del proceso normal de “cribado”, para relacionarlo con los elementos culturales propios de cada comunidad, y sólo permanece como un elemento inconexo y extraño, a través del cual no es posible pensar y sobre todo construir una nueva realidad.

En cuanto al modelo de la experticia de los legos, hemos dicho que aunque éste es frecuentemente citado en la literatura, son contados los casos en donde este haya sido puesto en práctica por alguna institución científica o de comunicación pública de la ciencia. La mayoría de los casos que se reportan, se refieren a situaciones donde grupos más o menos organizados o bien, han confrontado sus conocimientos y experiencias con los de algunos grupos de expertos o bien, han encontrado el apoyo de alguna institución científica para lograr poner en práctica este modelo.²⁹⁸ En este último caso, la comunidad ha sido quien ha identificado sus propios objetivos y con ayuda de alguna institución científica, ha sido ella misma quien ha llevado a cabo la investigación, y en algunos casos el análisis de datos. Así, en teoría si esta fuera una práctica real impulsada por las instituciones dedicadas a la CPC, se lograría colocar a la ciencia dentro de la cultura apropiada y en algunos casos también dentro de la cultura autónoma.

Por ultimo dentro del modelo participativo podemos analizar dos casos; uno es el de las conferencias de consenso y otro, el de las tiendas de ciencia. En el caso de las primeras debemos observar que las conferencias de consenso realmente constituyen instrumentos políticos para tomar decisiones y como tales pueden ser utilizados ya sea para evaluar proyectos culturales propios o bien para tratar de validar proyectos culturales ajenos. Por esta razón es difícil poder juzgar de forma general a esta práctica a través de la teoría del control cultural. Sin embargo, esto sí puede hacerse si se aplica a casos

²⁹⁸ Irwin, Alan and Brian Wynne. (1996). *Misunderstanding Science? The Public Reconstruction of Science and Technology*. Cambridge: Cambridge University Press.

Wynne, Brian. (2004). “May the Sheep Safely Graze? A Reflexive View of the Expert-Lay Knowledge Divide.” In *Risk, Environment and Modernity: Towards a New Ecology*, edited by Scott Lash, Bronislaw Szerszynski and Brian Wynne, 44-83. London: Sage Publications.

Epstein, Steve.(1996). *Impure Science: AIDS, Activism and the Politics of Knowledge*. Berkeley: University of California Press.

particulares. En el caso de las tiendas de ciencia como Wachelder²⁹⁹ e Irwin³⁰⁰ han señalado, su función principal es la de ofrecer el conocimiento y la investigación científica que requiere un cierto sector de la población para resolver algún problema, satisfacer alguna necesidad o expectativas que este mismo ha identificado.

Debido a que tanto los fines como los medios son identificados por el público y que este recibe conocimiento científico, las tiendas de ciencia colocan al conocimiento científico dentro de la cultura propia. También existen casos en que las comunidades a partir de la información recibida han sido capaces de generar su propio conocimiento, por lo que las tiendas de ciencia no sólo colocarían al conocimiento científico dentro de la cultura apropiada sino dentro de la cultura autónoma.

3.2.6 La apropiación de la ciencia como política pública

Hasta aquí, lo que hemos tratado de hacer es construir una definición de apropiación de la ciencia que a diferencia de otras no dependa de los propósitos o deseos de quien la enuncia. Para lograr esto hemos partido de una premisa que no es ni un supuesto político ni una idealización teórica sino un hecho que puede constatarse empíricamente y que es la existencia de la diversidad cultural. Después de esto el siguiente paso ha sido centrar nuestra discusión en los procesos de apropiación cultural que se han observado dentro del campo antropológico y más tarde, para trasladar estas ideas al área de la comunicación de la ciencia, nos hemos apoyado en algunas investigaciones de campo que se han realizado en diversas partes del mundo sobre la enseñanza de la ciencia. No obstante lo anterior estamos conscientes de que, en cuestión de políticas públicas, una cosa es aceptar la necesidad de contar con conceptos y teorías basadas en condiciones reales y otra muy distinta es el aceptar que estas realidades conduzcan las políticas públicas. Así, el primer cuestionamiento que podríamos esperar recibir sobre nuestra definición es que no está claro cómo el concepto de apropiación de la ciencia que proponemos deba ser el objetivo que la comunicación pública de la ciencia debe perseguir. Particularmente en el caso de la comunicación de la ciencia en los países en vías de desarrollo podría cuestionárenos cómo, en contextos donde existen problemas tan apremiantes como la insalubridad, la falta de alimentos, la contaminación ambiental o la falta de acceso a los servicios públicos más esenciales, dejar que una comunidad tome sus propias decisiones puede ayudar.

Para contestar a estas críticas hipotéticas y de paso para mostrar cómo, al igual que la educación formal, la comunicación pública de la ciencia de los países en vías de desarrollo no está exenta de la influencia de las agendas del primer mundo, nos referiremos ahora al taller "*Public Understanding of Research in Developing Countries*" celebrado en diciembre de 2002 en Ciudad del Cabo, Sudáfrica pues en este se abordaron precisamente los cuestionamientos que hemos planteado.

²⁹⁹ Wachelder, Joseph. 2003. "Democratizing Science: Various Routes and Visions of Dutch Science Shops." *Science, Technology and Human Values* 28:244-273.

³⁰⁰ Irwin, Alan. 1995. *Citizen Science: a Study of People, Expertise and Sustainable Development*. London: Routledge.

Como antecedente debemos decir que el taller se llevó a cabo inmediatamente después de la 7ª Conferencia Internacional sobre Comunicación Pública de la Ciencia y la Tecnología, "Comunicación de la Ciencias en un mundo diverso". El taller fue organizado por Bruce Lewenstein (autor del que ya hemos hablado) y fue patrocinado por la U.S National Science Foundation. Como el organizador expone en un documento³⁰¹ enviado a la citada fundación, el taller tuvo como objetivo analizar la pertinencia de los modelos de comunicación pública de la ciencia en el marco de los países en vías de desarrollo y de generar nuevas propuestas que se adapten a este contexto. La importancia de estas discusiones –dice Lewenstein- radica en que generalmente los modelos de la comunicación han surgido en los países altamente industrializados y asumen que las personas, para tomar decisiones políticas o personales, se encuentran dentro de contextos donde ya todas sus necesidades fundamentales han sido cubiertas. Por el contrario, en los países en vías de desarrollo -continúa- la importancia del entendimiento público de la ciencia se centra en cuestiones más básicas, por ejemplo, en “disponer de agua potable, el tener acceso a tratamientos farmacológicos, en crear infraestructura para los sistemas de salud, etc.” Por tanto en los países en vías de desarrollo “no está claro cómo las conferencias de consenso sobre los alimentos genéticamente modificados o las exposiciones de los museos sobre los fenómenos eléctricos o los artículos de divulgación sobre la fertilización in vitro pueden atender las necesidades de la mayoría de los miembros de la población³⁰².”

Para dar un ejemplo sobre como los modelos occidentales no se ajustan a las necesidades del tercer mundo Lewenstein refiere el caso del *Indonesian Science and Technology Center*, el cual es un museo que fue construido durante la dictadura de Suharto; cuando Lewenstein visitó este museo en los años noventa, encontró que el costoso y moderno edificio se encontraba casi vacío y que algunas exhibiciones habían salido de pasadas muestras comerciales que el museo había recibido como donación: desde una exhibición de la BMW promocionando un nuevo eje de transmisión de aluminio, hasta otra donada por un contratista del ejército inglés sobre la resistencia de los materiales utilizados en los misiles. Así, Lewenstein afirma “Un museo de la ciencia basada en el modelo de los países desarrollados, sobre todo un museo en un país clasificado como "gravemente endeudado" por el Banco Mundial, simplemente no atiende a las necesidades de los ciudadanos que lo financiaron.”

³⁰¹ Lewenstein, Bruce., Joubert, M. (2002). Achieving Public Understanding of Research in Developing Countries. <http://dspace.library.cornell.edu/bitstream/1813/14276/2/PUR%20website.consolidated.pdf>

³⁰² Como hemos visto, en repetidas ocasiones diversas agencias gubernamentales como la USAID y asociaciones científicas como la AAAS han insistido acerca de la importancia que tiene para los países en vías de desarrollo la adopción de cultivos transgénicos pues, según estas agencias, estos cultivos pueden ser la solución para los problemas del hambre en la región. Por otra parte, según la Environmental Protection Agency (EPA) en los Estados Unidos sólo el 1% de la población se dedica a las actividades agrícolas, mientras que en Europa según cifras de la Comisión Europea esta población representa el 5%. En África el 60% de la población se dedica a la agricultura, así resulta extraño que por una parte se insista en la importancia de los cultivos transgénicos para los habitantes de los países en vías de desarrollo y que por otra, se afirme que tomar decisiones sobre este asunto es irrelevante para ellos cuando la proporción de la población directamente involucrada es mucho mayor en el tercer mundo que en la de aquellos países donde estas decisiones se consideran relevantes.

http://ec.europa.eu/agriculture/rural-area-economics/briefs/pdf/08_en.pdf

<http://www.epa.gov/oecaagct/ag101/demographics.html>

<http://www.fao.org/docrep/015/i2490e/i2490e01b.pdf>

En cuanto a los modelos de comunicación de la ciencia, sus críticas se dirigen particularmente a tres de estos modelos:

“Tampoco está claro “cómo el modelo contextual, el de la experticia de los legos o el de participación (las conferencias de consenso) pueden funcionar en situaciones en las que la alfabetización básica, la exposición a enfoques científicos, o las estructuras democráticas estables aún no han sido alcanzadas. Parece probable que el "problema" de la comprensión pública de la ciencia no es simplemente la misma en los países en vías de desarrollo que en el mundo desarrollado. ¿Cómo pueden los sitios web o los folletos informativos dirigidos hacia audiencias específicas alcanzar su objetivo si una enorme proporción del público no saben leer ni tienen acceso a medios interactivos a través de Internet³⁰³? ¿Cómo se puede integrar la " experticia de los legos" (por ejemplo, el conocimiento de los remedios tradicionales) al entendimiento científicos cuando la mayor parte de la población no tiene acceso a la atención sanitaria básica³⁰⁴? ¿Cómo se pueden construir complejos mecanismos de participación ciudadana en los debates políticos cuando cuestiones tan básicas como las votaciones limpias y la representación democrática son obstaculizadas por líderes ineficientes y corruptos o por rivalidades étnicas.”

Para concluir este documento Lewenstein afirma que debido a que los alcances de estos problemas son tan grandes, no es apropiado comenzar con un proyecto de investigación específico. En su lugar, propone “reclutar” a una serie de profesionales, académicos y científicos principalmente del tercer mundo para reunirlos en el taller y explorar nuevas opciones que puedan generar proyectos innovadores. Para ello, previo al taller los participantes deberán enviar un artículo de opinión sobre los asuntos que cada uno de los asistentes considera importantes para lograr “el entendimiento público de la investigación científica” y en cuanto a su participación ya dentro del taller se les pide a los participantes *“Be concrete: Talk about how to meet the needs and goals of government agencies, international development agencies, NGOs, etc.”*

Amén de todas las inconsistencias que se pueden encontrar en este documento lo que resulta notorio es cómo a pesar de que el organizador dice dejar la discusión abierta a todos los puntos de vista de los participantes en realidad se trata de inclinar la balanza hacia un punto de vista particular: si observamos cual ha sido el desarrollado de la comunicación pública de la ciencia en las últimas décadas, podemos notar que hasta ahora la mayoría de las discusiones académicas han girado en torno a un problema muy simple, esto es, ¿cuáles son los intereses que la comunicación pública de la ciencia debe proteger?. Así, existe toda una gama de posturas que van, desde aquellos que ven a la comunicación de la ciencia como una herramienta para mantener el poder de instituciones científicas, agencias gubernamentales o

³⁰³ Para descartar este modelo en todo los países en vías de desarrollo el argumento de Lewenstein evidentemente falla: por ejemplo en América Latina a excepción de Haití (que tiene un índice de alfabetismo del 52.9%) el índice de alfabetismo se encuentra entre el 90 y 96 % así, que decir que en estos países existe “una enorme porción de la población” que no sabe leer resulta exagerado. Además, Lewenstein asume que los únicos medios de comunicación que pueden ser empleados en el modelo contextual son los medios digitales escritos cuando existen otros, por ejemplo la radio, que pueden ajustarse perfectamente a este modelo.
<https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/fields/2103.html#xx>

grupos industriales (modelo del déficit y enmarcado), pasando por aquellos que han notado la necesidad de ceder un poco de espacio a los intereses del público ya sea como mera estrategia (modelo contextual) o por buscar cierta equidad (modelo participativo), hasta aquellos que han reprochado abiertamente a estas instituciones y a la misma academia esta orientación y han decidido dirigir sus esfuerzos hacia el interés del público (particularmente las tiendas de ciencia). Entonces, el exigir de entrada que la comunicación pública de la ciencia en los países en vías de desarrollo se oriente hacia las necesidades y metas de instituciones gubernamentales, agencias internacionales de desarrollo u organizaciones no-gubernamentales, es una condición que plantea eliminar años de trabajo y de argumentaciones académicas a favor de una postura que de hecho nació carente de todo este sustento.

Pero lo que nos interesa discutir aquí es cómo Lewenstein al enfocar toda la atención únicamente en los problemas más inmediatos de los países en vías de desarrollo y al plantear como única solución a estos problemas la intervención de instituciones internas y externas a estos países declara una especie de estado de emergencia, es decir, un estado donde la supervivencia de las personas se encuentran en peligro. Este enfoque entonces lo conduce a sugerir algo que podríamos denominar como un “modelo del déficit aplicado al desarrollo” pues al igual que el modelo del déficit el cual asume que las personas en general no conocen nada de ciencia y que, en el fondo, son incapaces de percibir esto como un problema (de ahí la necesidad de intervenir verticalmente), Lewenstein supone que aquellos que padecen de todos los problemas derivados del subdesarrollo no son capaces de identificar sus propios problemas ni son ellos mismos los principales interesados en resolverlos (de ahí la necesidad de que algunas instituciones interpreten estos problemas y que la comunicación pública de la ciencia se sujete a estas interpretaciones). Además, de forma análoga al modelo del déficit que supone que la hostilidad del público hacia la ciencia es producto de su ignorancia, Lewenstein considera que los problemas del tercer mundo tienen su raíz en la ignorancia de la gente.

Así a pesar de que Lewenstein aparenta ser conocedor de la problemática de los países en vías de desarrollo y de querer sustentar en este conocimiento su autoridad para liderar a un grupo de especialistas, en realidad pasa por alto dos cuestiones fundamentales: primero que, la persistencia de los problemas que se viven en los países en vías de desarrollo no se debe precisamente a la falta de decisiones centralizadas en grupos de expertos y en la falta de programas basados en estas decisiones verticales. De hecho, como hemos visto, tales decisiones y programas - tanto de organismos nacionales como internacionales- han sido la regla y no la excepción dentro de las políticas públicas de estos países. Segundo, que, históricamente, quienes han tomado parte en dichas decisiones y programas han sido generalmente parte del problema y no de la solución. Como Bonfil refiere en el caso de América Latina los gobiernos se embarcaron en proyectos desarrollistas y modernizadores con la idea de acortar la brecha que los separaba cada día más de los países del primer mundo. Sin embargo:

“No se entendió o no se quiso entender que era precisamente la relación asimétrica establecida entre los países avanzados y los que se denominó subdesarrollados la que hacia posible, en forma simultánea, el desarrollo de unos y el subdesarrollo de otros. Para darle la vuelta a ese problema, se prefirió echar

mano de teorías según las cuales era el atraso, el primitivismo, la falta de modernidad (entendida ésta, por supuesto, en los términos de los países dominantes), la causa de desigualdad de desarrollo.”³⁰⁵

Para tratar de esclarecer este último punto consideremos lo siguiente. Habíamos dicho que Lewenstein al enfocar toda su atención en los problemas más inmediatos del tercer mundo plantea un panorama muy similar a aquellos donde existe un estado de emergencia. Según Carl Schmitt³⁰⁶, un estado de emergencia conduce a un estado de excepción, es decir, aquel donde las normas o leyes ordinarias no se aplican. En los estados de excepción, la vida de las personas no es gobernada ya en base a los derechos que antes tenían sino ahora por la lógica de la necesidad que autorizan acciones que violan estos derechos si se realizan en nombre de atender las necesidades primordiales. En palabras de Schwab³⁰⁷ “un estado de emergencia no tiene que tener una orden existente como punto de referencia porque *necessitas non habet legem (la necesidad no conoce ley)*”. Así bajo un estado de excepción las personas son privadas de sus derechos y por ende quedan expuestos a las arbitrariedades de aquellos que han declarado el estado de excepción³⁰⁸. Por su parte Agamben³⁰⁹ ha notado como en un estado de excepción algunas personas son reducidas a lo que él llama una “vida nuda” es decir donde su existencia se reduce a su existencia corporal o biológica y queda expuesto a la violencia de quienes han decretado el estado de excepción³¹⁰. En palabras de Agamben “*Yet this life is not simply natural reproductive life, the zoe of the Greeks, nor bios, a qualified form of life. It is, rather, the bare life of homo sacer and the wargus, a zone of indistinction and continuous transition between man and beast, nature and culture.*”³¹¹ Por otra parte, se esperaría que un estado de excepción cesase cuando la amenaza (real o ficticia) termina, sin embargo, como el mismo Schmitt previene, los estados de excepción tienden a perpetuarse y entonces la excepción se vuelve la regla y la regla, la excepción. Ahora bien, ¿Cómo se relaciona todo esto con la afirmación que Bonfil ha hecho –y que nosotros sostenemos- de que quienes han tomado parte en monopolio de las decisiones en el tercer mundo han sido históricamente los

³⁰⁵ ³⁰⁵ Bonfil, Guillermo. (1995). “Los pueblos indios, sus culturas y las políticas culturales” en *Obras escogidas de Guillermo Bonfil*. México: Instituto Nacional Indigenista, INAH, Vol. 2, pp. 5-18

³⁰⁶ Schmitt, Carl. (2005). *Political theology: Four chapters on the concept of sovereignty*, George Schwab (trans). Chicago: University of Chicago Press, pp. 5-15

³⁰⁷ Ibid. George Schwab, pp.5 note 1

³⁰⁸ Bajo el esquema de Schmitt, soberano es aquel quien decide una excepción. Sin embargo, aquí no he querido referirme a aquellos que declaran un estado de excepción como los soberanos o los poderes soberanos pues estos términos podrían confundirse con el de gobernante o el gobierno de una nación. Como sabemos, actualmente quienes tiene el poder de declarar un estado de excepción no son sólo ya los gobiernos de las naciones sino también pueden ser gobiernos extranjeros, organismos internacionales, etc. Por otra parte, la definición de Schmitt de soberano merece una seria reflexión de nuestra parte acerca de todo el poder que confiere a alguien el simple hecho de definir una situación como un estado de emergencia.

³⁰⁹

³¹⁰ Esta situación quedó en evidencia durante la crisis humanitaria que enfrentaron algunos países del África Subsahariana en 2002. A pesar de que en algunos de estos países existían restricciones sobre la siembra de cultivos transgénicos, la necesidad, el estado de emergencia, permitió que Estados Unidos diera un trato de simples masas hambrientas carentes de derechos a estas naciones.

³¹¹ Agamben Giorgio. (1998) *Homo Sacer: Sovereign Power and Bare Life*. D. Heller-Roazen (trad.). Stanford: Stanford University Press, pp.65

responsables de mantener y perpetuar los problemas que ahí se viven? Como Biswas y Nair³¹² explican, todo intento que apunta hacia el establecimiento de un orden mundial (ya sea bajo los discursos de modernización, de desarrollo, de democracia etc.) dependen de la representación del tercer mundo como un caso de excepción, es decir, un mundo carente de este orden al que se aspira. Bajo esta representación, el tercer mundo desafía toda explicación racional o mediación y está marcado por “espacios sin gobierno” en los que, por definición, ninguna violencia o intervención puede ser ilegítima. Así, todo paradigma modernizador o desarrollista depende de la declaración de una ingobernabilidad radical dentro de algunos espacios para tener siquiera sentido. Entonces, desde este punto de vista, desarrollo y subdesarrollo no son dos estados que se alcanzan de forma aislada e independiente si no son dos estados dependientes en los que la existencia de uno está condicionada a la existencia del otro. Por ello, quienes declaran los estados de excepción no pueden evitar caer en una contradicción profunda que cuestiona su misma razón de ser: por una parte ellos mismos se erigen como la fuente de donde emana el orden pero por otra son ellos mismos quienes impiden que dicho orden sea alcanzado. Por esta razón en los estados de excepción no es raro encontrar argumentos circulares tales como que no es posible alcanzar la democracia porque aún no existen condiciones para ella o como el referido por Bonfil según el cual el atraso o la falta de modernidad del tercer mundo se deben a su subdesarrollo.

En suma, podemos decir que un estado de excepción se caracteriza por:

- 1) Su lógica de la necesidad. Las necesidades se colocan por encima de los derechos.
- 2) La reducción de la vida de las personas a una “vida nuda”, es decir, reducida a las necesidades más inmediatas y expuesta a las arbitrariedades de quienes declaran el estado de excepción.
- 3) Argumentos circulares para justificar dicho estado
- 4) El intento de mantener el poder (las relaciones asimétricas) aun cuando esto representa la prolongación del estado de excepción.

Regresando al texto de Lewenstein no es difícil ver que como todas estas características se encuentran presentes.

La lógica de la necesidad

Para comenzar su argumento Lewenstein nos dice:

“The new models of public understanding have emerged largely in research conducted in highly developed industrial countries, especially the United Kingdom and the United States. They assume that people are making personal or policy decisions in contexts in which essential human needs have been met, and where the choices involve access to information, political or social power, and respect for differing social values... But for much of the world, “public understanding of science” is about much more basic issues: producing and protecting clean water for drinking and cooking, access to pharmaceutical treatments for infections, malaria, or tuberculosis, creating infrastructure for public health systems to nurture pregnant women and then their newborn children.”

³¹² Biswas, Shampa., & Nair, Sheila. (Eds.). (2009). *International relations and states of exception: margins, peripheries, and excluded bodies*. Routledge, pp. 6

En este fragmento podemos observar como el autor, utilizando la lógica de la necesidad, descarta que la capacidad de tomar decisiones personales o políticas y la cobertura de requerimientos básicos sean igualmente importantes para preservar la vida y la dignidad humana de las personas del tercer mundo. Sin embargo, en esto Lewinstein se equivoca rotundamente. Tomemos por ejemplo el caso de la experimentación médica en seres humanos que se realiza actualmente en el tercer mundo. Según, un artículo de la revista *Nature*³¹³ en las últimas décadas las grandes industrias farmacéuticas han abrazado la política de la globalización y están expandiendo rápidamente sus ensayos clínicos fuera de Norteamérica y de Europa Occidental. Estas compañías al igual que algunos otros grupos de investigación médica han encontrado que realizar estudios en el tercer mundo les permite abatir el costo de sus pruebas clínicas hasta en un 90%. Por otra parte, aunque a nivel internacional existen leyes y códigos de ética para regular los experimentos en seres humanos, en realidad existe una gran laxitud en la forma en la que estas regulaciones se aplican en los países en vías de desarrollo. Por ejemplo, en 2008 el lobby de la industria farmacéutica norteamericana logró que el gobierno de los Estados Unidos dejara de exigir el cumplimiento de la Declaración de Helsinki en las pruebas que se realizan fuera de su territorio³¹⁴. Este acto tiene serias repercusiones para los países pobres pues en esta declaración se establecen principios éticos tan importantes como el derecho al consentimiento informado, la primacía del bienestar de los individuos sobre los intereses de la ciencia y la sociedad o el reconocimiento de que existen grupos particularmente vulnerables a sufrir abusos de parte de la comunidad médica en cuyo caso la investigación sólo se justifica cuando esta responde a las necesidades de salud de estos grupos y cuando la misma investigación no puede realizarse en grupos no vulnerables. Por su parte, aunque la legislación de la Unión Europea prevé la revisión de los protocolos de investigación por un comité de ética independiente, no se puede evitar que los protocolos que son rechazados en Europa sean aprobados por comités de países tales como la India, China, Rusia o Argentina y que, al cumplir con este requisito legal, los medicamentos y tratamientos derivados de estas investigaciones puedan ser registrados para su comercialización dentro de la Unión Europea³¹⁵. En cuanto al tercer mundo, muchos países carecen de cualquier protección legislativa para los sujetos de la investigación médica. Como Meier³¹⁶ explica, en gran medida este vacío legislativo es intencional pues ante el temor de ahuyentar las inversiones en la investigación médica sobre las enfermedades del tercer mundo, los gobiernos –de nuevo siguiendo la lógica de la necesidad- han preferido emprender una carrera desreguladora similar a la del libre mercado que está poniendo en peligro los derechos humanos y la vida de su población³¹⁷.

³¹³ Hanauer, Stephen. B. (2009). "Outsourcing clinical trials". *Nature Reviews Gastroenterology and Hepatology*, Vol. 6, no. 4, pp. 191-191.

³¹⁴ Schipper Irene. (2009). "Clinical trials in developing countries: How to protect people against unethical practices?" Directorate-General for External Policies of the Union. European Parliament.

³¹⁵ Ibid

³¹⁶ Meier, Benjamin. M. (2002). International protection of persons undergoing medical experimentation: Protecting the right of informed consent. *Berkeley Journal of International Law.*, Vol. 20, pp. 513- 554.

³¹⁷ La analogía que se hace con el libre mercado no es una exageración. Por ejemplo, en la página de la revista *PMLive* dedicada a las noticias de la industria farmacéutica se hace esta reseña de la situación de nuestro país: "The regulatory environment has improved significantly in recent years, particularly since the creation of the Mexican regulatory entity COFEPRIS. The total approval and set-up process for a clinical trial takes on average 3-4 months. This timeline is similar to that in European countries and much better than those normally seen in other

Así, en la práctica la única protección que tienen las personas en el tercer mundo para evitar poner en riesgo su vida ante prácticas médicas poco éticas es tener la capacidad de tomar decisiones personales bien informadas. Sin embargo, esto en muchos casos no es posible pues, a pesar de que se reconoce que para preservar los principios de autonomía y de justicia y para evitar la explotación de las personas es necesario que estas sean capaces de entender una larga lista de información que comprende aspectos tanto científicos como éticos y legales³¹⁸, no se han generado políticas públicas dirigidas hacia la divulgación de toda esta información ni mucho menos para generar un debate público sobre temas tan importantes como el reparto justo de los beneficios de la investigación médica³¹⁹. Por el contrario, en el absurdo de la legislación actual los únicos obligados a dar toda esta información son precisamente los grupos de investigación que trabajan directamente con las personas sujetas a investigación médica. Por ello no es raro encontrar diversos casos en los que los personales médicos aprovechando la intimidad del consultorio han podido burlar toda previsión ética y legal. Por ejemplo, de acuerdo con el profesor David Katzenstein³²⁰ de la universidad de Stanford (quien ha conducido algunas pruebas de vacunas contra el VIH en África), para reclutar personas en una prueba clínica, generalmente los investigadores tratan a los potenciales voluntarios como si fuesen sus pacientes, es decir, se les hace creer que el investigador, como “su médico”, puede decidir cuál es el mejor tratamiento para su caso y

Latin American countries that are often considered as important clinical trial outsourcing destinations. Argentina's average study approval time is six months while in Brazil the process may take nearly a year...Mexico offers a large population of over 100 million, with more than a third of the population concentrated around three major metropolitan areas. Changes in lifestyle among the population in Mexico have resulted in an increased incidence of medical conditions commonly seen in developed countries, allowing for effective patient recruitment for diseases of greatest clinical and commercial interest. Recently, the COFEPRIS issued a list of therapeutic areas of priority for clinical investigation and, among the list, diabetes, cancer, cardiovascular disease and arthritis stand out as ailments commonly seen in the developed world. Furthermore, the majority of healthcare costs for this population are paid out-of-pocket. It is difficult for a significant portion of these patients to cover the costs associated with chronic disease and therefore willingness to participate in clinical trials is significant.”

http://www.pmlive.com/pharma_intelligence/clinical_trial_regulation_in_mexico_477081

³¹⁸ Campbell, Ben. (2009). “Informed Consent in Developing Countries: Myth or Reality?”

URL: http://www.dartmouth.edu/~ethics/docs/Campbell_informedconsent.pdf.

(accessed: March 10, 2014).

³¹⁹ Para muchas personas infectadas con VIH en los países pobres el único modo de tener acceso a tratamientos antiretrovirales es participando en pruebas clínicas. Muchas de estas personas responden positivamente a estos tratamientos. Sin embargo, una vez concluidas las pruebas, las compañías farmacéuticas no se comprometen a seguir suministrando los fármacos a los pacientes que colaboraron en las pruebas. ¿Cuál es el argumento que estas compañías ofrecen para dejar en el abandono a todas estas personas? Como Cleaton-Jones señala “*Their argument is that informed consent, which clearly states the length of a trial, takes care of the problem.*” Cleaton-Jones, Peter E. (1997). “Availability of antiretroviral therapy after clinical trials with HIV infected patients are ended.” *British Medical Journal (BMJ)* Vol.314. no.7084, pp.887-888

³²⁰ Citado por Meier, Benjamin. M (2002). International protection of persons undergoing medical experimentation: Protecting the right of informed consent. *Berkeley Journal of International Law.*, Vol. 20, pp. 513-554.

más tarde se les ofrecen las medicinas que se quieren probar como si se tratasen de generosas donaciones que de otra forma el paciente no podría darse el lujo de pagar.

En resumen, lo que toda esta historia nos muestra es que en el tercer mundo la única posibilidad que tienen las personas para defenderse de las prácticas médicas poco éticas y de ser sujetos de explotación es precisamente el ser capaz de tomar decisiones personales y políticas acertadas. Contrariamente a lo que ha dicho Lewenstein esta capacidad puede resultar mucho más importante para los habitantes del tercer mundo que para aquellos que viven en los países ricos.

La vida nuda

Como dijimos anteriormente cuando la vida de una persona es reducida a la “vida nuda” se considera que el significado de su existencia no va más allá de lo que significa el poder cubrir sus necesidades más básicas y queda entonces expuesta a las arbitrariedades de quienes tienen el poder de decidir sobre su vida. Esta postura ante la gente pobre del tercer mundo salta a la vista varias veces dentro del texto de Lewenstein. Por ejemplo, cuando refiere que:

“In the developing world context, it is not clear that consensus conferences about genetically-modified foods, or museum exhibits about electrical phenomena can address the needs of most members of the population”

Independientemente de lo que nosotros podamos decir acerca de la relevancia que tendrían las conferencias de consenso o las explicaciones sobre los fenómenos eléctricos para un país en vías de desarrollo, lo que sobresale aquí es la arbitrariedad con la que Lewenstein decide cuáles son las cosas que en estos países no se necesitan hacer o saber. Debemos advertir lo siguiente: ya hemos visto como para algunas comunidades la imposición arbitraria de conocimiento ha significado la creación de nuevas generaciones de personas social y económicamente disfuncionales y como esto ha empobrecido a las comunidades involucradas. Si toda esta situación fue provocada por la simple imposición arbitraria de conocimiento no podemos siquiera imaginar las consecuencias que tendría la supresión deliberada y arbitraria de conocimientos en el tercer mundo.

Otro fragmento digno de mención es el que se refiere al *Indonesian Science and Technology Center* pues en él, Lewenstein deja un testimonio fehaciente de cómo, bajo el pretexto de la necesidad o la pobreza, diversas fuerzas, grandes y pequeñas, se permiten intervenir a su antojo en el tercer mundo:

“The science museum is open, but still only partially full. It has about 200+ exhibits... A few of these appear to be designed for interactive science museums, but many appear to be last year's trade show booths, ranging from a BMW exhibit touting its new aluminum drive shaft to a British defense contractor's exhibit on the lethality of its missiles.” On that same visit, I walked through slums with open sewers and begging children. A science museum built on the developed-country model, especially a museum in a country ranked as "severely indebted" by the World Bank, simply wasn't serving the needs of the citizens who funded it.”

Como dijimos anteriormente según Agamben la vida nuda coloca al individuo en una zona de transición “entre la bestia y el humano, entre la naturaleza y la cultura”. En esta zona, el peso que se le da a la necesidad arrastra a toda aspiración humana hacia una especie de pseudo-cultura. No es ya la cultura propiamente dicha del individuo donde, al ejercer su autonomía puede decidir colectivamente cuales necesidades ha de cubrir y cuales otras puede sacrificar en pos de alcanzar sus propias aspiraciones. Se trata de una pseudo-cultura pues es una cultura deformada por el apremio y la arbitrariedad de fuerzas externas. Así, el retrato que nos presenta Lewenstein de este museo no es el de uno que sigue “el modelo de los países desarrollados” sino el de uno que sólo puede surgir de la cultura del subdesarrollo.

Argumentos circulares

Como mencionamos, los argumentos circulares tienen la función de tratar justificar los estados de emergencia y de paso todas las arbitrariedades que durante ellos ocurren. Consideremos este primer fragmento:

"Science literacy" is generally believed to be a good thing...In developing countries, modern science and technology offer hope for addressing the pressing needs of improved nutrition, public health, safety, and shelter."

Y más adelante dice:

"[In developing countries] Public understanding of science it is about addressing fundamental barriers to scientific information. These barriers are not caused by ignorance or hostility, but by the core conditions of the developing world — local languages, poverty, etc."

Con esto Lewenstein pareciera decirnos que la medicina para la pobreza es la información científica pero la medicina no funciona porque el paciente está enfermo. Lo mismo sucede cuando habla acerca del modelo democrático: descarta a un modelo cuyo principal fin es el de abrir paso a la democracia, argumentando que este no puede aplicarse precisamente porque no existen condiciones democráticas:

"How can complex mechanisms of public participation in policy debates be built when basic issues of fair voting and democratic representation are hobbled by inefficient, corrupt, or ethnically based rivalries and leaders?"

Intento de mantener las relaciones asimétricas

Como hemos explicado, quienes declaran un estado de excepción buscan mantener todo el poder que les confiere la declaración de dicho estado y para mantener sus prerrogativas necesitan que el estado de excepción sea prolongado. Por ello no es raro encontrar que mientras que Lewenstein admite implícitamente que proyectos gubernamentales tales como el *Indonesian Science and Technology Center* son un desatino, que los gobiernos de los países del tercer mundo suelen ser ineficientes y corruptos, que la “ayuda” internacional en ocasiones llega en forma de basura o que las deudas que adquieren los países con las agencias de desarrollo internacional como el Banco Mundial convierten a la educación del tercer mundo en un lujo, acaba diciendo que los objetivos de la comunicación de la

ciencia en los países en vías de desarrollo deben ajustarse a las necesidades y objetivos de todas estas instituciones a las que antes acusó.

La opinión de los participantes

Antes de comenzar a examinar las líneas generales en las que se desarrollaron las discusiones que enviaron los participantes del taller a través de sus artículos de opinión³²¹, nos gustaría mencionar un trabajo que en ciertos aspectos coincide plenamente con la crítica que hemos hecho al documento de Lewenstein y que ofrece un testimonio muy elocuente acerca de lo que han significado las políticas públicas centradas en decisiones verticales en países en vías de desarrollo como Brasil. El siguiente fragmento corresponde al trabajo titulado "PUS and PUR: What is the meaning of those issues in the two Brazils?" cuya autora es Luisa Massarani:

"Coherently with the strong authoritarian Brazilian tradition, there is a tendency of not considering the public participation in science issues. In a paternalistic way of thinking, it is said that the Brazilian people have no capacity for giving an "informed" opinion on science issues. As a consequence of this way of thinking two interesting historical events can be remember: a riot against the vaccination, Revolta da Vacina³²², in the beginning of the century 20 in which the population was constrained with violence and reacted in the same way; and other popular rebellion; Revolta dos Quebra-Quilos, in the 1870's against the introduction of the metrical system. Nowadays, the discussion on the adoption and production of GMO's in agriculture follows the same lines, without an informed and democratic debate.

It is also a paternalist perspective to think that developing country people are not able to understand science, its development process and other issues related to science; or even to think that science could be a luxury product for those people. It is why I was somewhat worried about the document "Achieving Public Understanding of Research in Developing Countries ", because it seems to me that it can expresses at least in some level, this point of view."

En nuestro país, esta tradición autoritaria no nos es ajena y, como en muchos otros casos, se ha asumido falazmente que cualquier emergencia puede cancelar los derechos civiles, políticos, económicos y culturales de los ciudadanos. Tampoco este comportamiento es ajeno a muchas políticas internacionales. Como Agamben señala:

³²¹ Todos estos artículos se encuentran adjuntos al documento de Lewenstein que hemos estado citando.

³²² Según relatos familiares en la década de los años treinta del siglo pasado, a excepción de la reacción violenta de las personas, eventos similares al de la *Revolta da Vacina* ocurrieron de forma periódica en la Huasteca hidalguense. En esta época el gobierno mexicano solía organizar campañas de vacunación contra la viruela y enviaba junto al personal de salubridad algunas tropas de militares. Particularmente, en el poblado de Huejutla, cuando la plaza del pueblo se encontraba repleta de indígenas que venían de toda la región para el día de mercado, el ejército cerraba la plaza y uno a uno los indígenas eran vacunados. Por supuesto, el añejo temor hacia el ejército, el verse cercados, el no hablar español, pero sobre todo la falta de cualquier explicación sobre el porqué de las vacunas, causaban pánico entre los indígenas. De nueva cuenta la justificación para estas acciones fue la de proteger a la población. Sin embargo, esta justificación quedaba en entre dicho y mostraba sus rasgos de autoritarismo y de racismo ante el hecho de que la población mestiza jamás recibió un trato semejante.

“The separation between humanitarianism and politics that we are experiencing today is the extreme phase of the separation of the rights of man from the rights of the citizen, in the final analysis, however, humanitarian organizations – which today are more and more supported by international commissions – can only grasp human life in the figure of bare or sacred life, and therefore, despite themselves, maintain a secret solidarity with the very powers they ought to fight.”³²³

Hasta aquí creemos que ya hemos dado razones suficientes para rechazar todas aquellas políticas que apoyándose en la lógica de la necesidad buscan eliminar toda participación pública de aquellos asuntos que directamente conciernen a los ciudadanos. Ahora toca el turno de explicar por qué creemos que la apropiación de la ciencia, definida según nuestro modo, es uno de los objetivos que debe perseguir la comunicación pública de la ciencia particularmente en los países en vías de desarrollo. Para hacer esto nos basaremos en el diagnóstico que han hecho los participantes del taller sobre la problemática que enfrenta la comunicación de la ciencia en sus países.

En general, el tema recurrente en la mayoría de los artículos de opinión fue también el de la pobreza. Aunque todos los participantes coincidieron en reconocer que la pobreza es uno de los principales problemas dentro de sus países y en estar convencidos de que la ciencia es un factor clave en la resolución de muchos de los problemas que esta engendra, es interesante observar cómo, en muchos de estos trabajos, se expresa un escepticismo a veces velado y a veces manifiesto acerca de que, en su estado actual, el sistema de investigación y desarrollo científico tenga un verdadero interés en hacer frente a estos problemas sociales. Por ejemplo Diran Onifade de Nigeria, al hablar acerca de los obstáculos que encuentra para realizar su labor como periodista, refiere que en su país a pesar de que existen dos grandes instituciones dedicadas a la investigación médica, la investigación que ahí se produce tiene como fin generar datos para producir artículos académicos de los cuales las carreras de los investigadores dependen. Por ello dice Onifade, en su país ni los investigadores ni sus institutos de investigación son una buena fuente de noticias. En la misma tónica MG Mvalo de Sudáfrica explica así cual es uno de los principales factores que impiden la comunicación de la ciencia en su país:

“Any research strategy that does not begin to address the fundamental challenges faced by the majority of the urban/rural poor will not have a chance to success in achieving the necessary “buy-in” and legitimation of the communities. It will require a lot of convincing in informing a HIV infected person living in a rural area that chances of developing an HIV vaccine can happen in the next 5-10 years while other drugs are readily available to treat others ailments. This also calls for revisit of the social contract of science between scientist/researchers and society (bearing in mind the skewed levels of societal understanding of science/research).”

Del mismo modo en el trabajo de Carlos Augusto Setti de Brasil está presente la idea de la necesidad de llevar a cabo una revisión del contrato social de la ciencia pues, desde su punto de vista, la investigación científica actual lejos de ayudar a resolver los problemas de la pobreza en el tercer mundo puede estar contribuyendo a profundizar cada vez más las desigualdades sociales:

³²³ Ibid pp. 78

“The main point of view defended by this paper is that the set of activities with the aim of making scientific research public must be at the service of overcoming social and regional inequalities in Brazil. In this sense, the popularization of scientific research is firstly responsible for leveling deep criticism against economic, political and strategic conditioning factors of scientific investigation activities and the impacts (of economics, social, environmental, cultural, sanitary nature) they may cause to deepen those inequalities.”

Por su parte Prakash Khanal de la India es más directo en su crítica y no duda en afirmar que:

“Scientific competition has meant benefits for a few and misery for the majority. Intellectual property rights are not simply a natural right of the lucky inventor, if the millions in need of the social benefits of his or her invention cannot afford a license that technology or purchase the product, as shown by the controversy over anti-VIH drugs.”

Alejándonos un poco de cuestionamientos particulares, lo que podemos notar es que la batalla que se libra en los países en vías de desarrollo por el desarrollo científico y tecnológico -como elementos culturales- es una pugna por su control cultural; Si observamos cómo por un lado algunos productos de la investigación científica -como por ejemplo algunos medicamentos- son requeridos con desesperación por grandes sectores sociales, mientras que otros que parecerían igualmente importantes para cubrir necesidades igualmente deficitarias, son rechazados- como el maíz transgénico que llegó durante la crisis alimentaria del 2002 a África o los parques eólicos que se han querido instalar en nuestro país- nos daremos cuenta de que el criterio principal para aceptar o rechazar estos elementos culturales se basa en el mantenimiento de la autonomía de los pueblos. Esta autonomía no debe entenderse como una simple postura de oposición que se asume ante el otro o ante sus elementos culturales ni tampoco como un fin que es buscado *per se* (la autonomía por la autonomía) sino como un ejercicio de profunda valoración de aquellas realidades que, en base a los elementos culturales propios, son posibles de construir y, en lo más profundo, una lucha por el despliegue de las potencialidades humanas. Así, si un elemento cultural ajeno es percibido como necesario por un pueblo y no existe forma de suplirlo por alguno de sus propios elementos culturales, entonces se accederá a aceptarlo aunque esto signifique una pérdida de autonomía. Sin embargo, cuando sí se encuentran algunas otras posibilidades y el pueblo considera que el aceptar un elemento cultural ajeno representa un costo muy alto para su autonomía, preferirá rechazarlo. Esto no resulta raro si pensamos que, como lo ha señalado Bonfil, lo que precisamente garantiza la existencia y reproducción de un pueblo como una entidad culturalmente diferenciada es su capacidad de mantener un cierto grado de control cultural sobre los elementos culturales que conforman su cultura y en última instancia de poder generar o mantener proyectos culturales propios.

Ahora bien, habíamos dicho que la batalla que se libra en los países en vías de desarrollo por el desarrollo científico y tecnológico es una pugna por su control cultural. Como recordaremos, el control cultural puede ejercerse de distintos modos ya sea mediante un proceso de resistencia, de enajenación, de imposición o de apropiación cultural. Entonces, si nos preguntamos cuáles han sido los mecanismos de control que por lo general han entrado en juego en esta pugna, nos daremos cuenta de que, en tanto que el desarrollo científico y tecnológico se ha mantenido como un conjunto de elementos culturales

que sólo pueden ser producidos y reproducidos por ciertas elites y que ha permanecido bajo su control, los procesos de imposición, de enajenación y de resistencia han sido la norma, mientras que el gran mecanismo ausente siempre ha sido el de apropiación. Por esta razón resulta una omisión muy grave dentro de las políticas públicas que mientras que la ciencia puede servir a los pueblos del tercer mundo para ampliar el ámbito de su cultura autónoma y garantizar su continuidad histórica a través de la generación de sus propios proyectos culturales, para estos pueblos, la ciencia y el desarrollo tecnológico sólo han significado la marginación de sus beneficios³²⁴ y la imposición de sus riesgos.

También resulta una contradicción histórica que mientras que muchos de los pueblos del tercer mundo han defendido siempre su autonomía, poniendo en juego todas sus inteligencias para generar sus propios proyectos colectivos, quienes han dirigido el destino de estos pueblos generalmente han apostado a la subordinación de sus países y han actuado como agentes externos que buscan la imposición de proyectos ajenos. Quizás, si estas elites tuvieran la misma visión de colectividad y autonomía que han demostrado sus pueblos gobernados, no tendríamos que oír una y otra vez el mismo reclamo sobre la necesidad de un nuevo contrato social de la ciencia.

En suma, creemos que si uno de los principales objetivos de la comunicación pública de la ciencia fuese el de lograr la apropiación, esto no solo significaría echar a andar dentro de las comunidades los procesos de innovación y creación que se requieren para ampliar el ámbito de su cultura autónoma y la generación de nuevos elementos culturales, sino también significaría la creación de nexos entre las comunidades científicas locales y los diversos sectores sociales que resultan necesarios para la generación de proyectos culturales más amplios imprescindibles para el florecimiento³²⁵ de una nación.

³²⁴ Por ejemplo, la OMS estima que las enfermedades asociadas a la pobreza provocan el 45 por ciento de las muertes en los países más pobres. Sin embargo, casi todas estas muertes son prevenibles con medicamentos existentes. Se estima que el 88 por ciento de las diarreas infantiles, el 91 por ciento de la malaria y hasta el 100 por ciento de enfermedades como el sarampión o el tétanos, pueden prevenirse entre los niños con los tratamientos existentes. Esto significa que hasta 3 millones de niños podrían salvarse cada año si estos medicamentos se distribuyeran de manera justa entre todas las regiones que los necesitan.

<http://www.who.int/intellectualproperty/submissions/InternationalPolicyNetwork.pdf>

En cuanto a la investigación médica que se realiza actualmente citamos los siguientes datos:

"Globally, the total amount of money, public and private invested in health research and development is estimated to be 73 billion US dollars a year. Although the poor represent 25% of world population, they carry a disproportionate burden of disease and ill health. Currently, however, less than 10% of global funding for research is spent on diseases that afflict more than 90% of the world's population. This disparity in spending the health research dollars on diseases that affect the rich rather than the poor countries is known as 'The 10/90 gap'."
Vidyasagar, D. (2006). "Global notes: the 10/90 gap disparities in global health research". *Journal of Perinatology*, Vol. 26, no.1, pp. 55-56

³²⁵ Aquí he preferido evitar el término desarrollo pues este por lo general se le relaciona con el desarrollo económico. En cambio el concepto de "florecimiento" discutido por Julio Boltvinik logra capturar la idea de un tipo de desarrollo más amplio en el cual están implícitas las ideas de autonomía y del desarrollo de proyectos que nacen del seno de una comunidad. Bajo este concepto se considera que dentro de las necesidades fundamentales de las personas se encuentra también la necesidad de desarrollar sus propias capacidades para satisfacer distintas necesidades. La interacción que se establece entre necesidades y capacidades genera un ciclo de

Para finalizar esta discusión nos gustaría mencionar un artículo que fue enviado por Yuwanchu Tinnaluck de Tailandia el cual sirve como prueba de muchas de las cosas de las cosas que aquí hemos expuesto. En este trabajo el investigador refiere que en 1997 una presa generadora de electricidad se construyó en el río Moon afectando a los habitantes ribereños y al ecosistema. Después de muchas protestas, finalmente el gobierno tailandés accedió a abrir ocho de las doce compuertas de la presa por un periodo de un año al cabo del cual se realizó un estudio conducido por el mismo gobierno para evaluar si realmente existía algún impacto de la presa sobre la población y el ecosistema. Al mismo tiempo un grupo de pescadores locales se organizó para conducir su propia investigación con la ayuda técnica de una ONG. El siguiente fragmento son las palabras de uno de estos pescadores que, como muchas otras personas en el mundo, desea mantener su independencia y que ha encontrado en la ciencia la herramienta para defender el modo de vida que quiere vivir:

“We have the problem. We have been affected directly. Our natural resources and our livelihood were destroyed. When the Dam was open, the fish came back, nature came back, and also our lives. I want to find a way to make other people see this truth and believe in what we want to tell. So, I think we should make a record of this as evidence. If we use other to do it (the research) I'm afraid they might not do it completely and correctly. Because people from the city don't understand our way of life, don't know about fishes, rapids, tributaries and river like we do. They will have to come to us and ask us anyway. I think we'd better do it by ourselves.”

3.2.7 Conclusiones sobre el concepto de apropiación de la ciencia y la teoría del control cultural

La TCC no sólo nos ha permitido identificar algunos mecanismos de control sobre el conocimiento y sobre su base, llevar a cabo un análisis crítico sobre los modelos y prácticas de la CPC; lo más importante es que hemos llegado a un concepto de apropiación de la ciencia que, por estar sustentado en el campo antropológico, establece y se ajusta a las condiciones reales que se han observado en los procesos de apropiación cultural y no en el dictado de los comportamientos sociales o individuales “deseables”.

retroalimentación en donde entre más se desarrollan las capacidades mayor se vuelve la necesidad de aplicar estas al desarrollo de nuevos proyectos. El florecimiento humano-como desarrollo- no es entonces sólo el grado de satisfacción de las necesidades sino también es el grado de aplicación de las capacidades a estas necesidades. Así dice Boltvinik “para que el ciclo del florecimiento o de la autorrealización quede completo no basta con el desarrollo de la necesidad y el desarrollo de la capacidad, porque si queda insatisfecha una e inaplicada la otra, entonces queda frustrado el proceso, no culmina y, por lo tanto, no se retroalimenta, ya que la satisfacción de las necesidades y la aplicación de las capacidades es lo que las sigue desarrollando y las enriquece. Boltvinik, Julio (2009). “Las fuerzas esenciales humanas (necesidades y capacidades): Elemento constitutivo del progreso social” en Rojas, Mario (coordinador) *Midiendo el Progreso de las Sociedades Reflexiones desde México*. México: Foro Consultivo Científico y Tecnológico, pp. 93-95

En cuanto a la CSC, hemos podido hacer con base en la TCC un mapa para identificar los tipos de re-categorización que se buscan lograr a través de la CPC. Pensamos que este mapa al igual que la TCC podría llevar a otras importantes pistas de investigación que han quedado fuera de este análisis.

En cuanto a los mecanismos de control del conocimiento y el papel de la CPC, hemos encontrado que ni el número ni la efectividad de los mecanismos de control que los diversos grupos sociales y culturales poseen, son los mismos. Esta disparidad en los mecanismos de control hace que aquellos grupos que se encuentran en una situación de mayor desventaja, sean precisamente quienes cuentan con un número muy reducido de mecanismos de control. Este fenómeno se agrava particularmente en los países en vías de desarrollo donde existen grupos en los que esta disparidad les impide tener acceso al conocimiento que requieren, les hace vulnerables a aceptar las agendas sociales que otros grupos imponen, o bien, les vuelve incapaces de defender la relevancia y mantener el dominio de sus conocimientos.

Como las CSC se encuentran profundamente relacionadas con los demás elementos culturales, cualquier intervención que se haga sin tener esto en cuenta - particularmente aquellas intervenciones que buscan imponer las prioridades de algún grupo social o cultural sobre otro- producen desequilibrios sociales, que incluso llegan a afectar a la investigación científica de algunas naciones. En el caso de los países en vías de desarrollo estos problemas pueden reflejarse en la producción de conocimientos científicos “aplicables” que no pueden usarse en el ámbito local, negligencia para encontrar soluciones a problemas locales como es el caso de muchas enfermedades tropicales, pérdida de autonomía en temas centrales como la alimentación o la producción energética e incluso la pérdida de conocimientos tradicionales.³²⁶ Por ello, la UNESCO, en la Declaración de Santo Domingo, ha reconocido que “la creciente brecha de conocimientos entre el Norte y el Sur implica que casi todo el esfuerzo científico mundial se concibe desde y para el Norte”³²⁷.

Si bien la disparidad entre países ricos y pobres está relacionada con una brecha de conocimiento, esta relación no es tan simple como suele plantearse; como hemos tratado de demostrar, la falta de control cultural sobre el conocimiento es lo que en gran medida ha permitido dicha disparidad. Por ello, si la brecha de conocimiento que se busca reducir a través de la CPC es aquella que es percibida desde la perspectiva de las instituciones científicas y de las necesidades de las grandes corporaciones tecnológicas, quizás lo que se esté logrando -al igual que en los “programas experimentales” del FMI y el Banco Mundial- sea abrir otras brechas de conocimiento mucho más grandes y nocivas socialmente.

Como hemos visto, el objetivo del colonialismo es la sujeción de una cultura al tutelaje de otra. En este sentido, algunas prácticas de la comunicación pública de la ciencia se asemejan a las prácticas coloniales

³²⁶ Kreimer, Pablo. (2006). “¿Dependientes o integrados? La ciencia latinoamericana y la división internacional del trabajo.” *Nómadas-Clacso* 24: 199-212.

Rosset, Peter. (2008). “Food Sovereignty and the Contemporary Food Crisis.” *Development* 51(4): 460–463.

UNESCO. (2009). “Nota Introductoria al programa en pro de la ciencia: Marco General de Acción.” <http://www.unesco.org.uy/politicacientifica/budapest+10/gn/areas-de-trabajo/ciencias-naturales/ciencias-basicas-politica-cientifica-y-desarrollo-sostenible/iv-foro-mundial-de-ciencia-2009/documentos.html>.

³²⁷ UNESCO. 1999. “Declaration of Santo Domingo”

http://www.unesco.org/science/wcs/meetings/lac_santo_domingo_e_99.htm

al pretender que aquellos que poseen ciertos conocimientos sean quienes dicten las necesidades de conocimiento de los demás. Por tanto, creemos que sí no se toman medidas urgentes para llevar a cabo una reflexión crítica y profunda sobre los compromisos de la comunicación pública de la ciencia - particularmente aquellos a los que obedece la visión del alfabetismo científico estandarizado- y sobre todo, no se busca un equilibrio en la capacidad de control sobre el conocimiento entre todos los actores sociales, la comunicación de la ciencia, en lugar de ayudar a corregir estas disparidades, puede contribuir a perpetuarlas.

3.3 Propuesta de un modelo de comunicación democrático de la ciencia

3.3.1 Introducción

Como hemos dicho, los distintos déficits de conocimiento que son percibidos entre los diversos grupos sociales y los problemas que estos involucran tienen su raíz en una falta de distribución equitativa de los mecanismos de control social del conocimiento. Por ello hemos planteado que, en principio, uno de los objetivos principales de la comunicación pública de la ciencia debería estar centrado en que dicha distribución fuese equitativa. Otro de los objetivos que hemos planteado es el de lograr la apropiación de la ciencia, entendida ésta conforme a la definición que hemos dado en la sección anterior.

Sin embargo, estos propósitos resultan ser aún muy teóricos como para poder ser llevado a la práctica directamente y es necesario hacer algunas otras consideraciones sobre los mecanismos de control para concretarlos.

De los nueve mecanismos de control que hemos identificado, existen cinco que a nuestro juicio no sólo requieren de la existencia de relaciones asimétricas a priori, sino que su mismo fin es el de mantener e incrementar dichas asimetrías. Dichos mecanismos son la privatización, la enajenación, la censura, la propaganda y la banalización del conocimiento. Además, lejos de contribuir a enriquecer los acervos sociales de conocimiento preexistentes, actúan sobre ellos distorsionándolos y reduciéndolos y más allá de ayudar a reforzar la ilustración pública (supuesta como un valor dentro del liberalismo y el socialismo) y a la solidaridad (propuesta por el republicanismo), acaban con dichos valores. Por ello, consideramos que propiciar el ejercicio de estos mecanismos de control resulta contradictorio con los objetivos que hemos planteado y que, aportaría más a los propios ciudadanos el ser capaces de poder identificarlos y contrarrestarlos.

Por su parte, el mecanismo de negación no necesita ser promovido pues de hecho, como hemos visto, es el único que todos los ciudadanos pueden ejercer libremente.

En cuanto a la difusión, la capacidad de poder ejercer este mecanismo por parte de una comunidad, es esencial para cumplir las metas que se proponen y para colocar dentro de la agenda social sus propias prioridades. Tomemos como ejemplo el caso de la comunidad de Brooklyn que trabajó en el *Watch*

*Person Project*³²⁸. Si esta comunidad no hubiera podido difundir los conocimientos que tenían sobre sus condiciones de salud y medio-ambiente y los resultados que arrojaron los estudios que llevaron a cabo, difícilmente hubieran podido hacer ver al gobierno que los estándares oficiales de medición eran bastante pobres y que debían generarse políticas para mejorar la situación de la comunidad.

Los dos mecanismos de control que restan, la petición y la negociación, también han demostrado favorecer la apropiación de la ciencia, mediante las prácticas de las tiendas de ciencia y algunos proyectos de participación pública en la investigación científica, particularmente aquellos que involucran una metodología de investigación-acción participativa o de co-creación.

Sin embargo, aunque estos tres mecanismos son necesarios, no son suficientes para lograr la apropiación de la ciencia. Como veremos, se necesitan crear otras tres condiciones para que dichos mecanismos sean efectivos.

Como hemos dicho antes, para que la ciencia sea apropiada, se necesita que esta sea reconocida como un elemento cultural, es decir, como un elemento que sirve para identificar las necesidades, los problemas y las aspiraciones de la propia sociedad, e intentar satisfacerlas, resolverlos y cumplirlas. Este reconocimiento de ninguna manera es trivial pues, como la misma experiencia de las tiendas de ciencia demuestra, muchas veces las personas no saben qué es lo que la ciencia ofrece en este sentido y por tanto tampoco saben qué peticiones de conocimiento pueden hacer. Para solucionar este problema se necesita de un aparato de difusión que pueda responder esta pregunta. Sin embargo, dicha difusión debe ser abordada con suma cautela, ya que en ella puede ir implícita la idea de que es necesario delegar las decisiones a un grupo de expertos o bien, aprovecharla para inducir ciertos desarrollos particulares. Además de una difusión éticamente responsable, debe crearse la posibilidad continua de negociación.

Relacionado a este punto se encuentra algo que cae dentro de la psicología social; si una comunidad ha estado expuesta a la continua desacreditación de su cultura y no se percibe a sí misma como capaz de producir conocimiento, difícilmente podrá sentirse con la capacidad intelectual o la confianza para entender y manejar los conocimientos que se le presentan desde fuera. Esto también inhabilitaría a la comunidad para poder involucrarse en un proceso de negociación de conocimiento pues para ello se requiere de autoconfianza y al menos de una cierta seguridad en cuanto a los puntos que se desean sostener. La importancia que tiene este factor para la apropiación de la ciencia, es decir, la percepción que una comunidad tiene sobre sí misma como productora de conocimiento, ha quedado evidenciada por algunos estudios. Por ejemplo, en un estudio realizado en Estados Unidos y Canadá se encontró que algunas minorías étnicas conformadas por afroamericanos y latinos a pesar de haber recibido la misma educación que la de otros grupos, sólo constituían el 2% de la fuerza laboral dedicada a la ciencia en estas naciones³²⁹. El estudio sugiere que uno de los factores que influyen dicha sub-representación se debe a que mientras que los anglosajones y asiáticos han podido conservar y están conscientes de su

³²⁸ Este caso ha sido expuesto con más detalles en el capítulo dos, en la sección sobre el modelo de la experiencia de legos.

³²⁹ Krugly-Smolka, Eva. (1996). "Scientific Culture, Multiculturalism and the Science Classroom" *Science and Education*, Vol.5, issue 1, pp. 21-29.

larga tradición científica y por tanto se conciben a sí mismos como pueblos capaces de hacer ciencia, los afroamericanos y latinos, al haber perdido dicha tradición y al no percibirse a sí mismos con la misma capacidad que estos otros grupos, se interesan muy poco en la investigación científica³³⁰. Por ello, las propuestas republicanas como las de las Casas y de Velasco o las del mismo socialismo chino, de ser solidario con el otro a través de reconocerlo como productor de conocimiento, de crear espacios para la difusión del conocimiento que ha sido generado fuera del sistema científico establecido y de favorecer la auto-confianza de los ciudadanos a través de la valoración de su herencia cultural, no sólo son de gran relevancia para las democracias, para la racionalidad social y política de la ciencia o para la misma investigación científica sino también para la apropiación de la ciencia.

Por último, también podemos observar que cuando la petición de conocimiento no va acompañada de una reflexión colectiva acerca de los elementos culturales que la propia comunidad posee, de aquellos que hacen falta para realizar sus metas, de lo que se desea conservar y de lo que se quiere transformar, dicha petición más que representar una forma de ejercicio autónomo en la toma de decisiones y de colocar a la ciencia dentro de la cultura apropiada, puede convertirse en una forma de delegar en otros dicha autonomía y de colocar a la ciencia dentro de la cultura impuesta. Este mismo problema ha sido advertido por Sclove quien ha propuesto que para el desarrollo de una sociedad organizada sobre líneas más o menos igualitarias y participativas, como precondition se necesitan espacios para llevar a cabo este tipo de reflexiones así como de la creación de una especie de catálogo -hecho por la misma comunidad- sobre las necesidades locales y los recursos que se disponen³³¹.

En resumen, lo que sostenemos en esta discusión es que, si bien es cierto que los mecanismos de control que deben ser ejercidos por las comunidades y que favorecen la apropiación de la ciencia son la petición, negociación y difusión, estos a su vez requieren que algunas condiciones sean satisfechas:

1. una difusión previa sobre lo que la ciencia puede ofrecer a las comunidades,
2. el reconocimiento y la difusión de las producciones de conocimientos locales,
3. el establecimiento de un espacio de reflexión sobre las necesidades y aspiraciones locales y los recursos que se disponen a partir de los cuales es posible crear proyectos culturales propios.

Por tanto, dado que los tres mecanismos y las condiciones antes descritas se encuentran interrelacionados, un nuevo modelo de comunicación que busque la apropiación de la ciencia debe integrarlos de forma estructurada y coordinada.

³³⁰ Debemos dejar muy en claro que la referencia a este estudio no quiere decir de ningún modo que la apropiación de la ciencia deba ser entendida y medida como la integración de algunos miembros de una comunidad al sistema científico ni mucho menos que ésta deba estar dirigida a incrementar fuerza laboral. Lo que hemos querido destacar con esta cita es que, aun para la elección de una carrera científica, la percepción que una comunidad tiene de sí misma como productora de conocimiento es esencial.

³³¹ Sclove Richard E. (1995). *Democracy and Technology*. New York, Guilford Press, pp. 205

3.3.2 Propuesta para un nuevo modelo: modelo intercultural

Como vimos en la sección 3.2.5 las prácticas de la comunicación pública de la ciencia pueden ser vistas como proyectos culturales exógenos, es decir, proyectos que nacen de la iniciativa de un cierto grupo cultural y cuya finalidad es introducir algunos elementos culturales que son ajenos a otro grupo. Así, la comunicación pública de la ciencia implica el contacto entre dos culturas; una conformada por la de las comunidades científicas, y otra, por la de la comunidad a la que van dirigidas sus prácticas. Sin embargo, la razón para llamar a este modelo “modelo intercultural” no radica simplemente en el reconocimiento de este hecho. Como Olivé³³² explica “el interculturalismo hace hincapié en la importancia de las relaciones horizontales y sin pretensiones de dominación, ni ejercicios de poder entre los pueblos o culturas”. Este último es el sentido que queremos recalcar en nuestro modelo.

A continuación presentamos los preceptos básicos del modelo:

- 1) El modelo está basado en el establecimiento de relaciones horizontales entre el público, las comunidades científicas y los comunicadores de la ciencia.
- 2) El modelo busca generar alianzas entre las comunidades científicas y la sociedad. Dichas alianzas deben estar fundadas en los valores democráticos de participación cívica y solidaridad, entendida esta última como acciones colectivas de ayuda mutua y como el reconocimiento del otro como sujeto generador de conocimiento.
- 3) El modelo reconoce y respeta la diversidad cultural. Al hacer este reconocimiento también se reconoce que cada comunidad tiene el derecho de elegir sus propios desarrollos económicos, políticos y culturales. Por tanto la ciencia nunca debe ser utilizada para imponer ciertas ideas de progreso o desarrollos particulares. Siguiendo a Bijker, el modelo reconoce que no existen cosas tales como leyes naturales o principios de eficiencia que puedan determinar qué es lo que se debe preferir.
- 4) La principal tarea del modelo es lograr la apropiación de la ciencia entendida ésta como el proceso mediante el cual, una comunidad que es capaz de mantener el control sobre su propia clasificación de conocimiento, reconoce a la ciencia como una serie de recursos culturales, mediante los cuales, la propia comunidad es capaz de generar proyectos culturales propios, es decir, encaminados a acrecentar su cultura autónoma y puede decidir, por ella misma, cómo y cuándo aplicarlos.
- 5) El modelo reconoce que, aunque en el principio del proceso de apropiación, la ciencia puede ser vista como un elemento cultural ajeno, el fin último de éste es lograr que la ciencia se convierta en un elemento cultural propio, es decir, que ésta pueda ser generada, reproducida y preservada dentro de las comunidades locales.
- 6) Para lograr la apropiación social de la ciencia y para establecer relaciones horizontales entre el público, las comunidades científicas y los comunicadores de la ciencia, se requiere que todos aquellos sectores involucrados en el proceso de comunicación sean capaces de ejercer los

³³² Olivé, León. (2006). *Interculturalismo y Justicia Social: Autonomía e Identidad Cultural en la Era de la Globalización*. México D.F. UNAM, 2006, pp. 24

mismos mecanismos de control del conocimiento, es decir que tengan la capacidad de difundir, requerir y negociar el conocimiento.

- 7) Dado que mecanismos tales como la propaganda y la descalificación del conocimiento buscan establecer relaciones de dominación, estos mecanismos deben ser rechazados por todos los actores, particularmente, por las comunidades científicas y los comunicadores de la ciencia quienes son los que se encuentran con facultad para ejercerlos y quienes históricamente los han utilizado.
- 8) Para que el público esté en condiciones de ejercer los mecanismos de control citados en el punto 6 y por tanto la ciencia pueda ser apropiada se requiere de varias condiciones:
 - a) Espacios dentro de los centros de investigación científica, universidades, etc. encaminados a proveer de conocimientos e investigación científica a aquellos sectores de la población que los soliciten directamente y que los necesitan para resolver sus problemas o aspiraciones particulares.
 - b) Espacios para la reflexión de las comunidades sobre sus necesidades y aspiraciones locales, y los recursos que disponen incluyendo por supuesto aquellos conocimientos que han sido generados dentro de su seno.
 - c) Espacios donde las comunidades puedan hacer visibles las formas de vida que quieren vivir, donde a través del conocimiento que ha sido generado dentro de la comunidad, sus problemas y necesidades puedan ser tematizadas como problemas y necesidades sociales legítimas y donde puedan compartir con otros, todas aquellas experiencias y conocimientos que han puesto en juego para tratar de solucionar sus problemas y cumplir sus expectativas.
 - d) Espacios para que la ciencia sea reconocida como un elemento cultural o dicho de otro modo, espacios donde se difunda entre las comunidades qué es lo que la ciencia puede ofrecer teniendo siempre presente el punto número tres de este modelo.
 - e) Espacios donde las comunidades científicas y los comunicadores de la ciencia reconozcan y difundan las producciones de conocimientos locales.
- 9) Como el fin último del modelo es que la ciencia pueda formar parte de la cultura autónoma de las comunidades, es necesaria la participación pública en la investigación científica. Dicha investigación debe estar dirigida a las acciones en beneficio de las propias comunidades.
- 10) Como la apropiación de la ciencia requiere de diversas condiciones y la intervención de diversos actores sociales, los esfuerzos encaminados en este sentido deben hacerse de forma coordinada y estructurada. Por el contrario, cabe esperar que acciones aisladas no logren resultados.

Los diez puntos que integran nuestro modelo pueden dividirse en cinco categorías. Los tres primeros constituyen la base ideológica del modelo y en ellos se hace su declaración explícita. Los puntos cuatro y cinco conforman los objetivos generales del modelo. En el punto seis, que se plantea como una condición teórica, puede encontrarse lo que en otros modelos hemos identificado como el “modelo cognitivo”, es decir, aquellas condiciones que facilitan u obstaculizan la comunicación de la ciencia. El punto siete constituye lo que podríamos considerar como una declaración del código ético del modelo. Los puntos ocho y nueve son dos condiciones prácticas para llevar a cabo el modelo y por último, el

punto diez habla sobre qué condiciones estructurales se necesitan para que el modelo sea llevado a la práctica.

3.3.3 Propuesta para aplicar el modelo intercultural

Dentro del punto número ocho de nuestro modelo se sugieren la creación de varios espacios de comunicación. Cada uno de estos espacios está caracterizado por un protagonista principal quien se encarga de su creación. En el espacio destinado a proveer de investigación científica al público, las comunidades científicas son las principales protagonistas pues se requiere de su voluntad para llevar a cabo este tipo de proyectos. En los espacios descritos en los incisos b y c de este mismo punto y en el descrito en el punto nueve, el principal protagonista para su creación es el público pues, aunque en estos espacios pueden intervenir e incluso ser propuestos por las comunidades científicas y los comunicadores de la ciencia, sin la participación de una comunidad es imposible siquiera que se conciban. Por último, en los espacios descritos en los incisos d y e, los comunicadores de la ciencia juegan un papel primordial. Así, para llevar a la práctica nuestro modelo, se necesitan al menos de tres instancias u organizaciones que sean las responsables de dirigir estos espacios y de coordinar la cooperación entre ellos.

En la siguiente sección hacemos una propuesta para cada una de estas instancias u organizaciones.

Tiendas de ciencia

Como ya hemos dicho, dentro de la comunicación pública de la ciencia, las tiendas de ciencia han sido una de las experiencias más notables que se han dado en décadas. Dado el gran impacto que han tenido estas iniciativas en los países que las han acogido, las tiendas de ciencia poco a poco han comenzado a extenderse por toda Europa y algunas partes de los Estados Unidos. Actualmente, éstas se encuentran organizadas en la *International Science Shop Network*. Esta red se ha formado con el fin de que las tiendas de ciencia que ya existen puedan compartir entre sí sus experiencias y de ayudar a otras organizaciones tales como universidades, institutos de investigación, ONG's, etc para conformar sus propias tiendas.

Por todo lo que hemos expuesto hasta aquí, creemos que las tiendas de ciencia se ajustan a las necesidades de nuestro modelo y son definitivamente una práctica que debe ser acogida dentro de nuestra propuesta.

Museos de ciencia comunitarios

Como explicamos anteriormente, el modelo propone la creación de espacios donde un público o una comunidad pueda ser capaz de difundir sus propios conocimientos, de reflexionar sobre sus necesidades, aspiraciones y recursos locales, y de participar en algunos proyectos de investigación científica.

El tipo de institución que creemos ideal para englobar estas tres clases de espacios o funciones son los museos, particularmente los museos comunitarios. A continuación explicamos las razones de ello.

¿Por qué un museo?

Un espacio destinado a la reflexión sobre las necesidades, aspiraciones y recursos con los que cuenta una comunidad requiere de la elaboración de cierta forma de catálogo. Dado que un catálogo sugiere fuertemente la idea de colección, esto nos ha hecho pensar acerca del origen mismo de los museos.

Como sabemos, desde la antigüedad los seres humanos han separado ciertos objetos del resto para conservarlos y proceder a reunirlos en grupos que obedecen a un cierto significado. A esta práctica tan universal como antigua se le llama coleccionismo y es el origen de la institución que hoy conocemos como museo. En la separación que se realiza mediante el coleccionismo, va implícita la valoración de todo aquello que se posee o que se desea poseer, de su conservación o de su cambio. Además, como lo hemos narrado antes, durante la Revolución Francesa la reflexión sobre las colecciones llevó a formular el concepto de patrimonio cultural. Por ello, un museo, a través de la práctica del coleccionismo, es un espacio donde nacen naturalmente el tipo de reflexiones que hemos planteado.

Sin embargo, la base del coleccionismo no sólo ha sido la acumulación de objetos de cierto valor, el coleccionismo implica algo más: el reconocimiento de un orden en los objetos atesorados, orden generador de lógicas internas estructuradoras de significado.

Aunque las formas de clasificar los objetos ha ido cambiando con el tiempo, el principio ordenador del coleccionismo dio como resultado una método para la adquisición de conocimiento, una forma de investigación de la realidad. Así, se sabe que el mítico *museion* griego, concebido inicialmente por Ptolomeo I en Alejandría en el año 290 a de C, fue en realidad una institución dedicada íntegramente al conocimiento y a la educación donde las colecciones reunidas no representaban la razón de ser de la institución. Más tarde, como Ballart y Tresserras³³³ explican, la gran cantidad y variedad de objetos acumulados por las noblezas y casas reales europeas, requerirán de los servicios de verdaderos especialistas en colecciones quienes desarrollan formas y métodos para organizar sistemáticamente las colecciones. Al avanzar esta metodología, durante la revolución científica, esta dará como resultado el conocimiento taxonómico.

Así, lo que queremos señalar, es que la creación de un museo exige el conocimiento de metodologías de investigación de la realidad. Dichas metodologías, no sólo pueden ser el principio de la generación de nuevos conocimientos sino además de nuevas preguntas. A su vez, estas últimas pueden requerir de nuevos métodos de investigación.

Hasta aquí, hemos explicado por qué consideramos que un museo es una institución que puede ser concebida como un espacio de reflexión sobre los elementos culturales de una comunidad y también como un espacio para la participación pública en la investigación científica. Sin embargo, ya que los museos tradicionales no han sido concebidos para este tipo de participación pública, nos hace falta explicar qué clase de museo permitiría este tipo de participación y cómo una comunidad podría difundir

³³³ Ballart Hernández, J. y Tresserras, Jordi J. i (2001), *Gestión del Patrimonio Cultural*. Barcelona, Editorial Ariel, pp. 39

desde este espacio, los conocimientos que ella misma ha generado. Para ello, en la siguiente sección explicamos que clase de museos tenemos en mente.

La nueva museología

Durante la década de 1960 los museos de muchas partes del mundo comenzaron a entrar en crisis debido a fuertes cuestionamientos sobre su rol social. Algunos de sus críticos acusaban a los museos de ser templos de paredes opacas creados por la elite para las elites. Otros más, reprochaban a los museos su liga con el imperialismo europeo y de ser instrumentos para un nuevo colonialismo que buscaba implantar y validar una cultura dominante.³³⁴ Esta crisis llegó al mismo Consejo Internacional de Museos (ICOM por sus siglas en inglés) cuyo director general Hugues de Varine, declaró: "la significación histórica de la institución llamada "museo" está en vías de desaparición. La conservación de la herencia cultural de la humanidad no se justifica por el simple placer de recordar el pasado ni por la investigación hecha por los intelectuales para los propios intelectuales. Teóricamente, el museo está destinado a desaparecer coincidiendo con el fin del contexto cultural y de la clase social que lo creó."³³⁵

Así, bajo estas circunstancias nace un movimiento conocido como la "Nueva Museología". Dentro de este movimiento se reconocía que la gente de los pueblos eran los verdaderos dueños de su cultura y eran ellos quienes tenían el derecho de validarla e interpretarla, de ahí que también esta nueva museología se le conozca como museológica participativa. Los antecedentes de la Nueva Museología se encuentran en dos importantes reuniones del ICOM (*International Council of Museums*). La primera, en 1971 cuando se llevó a cabo la IX Conferencia Internacional en Grenoble y en donde se gestó la concepción de lo que hoy conocemos como Eco-museo y, la segunda en Santiago de Chile en 1972, de la cual surgió el documento denominado "Resoluciones de la Mesa Redonda sobre el Papel y el

³³⁴ Por ejemplo, como Anderson afirma los Estados coloniales y postcoloniales utilizaron al museo como un instrumento para producir sentimientos nacionalistas acordes a la ideología del Estado a través de la exaltación del pasado histórico de las culturas autóctonas.

Sin embargo, la pluralidad étnica y su riqueza sólo era reconocida en el pasado pues, en el presente, esta diversidad cultural representaban una amenaza para la cohesión de los nuevos Estados y, en muchos casos, estas culturas y su forma de organización constituían un lastre para el proyecto nacional bajo la visión colonialista. Por su parte, Guillermo Bonfil afirmaba "La presencia de lo indio en los muros, museos, esculturas y zonas arqueológicas abiertas al público se maneja, esencialmente, como la presencia de un mundo muerto. Un mundo singular, extraordinario en muchos de sus logros; pero muerto. El discurso oficial traducido en el lenguaje plástico o museográfico, exalta ese mundo muerto como la semilla de origen del México de hoy... El indio vivo, lo indio vivo, queda relegado a un segundo plano, cuando no ignorado o negado; ocupan como en el Museo Nacional de Antropología, un espacio segregado, desligado tanto del pasado glorioso como del presente que ya no es suyo: un espacio prescindible"

Benedict, Anderson. (2005). *Comunidades Imaginadas. Reflexiones sobre el origen y la difusión del nacionalismo*. México, Fondo de Cultura Económica.

Bonfil, Guillermo. (2005), *México Profundo. Una civilización negada*. México, Editorial De Bolsillo. 2005.

³³⁵ Citado por Méndez Lugo, R. A. (2004) "Teoría y método de la nueva museología en México". *Revista Digital Nueva Museología*.

Desarrollo de los Museos en el Mundo Contemporáneo". En éste documento se acordó desarrollar experiencias guiados por el concepto de "Museo Integral".

Como DeCarli³³⁶ afirma, las primeras iniciativas para aplicar los principios del museo integral las realiza el Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH). Estas son, la Casa del Museo, dirigida por Mario Vázquez y cuyo propósito era la participación dentro de estos museos de los habitantes de las colonias populares de la Ciudad de México y los museos escolares dirigidos por Iker Larrauri que consistía en promover dentro de las escuelas pequeños espacios museísticos. De esta última clase de museos es la que nos interesa hablar, pues como se verá, además de la gran riqueza de experiencias que generaron y que se ajustan a nuestro proyecto, muestran cómo es posible alcanzar otra de nuestras metas: vincular estos espacios con las tiendas de ciencia.

Antecedentes del programa de los museos escolares

El programa de los museos escolares nace en 1972 como una iniciativa del entonces director del INAH el Dr. Guillermo Bonfil y de uno de los más destacados museógrafos mexicanos, Iker Larrauri.

Como Vázquez³³⁷ señala la labor de Guillermo Bonfil como académico y funcionario fue notable. Sus proyectos se distinguieron por la inclusión de la participación social y la búsqueda de una "participación creativa, que ponga en juego todas las capacidades individuales y sociales, tanto en la concepción como en la ejecución de las actividades encaminadas al desarrollo. No se trata de que la gente aprenda por imitación, sino de que desarrolle, saque de sí y acredite el enorme caudal de sus potencialidades creativas. Es un proceso interno, endógeno, en el que se insertarán oportunamente y conforme resulten necesarios los conocimientos y habilidades desarrollados por sociedades tecnológicamente más avanzados"³³⁸

Como director del INAH, Bonfil buscó que sus proyectos se adaptaran a la organización de las comunidades, que estuvieran bajo el control de éstas y que, en el proceso de integración de sus contenidos, participaran tanto miembros de las comunidades como académicos de las ciencias sociales. Estos últimos estarían a cargo de recopilar, sistematizar y dar sustento teórico-metodológico a los conocimientos tradicionales además de difundirlos dentro y fuera de la comunidad para su legitimización³³⁹.

Por su parte, Iker Larrauri quien se había formado como arquitecto, arqueólogo y museógrafo, también había tenido experiencia en programas sociales. Como él mismo refiere:

"El Programa de los Museos Escolares y Comunitarios se organizó con base en la experiencia que había

³³⁶ DeCarli, Georgina (2004). "Vigencia de la Nueva Museología en América Latina: Conceptos y Metodología" *Revista ABRA*, Facultad de Ciencia Sociales de la Universidad Nacional, Costa Rica, Editorial EUNA, julio-diciembre.

³³⁷ Vázquez Olvera, Carlos. (2008) "La participación infantil como motor del origen y desarrollo de los museos escolares" México, *Cuicuilco*. Vol.15, no.44 sep./dic.

³³⁸ Guillermo Bonfil, citado en Vázquez Olvera, Carlos. (2008) "La participación infantil como motor del origen y desarrollo de los museos escolares" *Cuicuilco*, vol.15 no.44 México sep. /dic.

³³⁹ Ibid, Vázquez Olvera

adquirido en el manejo de programas, en actividades anteriores.

Especialmente en el programa de mejoramiento rural de conasupo [... Era] un programa para construir graneros en los ejidos y pequeñas propiedades rurales que producían maíz y frijol [...] El programa se promovía y ponía en práctica de abajo hacia arriba, consistía en hacer contacto directo con los campesinos, con los ejidatarios; hablar con ellos, convencerlos de las bondades y beneficios que les podía traer si dedicaban su tiempo a construir cada granero y a ver qué tecnología era la que dominaba [...] instruirlos en la manera de construir, y después asesorarlos y vigilarlos estando permanentemente junto a ellos durante la obra.”³⁴⁰

Los museos escolares

La idea inicial de los museos escolares fue el de llevar la labor del INAH a aquellos grupos que por su situación geográfica normalmente no podrían tener acceso a dicha labor.

Dentro de estas labores se encontraba la de la protección del patrimonio cultural. En 1972 se acababa de promulgar una nueva ley sobre la protección del patrimonio cultural que pronto se puso en marcha para perseguir tanto a coleccionistas, como a traficantes como a todo aquel que tuviera en su poder restos arqueológicos. Como Larrauri³⁴¹ refiere, dicha ley se prestó para que mucha gente fuese extorsionada y que la situación se volviera escandaloso pues el problema de la conservación del patrimonio se tornó un asunto policiaco y no un problema educativo o cultural.

Así, Guillermo Bonfil pensó que para resolver el problema, era fundamental que se lanzara un programa educativo sobre la protección del patrimonio cultural.

También se pensó que lo mejor sería iniciar esta educación desde los niños y de ahí vino la idea de que los niños entendieran el valor de su patrimonio a través de la creación de un museo.

A través de los museos escolares se pretendía que los niños fuesen conscientes de su patrimonio, pero no desde la visión que tradicionalmente se había dado en México, esto es, desde el punto de vista de organismos burocráticos centralizados. Por el contrario, se buscaba una definición de su patrimonio cultural generada y desarrollada localmente.

Por esta razón la idea fue que los niños, dentro de los museos escolares, pudiesen coleccionar todo aquello que les interesara sin que en ello interviniera la opinión de los adultos. Así no había límite, ni nada que estableciera que es lo que se debía coleccionar.

Para llevar a cabo este proyecto se necesitaban recursos materiales y organizativos con los que las comunidades no contaban, así que se pensó en aprovechar los recursos ya existentes, es decir, las escuelas. Como de la Peña³⁴² apunta, “la idea parecía suficientemente sencilla: no se requería de gastos considerables, puesto que el material y el trabajo lo proporcionaría fundamentalmente la comunidad y

³⁴⁰ Iker Larrauri citado en Vázquez Olvera, Carlos. (2005). *Iker Larrauri Prado: Museógrafo Mexicano*. México, Instituto Nacional de Antropología e Historia.

³⁴¹ Todas las citas de Iker Larrauri se encuentran contenidas en el libro *Iker Larrauri Prado: Museógrafo Mexicano* que recoge una serie de entrevistas realizadas al maestro por el Dr. Carlos Vázquez Olvera.

³⁴² De la Peña, Guillermo, et al. (1976). “Los Museos Escolares del INAH: Un intento de innovación educativa en México” *Revista del Centro de Estudio Educativos*. Vol. VI, no. 4 pp. 115-134

las escuelas podrían aprovechar íntegramente el trabajo y los objetos del museo dentro de sus tareas docentes.”

La participación de las escuelas dentro del programa fue voluntaria. Para ello se capacitaron promotores que cada semana llegaban a las escuelas y orientaban a los niños sobre como clasificar los objetos, como hacer el registro de las colecciones y como exhibirlas. Además, los promotores formaban dinámicas para estimular el interés de los niños hacia la investigación y búsqueda de datos relacionados con las colecciones.

Gracias a la libertad que se les dio a los niños para coleccionar, los museos escolares se llenaron de todo tipo de colecciones. En un estudio realizado en 30 escuelas durante 1976³⁴³ se reportan colecciones sobre ciencias naturales que incluían, animales disecados, insectarios, minerales, restos de animales marinos, acuarios, plantas y semillas y experimentos de física.

En cuanto a las ciencias sociales, las colecciones con las que contaban estas escuelas incluían, objetos arqueológicos, objetos antiguos como lámparas, planchas y espadas, muestras de la industria local, restos humanos, etc.

Además, dentro de las exposiciones los niños también habían elaborado diversos materiales que incluían dioramas. Estos materiales versaban sobre temas de matemáticas como el de los cuerpos geométricos, las funciones, la explicación de las operaciones básicas, los logaritmos y simetrías.

La labor que realizaron los promotores resulto tan exitosa que lo que en 1972 comenzó con tan sólo 5 promotores en una pocas escuelas, para 1976 se reportaban 494 escuelas que habían adoptado el programa de museos escolares.

La amplia difusión de los museos escolares permitió que los niños pudiesen intercambiar colecciones con otras comunidades.

Como Larrauri nos cuenta, desde un inicio se había contemplado que los museos escolares, al ser parte de la escuela como una biblioteca, no debían ser inaugurados. Sin embargo los niños pidieron inaugurar sus museos y organizaron grandes fiestas donde participaba toda la comunidad. Así algunas comunidades al enterarse de esto comenzaron a pedir asesoría al INAH para tener sus propios museos lo que en parte dio origen a los museos comunitarios en México.

La relevancia de los museos escolares y su fin

Hasta aquí hemos descrito el origen y funcionamiento de los museos escolares. Sin embargo para nuestros propósitos, lo que es importante señalar es que a través de los museos escolares, se pudo lograr que algunas comunidades comenzaran primero a preguntarse cosas acerca de ellas mismas y que después, espontáneamente solicitaran información más allá de lo que el propio museo podía ofrecer. Como Larrauri refiere, muchas de las comunidades donde algunos museos se establecieron, eran ricas en material arqueológico que fácilmente se encontraba en las labores del campo. En estas comunidades, muchos jóvenes se interesaron en saber más acerca de estas piezas y así solicitaron al INAH que se formaran clubes de arqueología.

Sin embargo, ya que esto no estaba contemplado, es decir no había un plan para resolver esta clase de

³⁴³ De la Peña et al. *ibíd.*

peticiones, la inquietud de los jóvenes no pudo ser satisfecha. Por el contrario, algunos arqueólogos del Instituto reaccionaron con una fuerte oposición ante la posibilidad de que los niños pudieran manipular material arqueológico y argumentaron que, si se despertaba aún más el interés por la arqueología, se les enseñaría a los niños a convertirse en saqueadores³⁴⁴.

Esta situación y un cambio en la dirección del INAH fue lo que puso fin a uno de los proyectos culturales más relevantes y reconocidos internacionalmente en la historia de la museología en México.

Tristemente lo que puso fin a estos museos es lo que ahora buscamos rescatar; la posibilidad de petición de conocimiento.

Según DeCarli³⁴⁵, en 1983 el INAH buscó retomar algunas de las ideas planteadas por La Casa del Museo y de los museos escolares pero esta vez bajo la forma de museos comunitarios. Este programa estuvo bajo la dirección de Miriam Arroyo, quien al describir a estos museos, confirma la posibilidad de aquello que hemos estado buscando dentro de un espacio museístico:

"... el museo responde a muchas necesidades. El museo crea símbolos que la gente necesita para sentirse más identificada con su comunidad, que la une a una perspectiva de historia compartida. Y al presentar y valorar el pasado propicia la reflexión sobre el presente. ¿Cuáles de sus tradiciones deberán conservarse, por qué y cómo?... ¿qué camino queremos para nuestro pueblo? ...En el museo la comunidad confirma que tiene el derecho de analizar tales preguntas por sí misma. Confirma la posesión de su patrimonio y su decisión de qué hacer con ella. Establece el derecho de todos sus habitantes de conocerse, de educarse y de recrearse."³⁴⁶

La experiencia de los museos escolares nos muestra cómo es posible que, a través de una buena metodología, se despierte el interés de las comunidades por involucrarse en proyectos de investigación y por plantear y buscar soluciones a sus problemas y expectativas.

Por otra parte, como hemos dicho antes, los museos escolares dieron origen a los museos comunitarios, museos que en la actualidad aun funcionan y que han demostrado tener un gran valor dentro de las comunidades. Sin embargo, hasta donde tenemos noticia, los museos comunitarios no tratan sobre temas relacionados sobre ciencia o tecnología, ni han podido establecer relaciones con otras instituciones distintas a los propios museos comunitarios, para resolver los problemas de las comunidades.

Así, lo que se plantea aquí, es un museo comunitario que inspirado en la metodología de los museos escolares, pueda funcionar como un museo comunitario de ciencia.

El tercer eslabón

Ahora toca el turno de plantear una propuesta de un espacio donde se difunda la idea de la ciencia como elemento cultural y donde, siguiendo a Bonfil³⁴⁷, se pueda devolver a los sectores populares "una imagen organizada y digna de su propia capacidad de creación cultural".

³⁴⁴ Iker Larrauri, *ibid*

³⁴⁵ *Ibíd.* DeCarli

³⁴⁶ Morales T., Camarena C., Valeriano C. (1994). *Pasos para crear un museo comunitario*. México, INAH-CNCA- Dirección General de Culturas Populares.

³⁴⁷ Pérez Ruiz, Maya L. (2004) "Entrevista con Guillermo Bonfil, México, D.F., realizada el 2 de mayo de 1988" *Cuadernos de Antropología y Patrimonio Cultural. Diario de Campo*. CONACULTA-INAH Enero-Febrero, pp 8-17

A primera vista, esta labor podría ser llevada a cabo desde un museo de ciencias tradicional. Sin embargo, dado que una de las principales líneas de nuestra investigación está basada en el concepto de democracia, antes de proponer una clase de espacio particular para la difusión de la ciencia, debemos preguntarnos primero varias cosas. Por ejemplo, ¿son los museos de ciencia tradicionales espacios democráticos? ¿Qué problemas enfrentan estos? Y más aún ¿Qué significa que un espacio para la comunicación de la ciencia sea “democrático”?

En el próximo capítulo, además de contestar todas estas preguntas y de desarrollar nuevos conceptos, propondremos y desarrollaremos una propuesta concreta para un espacio democrático para la comunicación de la ciencia que se integre al modelo que hemos planteado.

Capítulo IV. Los jardines de ciencia como espacios democráticos

4.1 Introducción

En las últimas décadas mucho se ha discutido acerca del potencial que tienen los museos tradicionales como agentes de cambio y desarrollo social. Sin embargo, en la práctica no ha habido cambios sustanciales en las políticas de los museos para enfrentar estos nuevos retos. La principal causa por la que los museos no han desempeñado estos nuevos roles proviene de los museos mismos. Como Sandell³⁴⁸ señala, muchas veces se piensa que temas tales como la exclusión social y la pobreza no son de la competencia de los museos o que, más allá de su rol educativo, los museos no tienen otra responsabilidad social. Por otro lado, aunque cada vez es más común realizar estudios de opinión sobre las audiencias, son pocos los museos que toman realmente en cuenta al público en la toma de decisiones. Las direcciones y el personal de los museos, basándose en su autoridad como expertos, generalmente son quienes tienen la última palabra sobre las normas y servicios que los museos ofrecen. Por último, aunque es muy común incluir dentro de la misión de los museos el término de “inclusión social” son pocos los que desarrollan programas y medidas para llevar a cabo dicho efecto, o bien el término sólo es entendido como el brindar servicios y facilidades a las personas con alguna discapacidad.

Dentro de los factores externos que han frenado las iniciativas para volver a los museos instituciones incluyentes, podemos distinguir la fuerte tendencia hacia la privatización de lo público; “lo que antes era público ya no lo es en la misma medida: cada vez más se presenta como algo disponible no en la medida en que se tenga derecho a él, sino en la medida en la que se pueda comprar y consumir”³⁴⁹.

El recorte de fondos para la educación y la cultura aunado a la presión del Estado para que los museos busquen nuevas fuentes de financiamiento, ha orillado a los museos a convertirse en una especie de empresas. Dichas medidas han repercutido en la relación que los museos tienen con su público al ser vistos estos últimos como consumidores. Por otra parte, el afán de los museos por atraer visitantes hacia sus recintos, el énfasis que se pone en las actividades de ocio y diversión, han desvirtuado aquella única responsabilidad que los museos asumían como propia: la educación.

Aun cuando los museos, tanto públicos como privados, cuentan con subsidios estatales para garantizar el acceso a las clases más desprotegidas, el Estado no retoma su papel como garante del acceso a la

³⁴⁸ Sandell, Richard. (2003). “Social inclusion, the museum and the dynamics of sectoral change.” *Museum and Society*, Vol. 1, no. 1, pp. 45-62

³⁴⁹ Giglia, Ángela. (2003) “Espacio público y espacios cerrados en la Ciudad de México” en Patricia Ramirez Kuri, (Coordinadora). *Espacio público y reconstrucción de la ciudadanía*. México, Editorial Miguel Ángel Porrúa, pp. 344

cultura, la cultura pierde su naturaleza de derecho y se convierte en una mercancía más dentro del libre mercado³⁵⁰ o bien en una obra altruista o de caridad.

Si bien es cierto que el Estado tiene gran responsabilidad en este problema, los museos también comparten parte de ésta; el argumento de muchos museos para justificar y atraer la inversión del Estado se basa en afirmar que el único medio que tienen los países en vías de desarrollo para resolver los problemas de desigualdad social y falta de desarrollo es a través de la educación y la cultura. Por tanto, los museos al ser instituciones educativas deben recibir subvenciones del Estado. Sin embargo, los museos, al enfrentar cuestionamientos sobre sus altos costos de admisión, son los primeros en dar la espalda a aquel sector de la población que invocaron en sus discursos; las clases más desprotegidas.

Frases como “la gratuidad absoluta conlleva al menosprecio” o la idea de que sólo aquello que cuesta es valorado, pretenden cancelar cualquier discusión sobre el problema de exclusión que enfrentan millones de personas en nuestro país. Dichas frases más allá de ser el resultado de cuidadosos estudios sociológicos, parecen ser más bien producto de prejuicios sociales de quienes las esgrimen.

Por otra parte, también es frecuente escuchar de los museos que, en aquellos países donde los ministerios de cultura poseen grandes presupuestos, la entrada gratuita debe defenderse pero en un país de bajos recursos como el nuestro, donde los museos estatales están descapitalizados y apenas se tiene para pagar sueldos, esto no es posible. También se afirma que el elevado costo de las instalaciones y mantenimiento de los museos no permite bajar los precios de admisión. Sin embargo, a los museos no parece preocuparles estos mismos costos a la hora de decidir construir edificios con grandes costos de mantenimiento o bien adquirir equipos que implican fuertes compromisos económicos con compañías que acaban por dictar los contenidos de estos, como pantallas Imax, salas de inmersión etc. Nada se escatima con tal de estar a la altura de los grandes museos del primer mundo.

Bajo esta lógica de modernidad-ficción, los ciudadanos no deben aspirar al verdadero bienestar social que supone el acceso a la cultura, sino conformarse con observar desde lejos estas islas que simboliza una modernidad que aún no llega.

Como Sandell³⁵¹ señala, los museos no solo reflejan la exclusión económica, social y política de algunos sectores de la población cuando fallan al no representar la herencia cultural de estos grupos dentro de sus recintos o bien al negarles el acceso a sus servicios a través de mecanismos de exclusión como los cargos de admisión, sino que además, refuerzan y perpetúan los procesos por los cuales dichos grupos han sido excluidos.

Dado todo lo anterior, queda claro que los museos tienen grandes responsabilidades sociales más allá de su rol educativo y en cierta forma tienen una deuda con la sociedad.

³⁵⁰ Castillo Berthier H. (2003). “Espacios culturales alternos para los jóvenes de la Ciudad de México” en Ramírez Kuri, P. (Coord.) *Espacio público y reconstrucción de la ciudadanía*. México, Editorial Miguel Ángel Porrúa, pp.217

³⁵¹ Sandell, Richard. (1998). “Museums as Agents of Social Inclusion”. *Museum Management and Curatorship*. Vol. 17, No. 4 pp. 401-418

A pesar de que en nuestro país, en la última década ha habido un auge en la construcción de museos y centros de ciencia y se ha buscado una distribución más justa de espacios culturales, esta tendencia parece estar en crisis por varios factores. El evidente deterioro de los espacios públicos, el déficit en el número de éstos, los problemas de inseguridad, aunados al notorio apetito de espacios públicos parece haber abierto una nueva oportunidad para algunos museos (en particular, los museos enfocados al público infantil) de atraer visitantes. El museo se vuelve ahora el centro donde se pueden efectuar actividades que tradicionalmente se realizaban en las plazas, jardines y calles, como jugar, ejercitarse y socializar con otros. Las exhibiciones científicas ceden su lugar a un moderno mobiliario urbano como toboganes, columpios, etc., mobiliario que ha ido desapareciendo poco a poco de su lugar de origen: el parque y la plaza pública.

Los estudios de público realizados por estos museos muestran que el interés de los visitantes se enfoca en esta clase de actividades; así, en un estudio realizado por la Consultoría Valora A.C. sobre la evaluación del aprendizaje dentro de Papalote Museo del Niño, muestra que el principal aporte del museo consiste en la adquisición de “habilidades y valores”. Dichas habilidades y valores consisten - como el estudio señala- precisamente en la utilización de toboganes, columpios etc., en la práctica de algún deporte o bien en el aprendizaje de normas como esperar el turno o el respeto a personas con alguna discapacidad. En este mismo estudio, se reporta que, en promedio, las “habilidades y valores” constituyen 73% de lo que la gente aprende dentro del museo, mientras que los conocimientos sobre ciencias naturales apenas alcanzan el 19 por ciento³⁵². Lo que reflejan estos datos, es que el énfasis que ponen estos museos en el juego, la actividad física y la socialización acaba por empobrecer los contenidos sobre los temas científicos.

Por otra parte, el nuevo rol de los museos como “suplemento” de los espacios públicos tradicionales ha contribuido al proceso de exclusión y separación social dentro de las ciudades, proceso que han advertido ya algunos sociólogos: “Los lugares reservados a las clases acomodadas se repliegan hacia el interior (no sólo las viviendas, sino también las oficinas y los centros comerciales) mientras que el espacio exterior queda para quienes tienen menos posibilidades. Los nuevos espacios de convivencia se estructuran según principios de separación y diferencias irreconciliables”³⁵³. “Las ciudades se convierten cada vez más en conjuntos desarticulados de espacios separados, segregados, provistos de dispositivos de cierre a menudo agresivos por el que el transeúnte no puede pasar sin previa exhibición de credenciales o después de pagar un boleto de ingreso”³⁵⁴

Aunque desde hace ya varias décadas se ha explorado la utilización de los espacios públicos para montar exhibiciones científicas éstas han sido principalmente fotográficas y hasta donde sabemos, no existen estudios de evaluación sobre qué tan efectivos son estos elementos para divulgar la ciencia. Ejemplo de este tipo de exposiciones son el Túnel de la Ciencia inaugurado en 1988, en la estación del Metro La Raza y el Circuito de Galerías Abiertas, de las cuales forman parte las exposiciones fotográficas que se

³⁵² Valora (2005). Papalote Museo del Niño: Evaluación del Aprendizaje. Resumen Ejecutivo.

³⁵³ Caldeira, Teresa . (1996). “Building up Walls: The New Pattern of Spatial Segregation in São Paulo”. *Internacional Social Science Journal*. Vol. 48, n. ° 147, pp. 55- 66

³⁵⁴ Giglia, Ángela (2003). “Espacio Público y Espacios Cerrados en la Ciudad de México” en Ramírez Kuri , P. (Coord.) *Espacio público y reconstrucción de la ciudadanía*. México, Editorial Miguel Ángel Porrúa, pp. 342

instalan en las rejas del parque de Chapultepec o en el enrejado del Cinvestav del Instituto Politécnico Nacional.

También existen exhibiciones itinerantes que desplazan copias de algunos de las exhibiciones fijas de los museos con la idea de llevar a comunidades lejanas los servicios culturales que dichas comunidades carecen. Sin embargo, dichas exhibiciones solo permanecen por un tiempo muy limitado, tienen altos costos de instalación y muchas veces el Estado acaba por asumir el costo de entrada de la población infantil de bajos recursos en una especie de “beca” que sigue teniendo un sentido de caridad y no de derecho. Así, los gobiernos de los estados pagan por el servicio de museos móviles que sólo satisfacen momentáneamente cierta necesidad educativa y que cuando se van dejan muy poco a la comunidad.

Por lo anterior, es necesario reforzar la convicción de que la educación de un país no puede estar supeditada a los vaivenes económicos ni ser considerada un artículo de lujo en épocas de crisis; de ahí que la búsqueda de modelos de educación distintos y, por ende, de espacios democráticos se haga prioritaria.

Ante problemas tan graves, algunos museos han empezado a tomar conciencia de las necesidades particulares de su sociedad y han comenzado a adoptar medidas positivas para dar respuestas a estas necesidades.

4.2 Espacios públicos, espacios democráticos

Hasta aquí se han empleado los términos *público* y *privado* para diferenciar entre los museos que pertenecen al Estado y aquéllos dirigidos por la iniciativa privada, sin embargo, como se verá en seguida, esta distinción no es del todo correcta.

Como Nora Rabotnikof señala,³⁵⁵ el término *público* posee tres sentidos básicos:

a) “lo público como lo que es de utilidad o interés común, que atañe a lo colectivo, lo que concierne a la comunidad... contra lo privado que se refiere a la utilidad o al interés individual”;

b) “la visibilidad *versus* el ocultamiento, a lo público como ostensible y manifiesto *versus* lo secreto”, y

c) la apertura en contraposición a la clausura: “*público* designa lo que es accesible o abierto a todos, en oposición a lo privado, entendido como aquello que se sustrae a la disposición de otros.”

“Cuando invocamos la noción de *espacio público* a menudo los tres sentidos convergen y el “espacio público” parece hacer referencia a los sitios comunes o compartidos o compartibles (plazas, calles,

³⁵⁵ Rabotnikof, Nora. (1997). *El espacio público y la democracia moderna*. México, Colección Temas de la democracia. Serie Ensayo. Ed. IFE. Primera Edición, pp. 16

foros) como aquellos donde “aparecen” se escenifican o ventilan, entre todos y para todos, cuestiones de interés común”³⁵⁶.

El espacio público concebido de esta forma, es decir, donde se conjuntan las tres acepciones de lo *público*, se construye bajo los ideales de igualdad y comunidad y es precisamente este sentido al que nos referiremos cuando hablemos de espacios democráticos en este trabajo.

Aunque la labor de divulgación de la ciencia en los museos tiene un cierto carácter “público” pues es “publica” en el segundo sentido señalado por Rabotnikof, el carácter democrático de un museo requiere, además, que se ponga énfasis en lo que es de utilidad e interés común, un acercamiento hacia los temas que preocupan a las comunidades donde los museos se establecen. En la mayoría de los museos de ciencia se pretende instalar los intereses de una comunidad (la científica) en otra, pero en raros casos los museos toman como base los intereses de sus comunidades para generar interés científico. Si la ciencia es percibida como una importación cultural o correspondiente a ámbitos académicos, es muy probable que la gente se sienta intimidada o incómoda. Las referencias a la cultura de la comunidad son un paso importante para acercar a las personas a la ciencia y desacralizarla.

Pero quizás el problema más difícil de enfrentar es el de la accesibilidad. Este problema tiene que ver con dos cuestiones básicas: la *accesibilidad espacial* y la *accesibilidad económica*. La primera depende sobre todo de la forma en que los museos se distribuyen en las grandes ciudades y en muy raras veces en los pueblos o en las pequeñas comunidades. Como Bourdieu³⁵⁷ señala, la aspiración a la práctica cultural varía en función de la práctica cultural misma, eso quiere decir que la necesidad de espacios culturales aumenta en la medida en que la sociedad asiste o tiene acceso a ellos; por el contrario, la ausencia de tales espacios se acompaña de la ausencia de tal necesidad.

Por su parte la *accesibilidad económica* es otro de los grandes problemas pues, por muy barato que sea un museo, definitivamente no todas las personas pueden visitarlos. Nos guste o no, debemos admitir que el problema de la accesibilidad económica contribuye a la exclusión de un gran número de personas y que las medidas que se han tomado hasta ahora, no han sido eficientes. Por tanto podemos decir que el problema de la accesibilidad ha sido determinante para alejar a los museos de ciencia del carácter democrático.

En la siguiente sección, hablaremos sobre nuestro candidato a espacio democrático para la divulgación de la ciencia el cual, será también la pieza que nos falta para completar nuestra propuesta concreta del modelo intercultural.

4.3 Los Jardines de Ciencia de la India

³⁵⁶Rabotnikof, Nora (2003). *En busca de un lugar común. El espacio público en la teoría política contemporánea*. UNAM, Instituto de Investigaciones Filosóficas, pp. 10

³⁵⁷ Bourdieu, Pierre y Darbel, Alain. (2003). *El amor al arte. Los museos europeos y su público*. Barcelona, Editorial Paidós, pp. 172

El concepto de “parque o jardín de ciencias” (*science playground*) nació en 1970 en Ahmadabad, la India, en un pequeño centro de ciencia llamado Vikram A. Sarabhai Community Science Center³⁵⁸ ante la necesidad de montar exhibiciones de ciencia y bajo la imposibilidad económica de crear un edificio para alojarlas.

En dicho centro se inició el proyecto *Science Communication Project* bajo la dirección de Minal Sen. La idea era montar exhibiciones científicas en el patio del centro, siempre teniendo en cuenta, entre otras cosas, que fuera a un costo bajo. Además, el montaje de las exhibiciones debería resultar interesante a los ojos de los visitantes y, sobre todo, debía llamar su atención.

Minal y su equipo se centraron en diseñar exhibiciones a las que llamaron “exhibiciones participativas”. Aunque curadores, educadores y diseñadores tenían cada uno sus propias ideas sobre las características que debían cumplir dichas exhibiciones, llegaron a la conclusión de que una exposición participativa:³⁵⁹

- Es aquella con la que el visitante interactúa; a través de la interacción y de la manipulación repetida, el visitante crea su propio entendimiento;
- Arroja luz sobre una idea o un conjunto de ideas;
- Contiene cédulas explicativas que pueden también formular algunas preguntas;
- Satisfacer la curiosidad de los visitantes hasta cierto punto, pero también deja la posibilidad a ciertas preguntas;
- Es una exhibición abierta, no una “caja negra”;
- Está diseñada para que no cause ninguna complicación al visitarla;
- Debe resistir las visitas frecuentes;
- En lo posible, no contiene mecanismos sofisticados y su reparación es sencilla;
- Gira en torno a una idea o concepto que deben estar claros y ser fácilmente identificables;
- Cuenta con buenos elementos de comunicación visual como colores o símbolos;
- Opera con sistema que resulta a todas luces obvio, y
- Está montada de tal forma que puede formar parte de un grupo que reúna otras exposiciones conceptualmente relacionadas.

³⁵⁸ Chermayeff, Jane C., Blandford R.J., Losos C.M. (2002) “Working at play: Informal Science education on Museum Playgrounds”. *Curator, The Museum Journal*, vol. 44, no. 1, pp. 47-60.

³⁵⁹ Sarabahi, Kartikeya V. (1984) “Participatory Science Exhibits” Vikram V. Sarabhai Science Centre. <http://www.arvindguptatoys.com/arvindgupta/vikramexhibits.pdf>

Los esfuerzos del equipo dieron como primer resultado algunas exhibiciones que trataban temas como la percepción humana, las máquinas simples y otros temas sobre física. Las intermediaciones del centro se llenaron con exhibiciones monumentales cuyo componente lúdico (de aquí el nombre de *science playground*) las hacía parecer un parque infantil. Cualquiera que se acercara podía ver grandes poleas para levantar pesos, subibajas gigantes para toda una familia, sillas giratorias para experimentar el momento angular, etc.³⁶⁰

El gobierno de la India encontró en este modelo una solución para las necesidades educativas de la población y que correspondía con las posibilidades económicas del país. Así, las exposiciones participativas proliferaron por las comunidades de la India y hasta la fecha se han creado cerca de ciento cincuenta jardines.³⁶¹

La idea de los jardines de ciencia de la India llamó la atención de los grandes museos en Estados Unidos, Europa y Asia. En tales lugares se ha retomado el concepto desde el punto de vista museográfico pero quizá sin la preocupación por el desarrollo social y sin su carácter democrático. Los jardines se han integrado en las instalaciones de los museos como parte de las exhibiciones con las que cuentan. Algunos ejemplos de estos jardines son el Clore Garden of Science en Israel, el New York Hall of Science, el Franklin Institute Science Museum en Filadelfia, la Tsukuba Expo Children Plaza de Japón y recientemente el jardín Weizmann de la Ciudad de México.³⁶²

En la tabla 3 presentamos una comparación entre dos de estas propuestas museográficas.

Tabla 3. Comparación entre dos propuestas museográficas

Jardín	Clore Garden of Science	New York Hall of Science
Área del parque	10 000 m ²	2 760 m ²
Número de exhibiciones	30	24
División temática	Agua Movimiento Ondas y sonido Ciencias planetarias Energía y medio ambiente Música Ciencias de la vida Espacio para niños	Movimiento Ondas sonoras Óptica Energía eólica, hidráulica y solar Estructuras

³⁶⁰ Friedman Alan J. y Marshall, Eric D. (2002) "Outdoors Science Centers: Extending the experience outside the walls using science playgrounds" *Implementation of Science Centers and Museums*. Rio de Janeiro Brasil, pp. 155-158

³⁶¹ Chermayeff, Jane C., Blandford R.J., Losos C.M. (2002) "Working at play: Informal Science education on Museum Playgrounds". *Curator, The Museum Journal*, vol. 44, no. 1, pp. 47-60.

³⁶² Chermayeff, *Ibid*

Ejemplos de exhibiciones	Canal de agua Columna de remolinos Generador de ondas Tornillo de Arquímedes Xilófono Fuente solar Arnés para elevar visitantes (simula una caminata lunar) Rompecabezas matemático Construcción de puentes con catenárias	Toboganes Disco rotante (momento angular) Subibaja gigante Palanca gigante Tubos sonoros (teléfonos) Discos parabólicos (sonoros) Octaoscopio (calidoscopio) molino de viento/columpio Columna de remolinos Escultura cinética (solar/eléctrica/mecánica)
--------------------------	--	--

4.4 Los Jardines de ciencia y la accesibilidad (primera condición de espacio democrático)

Hasta aquí hemos descrito la propuesta de los jardines de ciencia. En dicha descripción, salta a la vista cómo los jardines de ciencia podrían hacer frente al problema de la accesibilidad tanto espacial como económica. Una de las principales razones por la que los museos de ciencia tradicionales sólo se encuentran en las grandes ciudades se debe a sus elevados costos de construcción y de mantenimiento³⁶³. Por ello, muchas pequeñas ciudades o municipios no pueden solventarlos. Además dicho costo también repercute en el cobro de admisión a los museos. Así, una propuesta que pueda, sino eliminar sí reducir considerablemente estas limitaciones, sería de gran ayuda para hacer frente a los problemas de accesibilidad.

Sin embargo, esta propuesta no puede ser aplicada directamente pues existe otro problema. Tanto en la India como en los centros y museos de ciencia de otras partes del mundo, los jardines de ciencia han estado vinculados física y administrativamente a los museos. Considerar este vínculo es importante pues repercute tanto en el diseño como en la elección de exhibiciones de los jardines de ciencia. En algunos casos, por ejemplo, las exhibiciones requieren de personal para hacerlas funcionar, en otros casos, las exhibiciones requieren de vigilancia tanto para la seguridad del público como para la de los equipos. Así, si quisiéramos colocar estos jardines de ciencia en espacios tales como plazas o jardines públicos para que las personas pudieran tener libre acceso a ellos, antes tendríamos que abordar este problema. Más tarde nos encargaremos de ello.

³⁶³ Por ejemplo, el Museo Laberinto de las Ciencias y las Artes que se inauguró en 2010 en la Ciudad de San Luis Potosí, tuvo un costo de cuatrocientos veinte millones de pesos. De este dinero, sesenta millones se destinaron sólo al proyecto ejecutivo (planos arquitectónicos y propuesta museográfica) y ciento veinte millones al pago del terreno. Además, durante el de 2012, el gobierno del Estado destinó veintiocho millones de pesos para cubrir los costos de mantenimiento y de salarios.

4.5 Los Jardines de Ciencia y aquello que es de utilidad o interés común (segunda condición de espacio democrático)

Dentro de una democracia participativa, aunque los individuos, como miembros de una sociedad, pueden percibir cuáles son los problemas y retos que enfrenta su propia comunidad y cuáles son aquellas cosas que serían de interés o utilidad para resolverlos, en ningún caso pueden asumir que estas ideas son incuestionablemente de “interés común” sin que estas mismas hayan sido reconocidas como tales por el resto de la comunidad. Siendo conscientes de esto, sabemos que no sólo las propuestas que hagamos sobre los temas de los jardines deben estar abiertas a esta discusión, sino también, la misma creación de los jardines. No obstante, lo anterior no debe conducirnos a la inacción y a continuación, damos tres argumentos generales mostrando de qué manera los jardines de ciencia pueden ser de interés común.

4.5.1 Los jardines de ciencia y la recuperación de los espacios públicos

Como hemos dicho antes, uno de los grandes problemas que enfrentan las ciudades es el problema de exclusión social que se refleja tanto en el establecimiento de relaciones de desconfianza y hostilidad entre los ciudadanos de distintas clases sociales, como en el abandono de los espacios públicos que propician el sentido de comunidad. Así, en muchos casos, guiadas por políticas de desarrollo urbano que están orientadas exclusivamente hacia el desarrollo económico y por la preocupación por mostrar una imagen urbana capaz de atraer la inversión externa, las ciudades se dividen realmente en dos ciudades separadas tanto geográfica como económicamente. Por un lado están las ciudades ricas, caracterizadas por sus grandes centros culturales y comerciales y por los enormes presupuestos que los gobiernos invierten en su infraestructura a expensas de la inversión que debería estar destinada a atender a los grupos más vulnerables. En estas ciudades, la planeación urbana está concebida bajo la lógica de la actividad económica y el transporte dejando de ser las personas el fundamento de la planificación de las mismas. Por otro lado, se encuentran las ciudades pobres, con sus asentamientos irregulares que carecen de servicios básicos, donde realmente no existe ninguna planeación y donde los entornos donde la vida se desenvuelve generalmente se encuentran contaminados, llenos de tráfico y basura.

Como lo ha señalado la UNICEF, bajo estas circunstancias los niños, sin importar si son ricos o pobres, son los más afectados; Los niños que habitan las partes ricas de las ciudades se encuentran cada vez más recluidos y aislados, sin la posibilidad de tener contacto con la diversidad que ofrece la ciudad y se forman bajo una cultura de miedo y prejuicio hacia lo diferente. Así, cabe esperar que al llegar a la edad adulta, sean individuos poco comprometidos con los problemas de su sociedad, con una visión muy reducida de la compleja realidad de su país y con un pobre sentido de solidaridad. Por su parte, los niños pobres son víctimas de la discriminación, abandonan las escuelas, que por lo general, no están bien dirigidas, ni guardan relación con su cultura, sus experiencias y sus aspiraciones. Viven en asentamientos informales y en las calles, con pocas oportunidades de acceso al juego y a la cultura. La constante discriminación a la que están sometidos estos niños, el abandono social, aunado al constante

bombardeo publicitario de productos y servicios a los que no tienen acceso, muestra al niño pobre su triste realidad: El mundo no fue hecho ni pensado para él.

Por todas estas razones, en 1996 durante la segunda Conferencia de la ONU sobre los Asentamientos Humanos (Hábitat II) se declaró que “el bienestar de la niñez es el indicador más seguro de un hábitat sano, una sociedad democrática y un buen gobierno.”³⁶⁴ En esta misma conferencia también fue lanzada la “Iniciativa de ciudades amigas de la infancia” donde se planteó un estilo de gobierno y una gestión urbana participativa, capaz de garantizar a los ciudadanos más jóvenes el pleno goce de sus derechos. Según UNICEF³⁶⁵ una ciudad amiga de la Infancia garantiza el derecho de cualquier niño a:

- Influir sobre las decisiones que se tomen en su localidad
- Expresar su opinión sobre la localidad que quieren.
- Participar en su familia, comunidad y en la vida social.
- Recibir servicios básicos como salud, educación y protección.
- Beber agua potable y tener acceso a servicios de limpieza adecuados.
- Ser protegido de la explotación, la violencia y el abuso.
- Pasear seguro en las calles en las que vive.
- Encontrarse con sus amigos y jugar.
- Tener espacios verdes para plantas y animales.
- Vivir en un medioambiente no contaminado.
- Participar en eventos sociales y culturales.
- Ser un ciudadano igual a los demás, con acceso a cualquier servicio, independientemente de su origen étnico, religión, nivel económico, género o discapacidad.

Así, creemos que los jardines de ciencia pueden ser de interés y de utilidad social, en la medida que pueden contribuir a la recuperación de los espacios públicos esenciales para la cohesión social y en la medida en que, si se integran dentro de una planeación urbana justa e incluyente, pueden contribuir también al cumplimiento de los cinco últimos puntos contemplados dentro del programa de UNICEF.

4.5.2 Los jardines y la pertinencia cultural

Uno de los conceptos que actualmente se discuten en el ámbito de la educación formal es el de la “pertinencia cultural.” La pertinencia cultural en el marco de la educación formal se entiende como aquella que toma en consideración la identidad de los pueblos y que contribuye al desarrollo de su propia cultura. Dentro de este orden de ideas puede insertarse también nuestra propuesta de rescatar y difundir los conocimientos locales dentro del espacio de un jardín.

Por otra parte, creemos que el concepto de pertinencia cultural es intrínsecamente de interés común, pues pensamos que, ya que la cultura define en gran parte lo que somos las personas, ninguna persona

³⁶⁴ Citado por Gleeson, B., and Sipe, N. (Eds.). (2006). *Creating Child Friendly Cities: New Perspectives and Prospects*. Routledge, pp. 18

³⁶⁵ Ibid. pp. 20

puede ser indiferente – o al menos no totalmente- a su propia cultura. Por esta razón, creemos que el hablar sobre los conocimientos locales, así como hacer otras referencias a la cultura de una comunidad, puede serle de interés.

4.5.3 Ciencia, juego y democracia

Anteriormente habíamos dicho que uno de los problemas de algunos museos de ciencia destinados principalmente al público infantil era el énfasis que ponían en las actividades recreativas y el juego y que, este énfasis acababan por empobrecer tanto a los contenidos científicos de los museos como a los mismos espacios públicos donde tradicionalmente se realizaban estas actividades. Sin embargo, esta crítica iba más bien dirigida hacia la falta de concordancia entre los objetivos de estos museos -divulgar la ciencia y beneficiar a la niñez- y lo que realmente logran. Debemos puntualizar entonces que no estamos en contra del uso del juego en la divulgación de la ciencia. Por el contrario, creemos que la idea de utilizar el juego en la divulgación de la ciencia puede ser altamente benéfica y que además, ésta puede ser también de interés para las comunidades. A continuación explicamos estas ideas.

En la antigüedad, la ciencia estaba íntimamente ligada al juego. Muchos problemas científicos y matemáticos se presentaban bajo la forma de adivinanzas, fábulas o enigmas. Tanto árabes como griegos fueron expertos en plantear profundas preguntas filosóficas y científicas a través del juego poético. Son comunes las historias sobre personajes que se enfrentan mediante juegos de adivinanzas y donde en la competencia que se establece a través de una apuesta, puede ir de por medio la vida. Aunque en estos relatos existe generalmente desventaja para alguno de los personajes, éste logra vencer al oponente no por su posición social o política, ni siquiera por ser versado sobre temas científicos o filosóficos sino, más bien, por su capacidad de razonar. Como Huizinga³⁶⁶ señala, el juego implica la aceptación de sus reglas. La aceptación de las reglas del juego, colocan a los jugadores en un mismo plano de igualdad. Para ejemplificar esto, Huizinga refiere el relato del rey Menandro con el gran Arhat Nagasena cuyo juego de adivinanzas comienza así:

Decía el rey “Honorable Nagasena, “¿Queréis entrar en conversación conmigo?” “si vuestra majestad quiere hablar conmigo como los sabios hablan entre sí, quiero; pero si su majestad quiere hablar conmigo como los reyes hablan entre sí, entonces no quiero” “¿Cómo conversan entre si los sabios, honorable Nagasena?” “Los sabios no se enfadan cuando son acorralados y los reyes sí”

El juego es una actividad intrínsecamente democrática pues supone igualdad y bajo ciertas condiciones, pueden llevar al individuo a aquellas motivaciones por las cuales muchas veces se hace ciencia.

Por otra parte, si bien es cierto que la inclusión de los conocimientos locales es importante dentro de nuestra propuesta, dichos conocimientos pueden ser interpretados por el público sólo como parte de su pasado cultural o como una capacidad de producir conocimiento que se perdió y no como parte de su cultura viva y de sus capacidades actuales. Creemos entonces que la inclusión del juego en los jardines es fundamental dentro de nuestra propuesta pues, mediante él, aquel público que jamás se imaginó a si mismo planteándose y tratando de resolver problemas relacionados con la ciencia, podrá descubrir sus

³⁶⁶ Huizinga, Johan. (2007). *Homo Ludens: El juego y la cultura*. Madrid, Alianza/Emecé, pp.147

capacidades creativas y reafirmar su autoconfianza. Creemos que, si bien esta clase de descubrimientos son o pueden ser de interés individual, este interés individual puede ser común a un gran número de individuos.

4.6 Tercera condición: Lo que hace manifiestas u ostensibles las ideas

4.6.1 El problema de comunicación en los museos

En la literatura especializada, hay gran cantidad de artículos sobre los procesos de comunicación que se desarrollan dentro de los museos y, para describirlos, se han propuesto varios modelos. Como afirma Hooper-Greenhill³⁶⁷ la discusión aún está abierta. Por ejemplo, hay quienes afirman que el modelo más simple de comunicación (transmisor-medio-receptor) es más bien un modelo de expresión³⁶⁸. Algunos otros estudios se centran en el análisis del discurso de las exhibiciones desde el punto de vista semiótico.³⁶⁹ Otros, un tanto menos teóricos, buscan en el estudio de los procesos de comunicación una forma de hacer más eficientes las exhibiciones. Sobre esta base se ha propuesto un modelo de comunicación y evaluación de los museos: la evaluación formativa. En este caso, al modelo más simple de comunicación se le he agregado un ciclo de retroalimentación. Al evaluar las exhibiciones se pretende que el visitante (receptor) también mande un mensaje, que sirva para mejorar las exhibiciones.

De cualquier forma, estos estudios se enfocan en los extremos del proceso de comunicación, es decir, en el emisor o en el receptor, pero poco se ha estudiado sobre otra de las partes fundamentales del proceso; el medio. En ambos casos, la respuesta del público se utiliza para mejorar las exhibiciones en su discurso explícito, o implícito. También se suele preguntar a los visitantes qué características hacen más eficientes las exhibiciones. Sin embargo, estos estudios presentan dos problemas principales. Al tratar de hacer generalizaciones sobre qué hace eficiente a una exhibición, los autores desechan casos particulares y concretos (objetivos) y se quedan con cuestiones subjetivas como las reportadas por Alt.³⁷⁰ Según este autor, las exhibiciones deben ser divertidas, deben involucrar al visitante, deben ser memorables, etc. En algunos casos, estas características se contradicen entre sí, por ejemplo se pide que el visitante pueda tener la sensación de control, pero, al mismo tiempo, la exhibición debe enfrentarle presentándole un reto. Hay otras cuestiones que si bien no son subjetivas, en la práctica son difíciles de

³⁶⁷ Hooper-Greenhill, Eilean. (1994) "A new Communication model for museums" en Hooper-Greenhill E. (Ed.) *The Educational Role of the Museums*. London and New York, Routledge, pp. 17-26

³⁶⁸ Morgan. J y Welton P. (1994) "The process of communication" en Hooper-Greenhill E. (Ed.). *The Educational Role of the Museums*. London and New York, Routledge, pp. 27-36

³⁶⁹ Hooper-Greenhill, Eilean. (1999). "Museum communication: an introductory essay" en Hooper-Greenhill E. (Ed.) *Museum, Media, Message*. London, Routledge, pp. 1-13

³⁷⁰ Alt, Michael. B. y Shaw K. M. (1984) "Characteristics of ideal museum exhibits" *British Journal of Psychology*, Vol.75, no.1, pp. 25-36

aplicar, como la condición de que las exhibiciones deben involucrar a visitantes de todas las edades o que el tema sea entendido rápidamente.

El segundo problema de estos estudios es que se pretende que las características reportadas sean aplicables a exhibiciones de muy diversa naturaleza: simulaciones, dioramas, experimentos reales, videos, paneles explicativos, ilustraciones, entre otros.

En resumen, estos estudios proponen características que deben cumplir las exhibiciones, pero no plantean una técnica para llevarlas a la práctica.

4.6.2 Exhibiciones transparentes

Actualmente el conocimiento sobre cuáles son los principios por los cuales funcionan los artefactos tecnológicos que se utilizan en la vida diaria se encuentra restringido a un pequeño sector. Esta falta de conocimiento en la mayoría de las personas incluye los medios de comunicación. Debido al uso extensivo de computadoras, aparatos electrónicos, etc., el proceso para transmitir una idea (el medio) es cada vez menos entendido. Esta situación ha convertido los medios en verdaderas “cajas negras” es decir en complicados dispositivos, usualmente electrónicos, cuyo mecanismo está escondido y representa un misterio para el usuario. La mayoría de las personas pueden opinar sobre los mensajes transmitidos por la televisión o internet, pero la mayoría desconoce cómo funcionan éstos.

Una exhibición de un museo de ciencia también es un medio de comunicación y en él sucede lo mismo que en los otros. Ante el uso excesivo de computadoras u otras tecnologías complejas, el público puede tener la sensación de no entender la idea o ideas que se presentan o bien tener cierto grado de escepticismo ante la exposición. Esto tal vez se debe a que el público no es capaz de constatar por él mismo la idea, es decir, porque se encuentra ante una representación de la realidad y no ante la realidad misma. Además, muchas personas están acostumbradas a desconfiar de los medios de comunicación, donde por diversas razones, no siempre se transmite la realidad. Un caso muy ilustrativo de esto es la transmisión por televisión de la llegada del hombre a la Luna. Muchas personas no creyeron que semejante hazaña pudiera ser cierta. Incluso, se pensó que se había montado la escena usando la tecnología de la televisión como parte de la propaganda del gobierno estadounidense en su carrera por la conquista del espacio.

Otro caso similar se presentó en el museo de ciencias del Instituto Franklin.³⁷¹ En una exhibición llamada la *Torre de gravedad*, se mostraba cómo descendía una canica desde una altura de seis metros, y luego pasa a través de un disco curvado describiendo arcos. La exhibición intentaba mostrar cómo actúa la fuerza de atracción gravitacional. Cuando se les preguntó a los visitantes por qué la canica terminaba cayendo a través de un orificio situado en el centro del disco, algunos respondieron que debía haber un imán oculto por debajo.

³⁷¹ Borun, Minda, Massey, Christine y Thu Lutter. (1993). “Naive Knowledge and the design of Science Museum Exhibitions”. *Curator: The Museum Journal*, vol. 36, no 3, pp. 201-219.

Cuando se desconoce cómo funciona un medio también se desconocen sus alcances y esto genera desconfianza. Por supuesto que la duda e incredulidad del visitante en un museo de ciencia es deseable pero sólo cuando se encuentra ante una realidad accesible a él, de lo contrario, sus dudas se convierten en especulaciones.

A partir de estas consideraciones, creemos que una exhibición puede ser más eficiente si además de mostrar con claridad la idea para la cual fue diseñada, su funcionamiento es transparente a los ojos del espectador, es decir, cuando su funcionamiento se evidencia. A las exhibiciones basadas en este principio las llamaremos “exhibiciones transparentes”. Dentro de éste tipo de exhibiciones podemos distinguir dos clases que describimos a continuación:

Exhibiciones híbridas. Este tipo de exhibiciones tienen la intención de presentar un mensaje principal y, al mismo tiempo, mostrar el funcionamiento de la exhibición para explicar otra idea. Las exhibiciones híbridas pueden incitar a los visitantes a establecer analogías. Estas exhibiciones tienen la ventaja de dotar a la exposición general de varias lecturas y, con ello, se puede atraer la atención de un público más amplio, pues satisface un espectro más de intereses. También permiten al público interesado hacer conexiones entre fenómenos o ideas aparentemente inconexas.

Exhibiciones simples. El mensaje de estas exhibiciones es único. Por lo general éste se refiere al funcionamiento de la exhibición.

4.6.3 El problema de la carga teórica

En la actualidad, el uso de tecnología de punta está cada vez más ligado a la investigación científica. A simple vista, existen conceptos que no pueden explicarse si no es a través de compleja teorías y experimentos que involucran observaciones indirectas, para cuya realización, se hace necesario el uso de dicha tecnología. Temas de esta envergadura plantean un problema al querer llevarlos a las salas de los museos. En algunos casos, es prácticamente imposible reproducir los experimentos que los sustentan. Esto se puede deber a factores como la dimensión de los espacios donde se debe llevar a cabo los experimentos, el costo de los experimentos, la duración de los procesos, etc. No obstante todos estos problemas, Wagensberg³⁷² afirma que dentro de un museo de ciencia:

“El elemento museológico y museográfico prioritario es la realidad, esto es, el objeto real o el fenómeno real. El texto, la voz, la imagen, el juego, la simulación, la escenografía o los modelos de ordenador son elementos prioritarios en otros medios, como las publicaciones, la televisión, el cine, el parque temático, las clases, las conferencias, el teatro, etc. Una exposición nunca debe basarse en tales accesorios, es decir, una exposición de accesorios de la realidad puede ser muchas cosas, pero no una exposición.”

Aunque en cierto sentido la afirmación de Wagensberg es razonable, sí la tomáramos al pie de la letra entonces nos encontraríamos ante la disyuntiva de, o bien no tocar temas como los que antes

³⁷² Wagensberg, Jorge. (2000). “Principios fundamentales de la museología científica moderna”. *Alambique: Didáctica de las Ciencias experimentales*, Vol. 26, pp. 15-20.

planteamos en los museos o bien, reproducirlos a cualquier costo sin importar si los visitantes los entienden o no.

En muchos casos esto último es lo que ha ocurrido pues, en la planeación de las exhibiciones no se considera el llamado “problema de la carga teórica”.

El término “carga teórica” fue acuñado por Russell Hanson³⁷³ en el capítulo “*Observation*” de su libro “*Patterns of Discover. An Inquiry into the Conceptual Foundations of Science*”. El problema de la carga teórica es el resultado de una larga discusión sobre la relación entre experiencia y conocimiento. En la *Crítica de la razón pura* de Kant, afirma: “aunque nuestro conocimiento comienza *con* la experiencia, no por eso se origina todo él *en* la experiencia”³⁷⁴. A partir de los trabajos de Kant se desata una amplia discusión en la filosofía de la ciencia que como Olivé y Pérez Ransanz³⁷⁵ señalan, la clase de preguntas planteadas son “¿Cuál es el papel de la observación en la formación de conceptos, en el planteamiento de problemas, en la formulación de las teorías y en su contrastación? ¿Son lo mismo, estrictamente hablando, la experiencia y la observación? ¿Hay observaciones puras, es decir, observaciones que no estén prejuiciadas ni contaminadas en sentido alguno por las teorías? ¿O es el caso, más bien que toda observación requiere de creencias o conocimientos previos, y más aún, que las observaciones siempre se realizan bajo la influencia de alguna concepción acerca del mundo?...” Russell Hanson da respuesta a estas dos últimas preguntas. Para él, toda observación requiere de creencias o conocimientos previos. A estos conocimientos es precisamente a los que él llama “la carga teórica”. Para ilustrar este problema Hanson cita un ejemplo de Pierre Duhem: “Entre en un laboratorio, acérquese a una mesa atestada de aparatos, una batería eléctrica, alambre de cobre con envoltura de seda, pequeñas cubetas con mercurio, bobinas, un espejo montado sobre hierro; el investigador está insertando en pequeñas aberturas los extremos metálicos de unas clavijas con cabeza de ébano; el hierro oscila y el espejo sujeto a él envía una señal luminosa sobre una escala de celuloide; los movimientos de vaivén de esta mancha luminosa permiten al físico observar las pequeñas oscilaciones de la barra de hierro. Pero pregúntele qué está haciendo. ¿Le contestará “estoy estudiando las oscilaciones de una barra de hierro que transporta un espejo”? No, dirá que está midiendo la resistencia eléctrica de las bobinas. Si usted se queda atónito, si usted le pregunta que significan sus palabras, qué relación tiene con los fenómenos que ha estado observando y que usted ha advertido al mismo tiempo que él, le contestará que su pregunta requiere de una larga explicación y que usted debería seguir un curso de electricidad”.

Por su parte, Piaget y García, en *Psicogénesis e historia de la ciencia*, afirman:

³⁷³ Russell Hanson. (2005) “Observación” en Olivé, León y Pérez Ransanz, Ana R. (Comp.). *Filosofía de la ciencia: teoría y observación*. México, Ed. Siglo XXI. Segunda edición.

³⁷⁴ Kant, Immanuel. (2005). *Crítica de la Razón Pura*. México, Editorial Porrúa “Sepan cuantos”, pp. 27.

³⁷⁵ Olivé, León y Pérez Ransanz, Ana R. (2005). *Filosofía de la ciencia: teoría y observación*. México, Ed. Siglo XXI. Segunda edición, pp. 11

“Como hemos señalado [...] un observable, por elemental que sea, supone más que un simple registro perceptivo, puesto que la percepción como tal está ella misma subordinada a los esquemas de acción.”³⁷⁶

Un hecho es producto de la composición entre una parte provista por los objetos y otra construida por los sujetos. La intervención de estos últimos es tan importante que puede llegar a la deformación –o aún más– a la represión o rechazo del observable, lo cual desnaturaliza el hecho en función de la interpretación.

Piaget y García citan el siguiente ejemplo: se pidió a unos niños lanzar una piedra amarrada con un hilo. Tenían que hacerla girar en círculos para hacerla entrar en una caja situada delante de ellos. Los niños descubrieron rápidamente el truco: había que lanzar la piedra tangencialmente desde ciertas posiciones precisas. Si se representa el círculo (descrito por la piedra) con un cuadrante horario horizontal y las posiciones de la piedra se representan con las horas marcadas en el cuadrante, el lanzamiento tenía que realizarse cerca de las 3 o 9 horas. Cuando se les interrogó sobre lo que habían hecho, los niños creen haber lanzado el proyectil justo enfrente de la caja –desde la posición correspondiente a las 12 horas–. En esa afirmación se ve claramente una deformación del observable en función de una falsa interpretación, según la cual un proyectil no puede llegar a su blanco a menos que la trayectoria entre quien lanza y el blanco sea en línea recta.

Para llegar a una mejor comunicación dentro del ámbito de los museos, el problema de la carga teórica debe ser considerado a fondo. No basta con mostrar la realidad, pues como se ha señalado, la observación de algunos fenómenos requiere de conocimientos previos que muchas veces no son considerados ni en el diseño de las exhibiciones ni en los guiones museográficos.

En este sentido, las exhibiciones transparente pueden ser una solución; dado que, como hemos dicho, las exhibiciones transparentes muestran fenómenos reales observables directamente, estas pueden ser utilizadas para hacer analogías con otros fenómenos que no son directamente observables. Con esto también estaríamos salvando la condición de Wagensberg de que el elemento prioritario de un museo es el objeto real y el fenómeno real.

4.6.4 El problema de las ideas previas o preconceptos en los museos

Como se dijo, uno de los problemas de la comunicación de la ciencia en los museos tiene que ver con la transparencia del medio (exhibición). Sin embargo, mostrar hechos y fenómenos científicos no garantiza que lo que se quiere mostrar sea entendido correctamente. Por un lado, todos los seres humanos formamos nuestra propia explicación del mundo, en particular, formamos explicaciones acerca de las causas de los fenómenos naturales. Estas explicaciones pueden estar fundadas tanto en experiencias como en razonamientos propios y constituyen nuestra concepción del mundo. Desafortunadamente, en muchos casos, estas explicaciones resultan ser erróneas pero, dado que están basadas en nuestra propia

³⁷⁶ Piaget, Jean y García, Rolando. (1989). *Psicogénesis e historia de la Ciencia*. México, Siglo XXI editores, pp. 23-24

experiencia y que dudar de ella parece ser poco razonable, estas explicaciones o creencias suelen ser sumamente persistentes aun cuando alguien las ponga en duda. A estas creencias erróneas se les ha llamado en la literatura especializada, de muy distintas formas: preconceptos, errores conceptuales, ideas previas, conocimiento naïf, concepciones alternativas etc. La gran variedad de nombres que este tipo de creencias toman en la literatura, nos da idea tanto de la amplitud de estos estudios como de las posiciones que los diversos autores toman ante ellas. Por ejemplo, el término “error conceptual” ha sido criticado por ser aparentemente peyorativo mientras que los términos “preconceptos”, “ideas previas” pretenden ser más neutrales. El término “conocimiento naïf” no parece ser muy apropiado como se discutirá más adelante.

Hasta hace muy poco los estudios sobre los preconceptos se han enfocado a dar una explicación sobre la formación de creencias erróneas. El trabajo de Minda Borun es ejemplo de estos estudios. En un estudio realizado en el Museo de Ciencia del Instituto Franklin sobre *conocimiento naïf* (concepciones erróneas), Borun³⁷⁷ y sus colaboradores encontraron que los visitantes, sin importar de que se tratase de adultos o niños y aun habiendo recibido durante mucho años instrucción científica formal, creaban sus propias ideas acerca de cómo funciona el mundo, Más aún, encontraron que los estudiantes capaces de dar respuestas elaboradas a interrogantes científicas, no recurrían a estos aprendizajes en sus experiencias fuera del salón de clases. Por lo tanto, su interpretación de algunas exhibiciones del museo está basada en concepciones erróneas.

En particular, los investigadores preguntaron a los visitantes qué ideas tenían sobre la fuerza de gravedad y que tanto los habían impresionado las exhibiciones del museo para confrontar sus ideas y cambiarlas. Al cuestionar a los visitantes sobre las causas de la gravedad, algunas de las respuestas afirmaban que, sin presión atmosférica, los objetos debían flotar; que la gravedad era causada por la rotación terrestre; que se debía al campo magnético de la Tierra y, por último, a la fuerza de gravedad del Sol.

Al estudiar detenidamente la creencia de que la presión atmosférica es la causa de la gravedad, Borun encontró que, los visitantes que sostenían esta creencia se referían siempre a las imágenes vistas de astronautas en el espacio.

Así, Borun concluyó que, estos errores se basan en una mala interpretación de la información –en ocasiones veraz y compleja– y en errores de razonamiento.

Al examinar detenidamente la naturaleza de los conceptos erróneos podemos darnos cuenta que consisten en el establecimiento de relaciones causales, es decir, las explicaciones que hacemos sobre los fenómenos naturales se basan en establecer relaciones entre uno o más fenómenos como causantes de otros. Así, el problema de la justificación de los conceptos erróneos es, en muchos casos, un problema de justificación de relaciones causales.

³⁷⁷ Borun, Minda, Massey, Christine y Thu Lutter. (1993). “Naive Knowledge and the design of Science Museum Exhibitions”. *Curator: The Museum Journal*, vol. 36, no 3, pp. 201-219.

El problema de la justificación de las relaciones causales en la filosofía de la ciencia se remonta a los trabajos de David Hume. En la obra "Investigaciones sobre el entendimiento humano." Hume plantea lo siguiente: "...incluso después de haber tenido experiencia en las operaciones de causa y efecto, nuestras conclusiones tomadas a partir de estas experiencias, *no* están fundadas en el razonamiento o proceso alguno del entendimiento"³⁷⁸.

"Al investigar sobre el choque de dos bolas de billar, se observa que ha sido efecto de una causa ¿Cómo tiene lugar tal suceso? Ante todo a la contigüidad de las bolas. En segundo lugar se reconoce una prioridad temporal respecto de la causa respecto al efecto. En tercer término, se piensa en una conexión necesaria entre uno y otro. Ahora bien, la necesidad de la sucesión de un hecho (causa) respecto de otro (efecto) no puede derivarse por mero razonamiento. De la idea de triángulo se infiere que la suma de los ángulos que lo forman es igual a dos rectos. El efecto en cambio no es deducible de la mera causa."³⁷⁹

Las relaciones causales no pueden deducirse a través de razonamientos matemáticos o lógicos. Aunque en el lenguaje cotidiano utilizamos conectivos lógicos para establecer relaciones causales como "Si el cielo esta nublado entonces lloverá" la lógica proposicional no posee conectivos que establecen relaciones causales, la implicación material "Si...entonces..." de ninguna forma es una relación causal. Si fuese cierto esto, bastaría con que nuestros enunciados acerca de la realidad cumplieren con las reglas de valides de la implicación material para establecer relaciones causales correctas.

Volviendo al trabajo de Borun, debemos preguntarnos ahora si realmente los errores conceptuales se deben a una mala interpretación de la información y a errores de razonamientos, como ella afirma. Al parecer la respuesta a esta cuestión es negativa. Desde el punto de vista de la lógica proposicional, no existe ningún error cuando, al observar un astronauta en el espacio construimos los siguientes enunciados: "En el espacio no hay atmosfera" y "Los astronautas flotan en el espacio". A partir de estos dos enunciados verdaderos podemos construir la implicación material "Si en el espacio no hay atmosfera entonces los astronautas flotan en el espacio" la cual resulta ser también verdadera pues tanto el antecedente como la conclusión son ambos verdaderos. Así, los razonamientos lógicos de los visitantes pueden ser perfectamente válidos. ¿Se deben entonces los errores conceptuales a una mala interpretación de la información? Más que una mala interpretación, el problema parece estar en los razonamientos inferenciales; las personas que han dado esta respuesta sobre la presencia de atmosfera como causa de la gravedad, han tenido también la experiencia de que en la tierra los cuerpos no flotan y que en la tierra hay atmosfera. Así la teoría sobre la atmosfera como causa de la gravedad constituye una generalización de estas dos observaciones es decir un razonamiento inferencial. El problema con los razonamientos inferenciales aplicados a fenómenos naturales es, que aun contando con un conjunto de observaciones muy grande que confirman una relación causal, nunca podemos tener la certeza sobre la valides de nuestra generalización pues existe siempre la posibilidad (por muy pequeña que sea) de encontrar una observación que contradiga lo que hasta el momento hemos observado. En la historia de

³⁷⁸ Hume, David. (2004). *Investigaciones sobre el entendimiento humano*. México, Editorial Gernika, pp. 43

³⁷⁹ Larroyo, Francisco. (1977) en "Análisis" de Hume, *Tratado de la naturaleza humana*. México, Editorial Porrúa, pp. 8

la ciencia podemos encontrar múltiples ejemplos de ello. Llamar a los conceptos erróneos, “conocimiento naïf” no parece ser un término muy adecuado pues esta clase de inferencias dista mucho de ser ingenua: ¿Quién podría decir cuando un conjunto de observaciones es lo suficientemente grande como para asegurar la completa veracidad de una generalización?

Los estudios citados evidencian que en el ámbito escolar o en un museo de ciencias no basta con mostrar hechos o fenómenos científicos, pues las concepciones erróneas suelen ser muy persistentes. Para modificar estos errores, Borun propone un método muy interesante: montar exhibiciones para demostrar explícitamente la imposibilidad o la falsedad de algunas creencias. En lugar de mostrar qué es la gravedad, hay que exhibir qué *no es lo es*, siempre sobre la base de las creencias reportadas. Se deben montar, por ejemplo, exhibiciones donde se demuestre que, aun sin aire, los cuerpos siguen cayendo o bien que la rotación tiende a alejar los cuerpos y no a atraerlos hacia el centro de giro.

Aunque, como hemos vistos, la lógica no puede ayudarnos a construir relaciones causales ni tampoco ayudarnos con el problema del razonamiento inductivo, es posible que pueda ayudarnos en el problema de la eliminación de los conceptos erróneos. La idea es la siguiente: El trabajo de Borun muestra que, aun después de haber recibido cierta instrucción en el ámbito escolar, las personas perseveran en creer lo que su experiencia les señala. ¿Cuál es la razón de la persistencia de estas creencias? Por experiencia sabemos que la realidad es compleja, los hechos que se nos presentan en la vida cotidiana tienen muchas causas, es decir, no sólo dependen de un solo factor sino que dependen de varias variables; supongamos que observamos por ejemplo que la presión de un gas depende de la temperatura y formamos con esta observación una proposición P . Más tarde aprendemos que la presión de un gas depende del volumen lo que constituye una nueva proposición Q . Las proposiciones P y Q son proposiciones distintas, una no es la negación de la otra y por tanto pueden coexistir dentro de nuestra concepción del mundo, así podemos formar la conjunción $P \& Q$. De la misma forma, si yo creo que la gravedad se debe a la presencia de atmosfera y llamamos a esta creencia A , el aprender en la escuela la proposición B “la gravedad depende de la masa” dicha proposición, no contradice mi creencia primera pues B no es equivalente a $\sim A$. Mi sistema de creencias sigue siendo lógicamente consistente, es decir a partir de él no puedo deducir simultáneamente la proposición A y su contraria $\sim A$. El resultado de esto es, que por mucho que aprendamos en la escuela que la gravedad depende de la masa o que incluso, se nos muestre el experimento de Cavendish en un museo, dichas experiencias no constituyen la refutación lógica de mi primera experiencia A . Los experimentos negativos propuestos por Borun, es decir, las exhibiciones que no nos dicen cómo es la realidad sino cómo *no es*, son precisamente lo que necesitamos para refutar los conceptos erróneos. La investigación sobre la efectividad de los experimentos negativos como agentes para eliminar conceptos erróneos abre una nueva posibilidad para contribuir en la educación, sin embargo, habrá primero que luchar en contra del discurso museográfico tradicional.

Capítulo V. El Jardín de la Ciencia Ixaya

5.1 Introducción

En el capítulo pasado hemos explicado qué es lo que entendemos por un espacio democrático para la comunicación pública de la ciencia y hemos aplicado estas ideas concretamente al caso de espacios museográficos. Sin embargo, no debemos perder de vista que estos espacios museográficos –los jardines de ciencia- se inscriben dentro de nuestro modelo intercultural y que, según este modelo, su principal finalidad es que la ciencia sea reconocida como un conjunto de elementos apropiables y en donde se pueda devolver a la comunidad donde estos jardines se instalen, una imagen organizada y digna de su propia capacidad de creación cultural. Hecha esta aclaración, comenzamos con el capítulo quinto.

Una de las principales preocupaciones que surgió desde que se planteó este trabajo de investigación fue la imposibilidad de llevar a la práctica todo el trabajo generado de la investigación teórica. Sabíamos que debido a la naturaleza de este trabajo, es decir, que al hablar acerca de establecer nuevas formas de comunicar la ciencia, la carencia de estudios de campo y la corroboración de nuestras hipótesis resultaría en una grave deficiencia metodológica. En resumen ¿Cómo podríamos afirmar que un jardín de ciencia es un buen medio para lograr la apropiación de la ciencia sin un jardín? ¿Cómo podríamos constatar por ejemplo que la utilización de analogías y contraejemplos en las exhibiciones museográficas podrían resolver el problema de las ideas previas sin haber diseñado ninguna exhibición con estas características y mucho menos haberla puesto a prueba? ¿Cómo corroborar que las exhibiciones transparentes propuestas en este trabajo, permiten una mejor comprensión de algunos temas?

Así, aunque teníamos el ofrecimiento del jardín Weizmann (recién inaugurado en mayo de 2009 en la Ciudad de México) para llevar a cabo estudios de evaluación de sus exhibiciones, estas no cumplían con las características que habíamos propuesto en nuestro trabajo teórico, características que precisaban ser desarrolladas y evaluadas.

Teniendo todo esto en cuenta, la Dra. Julia Tagüeña se dio entonces a la labor de gestionar fondos para poder llevar a cabo nuestros estudios y a principios de este mismo año, se firmó un convenio con CONACYT a través de los fondos mixtos del Gobierno del Estado de Morelos para poder construir un jardín de la Ciencia en Jiutepec Morelos.

En dicho convenio, la Dra. Tagüeña y yo -en calidad de estudiante asociada al proyecto-, nos comprometimos a llevar a cabo el guión museológico, el diseño de las exhibiciones y todo aquello que fuese necesario para comenzar a construir el jardín. Por su parte, un empresario del estado de Morelos se comprometió a proporcionar el espacio donde se construirá el jardín y a aportar los fondos necesarios para que las exhibiciones fuesen construidas e instaladas.

A pesar de que el jardín de Morelos no sería un jardín público, es decir, pertenecería a la iniciativa privada, y se planeó un costo de entrada, mi compromiso era desarrollar el jardín como si se tratase de un espacio público.

Para realizar este trabajo se conformó un equipo interdisciplinario que incluía a un arquitecto, un grupo de diseñadores gráficos, un diseñador industrial, algunos asesores científicos y de divulgación, etc.

A continuación presentamos los resultados de este trabajo.

5.2 Sobre del guión del Jardín y su estructura

Para comenzar esta sección, nos gustaría hablar acerca de la estructura general de un guión museológico. El guión museológico es la unión de tres guiones parciales: el guion temático, el científico y el museográfico³⁸⁰.

El guión temático es la primera fase en la cual se presentan los temas y subtemas que conformarán cada sección de la exposición. En él, se plantea el objetivo general y la justificación de la propuesta. Se define el mensaje principal y el público al que va dirigido.

En el guión científico, se profundiza la información de cada tema y subtema, se plantean posibles equipos, con sus respectivos objetivos y se elaboran cédulas tentativas.

Finalmente para elaborar el guión museográfico, se tomando como base los dos guiones anteriores, se discuten las propuestas de los equipos y se realizan los bosquejos y esquemas de estos.

Aunque existen diversas formas de escribir un guión, podemos distinguir dos tipos principales: Aquellos donde existe una secuencia narrativa y por tanto, la forma en que se recorren las exhibiciones debe realizarse de una forma predeterminada y aquellos donde no existe una relación secuencial entre los elementos de la exhibición y esta puede recorrerse de forma aleatoria.

Ambos tipos de guión presentan ventajas y desventajas. El primer tipo de guión tiene la ventaja de que, mediante todo el conjunto de equipos puede construirse un discurso más o menos coherente y mostrar al final una idea general. Este tipo de guiones es frecuentemente utilizado como recurso didáctico pues las ideas pueden ser explicadas de forma progresiva. Sin embargo, posee la desventaja de que cuando no se sigue el recorrido planeado, la comprensión de la exhibición se ve seriamente afectada.

³⁸⁰ Sánchez Mora, Carmen y Tagüeña, Julia. (2003). "Exhibir y Diseñar ¿Para quién? La Visión del Público en los Museos de Ciencia". *Elementos: ciencia y cultura*, 29-35.

El segundo tipo de guión tiene la ventaja de que se adapta más a la forma normal en la que los visitantes suelen recorrer las exhibiciones, es decir de forma más o menos aleatoria. Sin embargo, este tipo de guiones no poseen la riqueza narrativa de los del primer tipo.

En nuestro caso hemos querido lograr un guión que sea una mezcla de ambos, es decir lograr una exhibición cuyos equipos puedan ser comprendidos sin importar la secuencia que se haya seguido para recorrer la exhibición, pero también nos ha interesado conservar varias líneas narrativas. Para lograr esto hemos seguido la siguiente estrategia. En primer lugar, el guión está dividido en nueve temas generales. Estos temas son: Hidrostática, Conservación de la energía, Transformación de la energía, Arte y Energía, Ondas Sonoras, Óptica, Matemáticas, Biodiversidad y Astronomía.

Cada tema cuenta con varios equipos que muestran subtemas del tema principal. Por ejemplo, en la sección dedicada a hidrostática se encuentran tres equipos. El primero de ellos muestra el principio de Arquímedes y de Pascal, el segundo la diferencia entre presión y fuerza y por último, el tercero muestra el concepto de presión hidrostática. Así, cada equipo puede ser comprendido independientemente uno del otro.

Ahora bien, para dar continuidad a la narración entre los temas, utilizamos equipos en cada sección que sirven de conexión con el siguiente subtema, es decir, además de mostrar su propio subtema, sugieren o hacen referencia de forma implícita al siguiente tema. Por ejemplo, en el caso del tema de hidrostática, la fuente de Herón cumple con ésta función: Utilizamos la fuente de Herón para hablar de la presión hidrostática pero el funcionamiento mismo de la fuente, puede sugerir al visitante la idea de que se trata de una máquina de movimiento perpetuo y que por tanto viola el principio de conservación de la energía. Esto se debe al hecho de que si sólo se observa la copa superior de la fuente, el agua sale por la parte inferior de la copa mientras que por otra tubería, la copa se vuelve a llenar. Así la fuente da la apariencia de que puede funcionar indefinidamente. En el anexo A puede verse la explicación del funcionamiento de la fuente y un esquema de ésta.

Tomando esto en cuenta, decidimos que el siguiente equipo (sobre el tema de conservación de la energía) debía ser precisamente una máquina que pretendía ser un móvil perpetuo. La máquina que elegimos fue inventada por Mariano di Iacomo en 1438 y también puede verse en el anexo A.

La imposibilidad del movimiento perpetuo nos permite hablar acerca de la conservación de la energía y de la segunda ley de la termodinámica.

Así, en cada sección, podemos encontrar equipos que establecen conexiones con otros temas o con otros equipos permitiendo así, varias líneas narrativas.

Por otra parte, el mismo mecanismo de los equipos nos permitió introducir algunas otras ideas que aunque en segundo plano, están presentes a lo largo de todo el jardín. En la figura 2 se muestra de forma esquemática cómo están relacionados los temas del guión. Con flechas rojas se representan la secuencia narrativa principal y el equipo (o en su caso la cédula explicativa) que sirve como vínculo entre los temas del guión. Con líneas azules se muestran los equipos u otros recursos que establecen

relaciones entre distintos grupos temáticos permitiendo otras lecturas coherentes que, aunque fuera de la secuencia principal, muestran otros enfoques importantes.

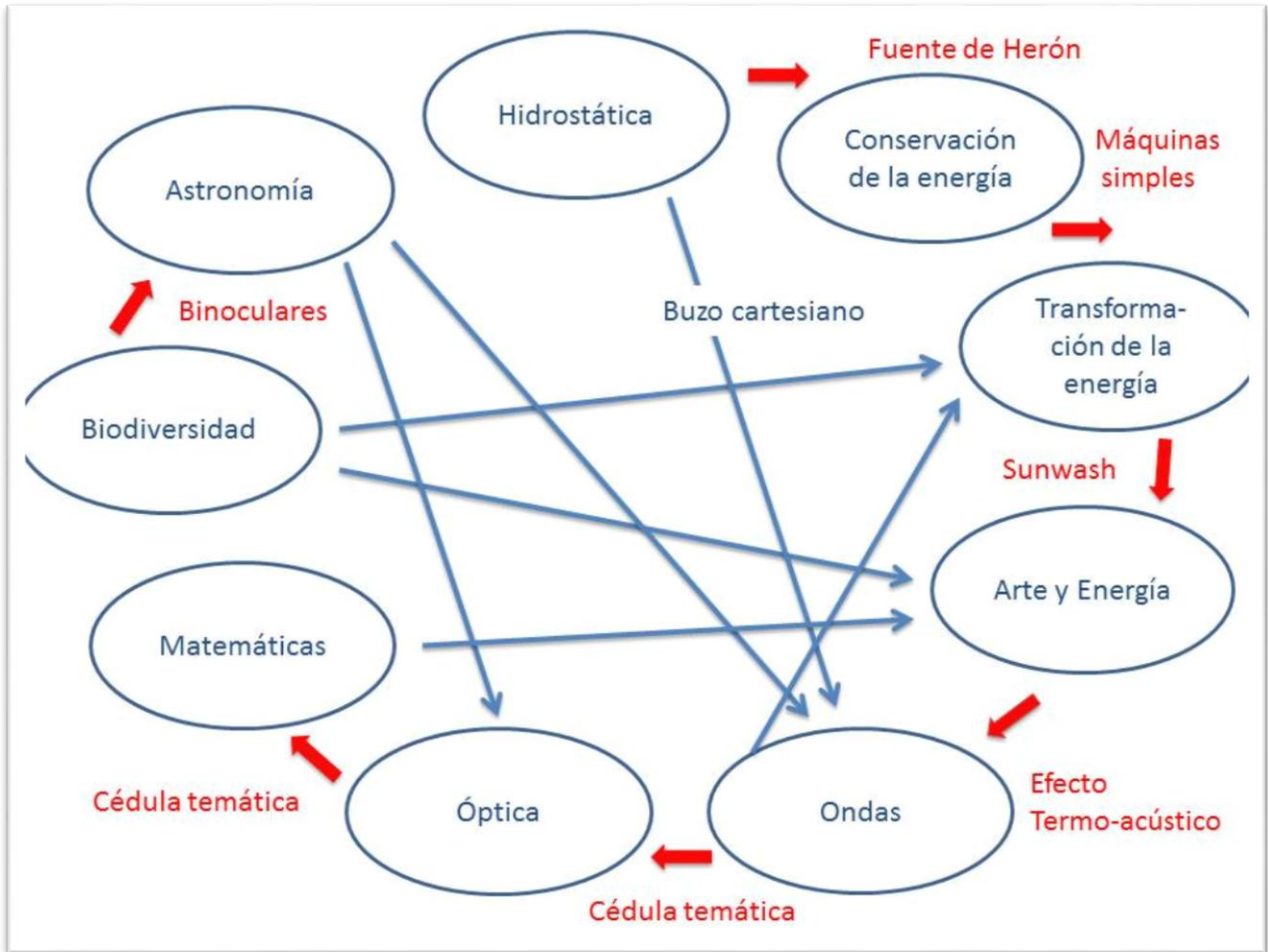


Figura 2. Diagrama de la estructura del guión museográfico

A continuación presentamos el guión museográfico del jardín. En él, además de enumerarse los temas del jardín y los equipos elegidos para explicar cada uno de ellos, se presentan algunos otros características y elementos que más adelante detallaremos.

Equipo	Objetivo	Descripción	Máquina simple asociada	Autómata	Posibles ideas previas	Tipo de inter-actividad	Cédulas
1. Hidrostática							
1.1 Buzo cartesiano	Mostrar el principio de Pascal y el principio de Arquímedes.	Este equipo consta de tres cilindros transparentes con pistones movidos por un árbol de levas. Los cilindros están llenos de agua y dentro de cada uno hay un pequeño "buzo". El buzo es un pequeño objeto con una burbuja de aire en su interior y con un orificio.	Rueda y eje	No	Confusión entre el concepto de masa y densidad	Manual	Cédula temática, cédula de equipo y cédula de instrucción ilustrada
1.2 Gato o prensa hidráulica	Mostrar una aplicación tecnológica del principio de Pascal. Mostrar la diferencia entre presión y fuerza.	Un gato o prensa hidráulica cuyos émbolos son de distinto diámetro.	No	No	Confusión entre presión y fuerza	Manual	Cédula de equipo y cédula de instrucción ilustrada
2. Conservación de la energía							
2.1 Fuente de Herón	Dar un ejemplo del aprovechamiento de la energía mecánica, su conservación y sus transformaciones	La fuente de Herón consta de tres depósitos unidos convenientemente por tubos. El recipiente intermedio está lleno de agua y el de abajo vacío. Dichos recipientes están cerrados herméticamente. El recipiente de arriba, por el contrario está abierto y bastará que se vierta en él agua para que salga un surtidor que fluirá hasta que toda el agua pase de la vasija llena a la vacía.	Ninguna	No	Es posible el movimiento perpetuo	Manual	Cédula temática, cédula de equipo y cédula de instrucción ilustrada

Equipo	Objetivo	Descripción	Máquina simple asociada	Autómata	Posibles ideas previas	Tipo de inter-actividad	Cédulas
2.2 Máquina de movimiento perpetuo	Una de las ideas que puede sugerir la fuente de Herón es que ésta puede funcionar indefinidamente. La idea detrás de esta creencia es la posibilidad del movimiento perpetuo.	Esta máquina fue descrita por Mariano di Lacombe en 1438. Se trata de una rueda con un número impar de brazos colocados radialmente. Cada brazo posee una articulación de tal forma que puede doblarse hacia un sólo lado. Como el número de brazos es impar, en cualquier posición que se encuentre la rueda siempre estará fuera de equilibrio pues siempre habrá más brazos de un lado que del otro. Esto provocaría en principio un giro constante; sin embargo, la rueda acaba por detenerse debido a la fricción.	No	No	La energía puede convertirse íntegramente en trabajo	Mental	Cédula de equipo y cédula de instrucción ilustrada
3. Transformación de la energía							
3.1 Eolipila	Mostrar cómo se puede transformar la energía térmica en energía mecánica. Mostrar la ley de acción y reacción.	La eolipila es una máquina constituida por una esfera hueca, con tubos curvos por donde es expulsado vapor. La esfera está sostenida por un eje rotatorio de tal forma que cuando el vapor es expulsado, la esfera comienza a girar. Para evitar quemaduras se propone un diseño donde los tubos por donde sale el vapor están sumergidos en un espejo de agua.	Rueda y eje	No	Si un cuerpo está en reposo, entonces no actúan fuerzas sobre él	Mental	Cédula temática, cédula de equipo y cédula de instrucción ilustrada

Equipo	Objetivo	Descripción	Máquina simple asociada	Autómata	Posibles ideas previas	Tipo de inter-actividad	Cédulas
3.2 Columpio	Mostrar cómo se convierte la energía potencial en cinética, así como el fenómeno de la resonancia.	Un columpio es básicamente un péndulo. Mediante él, podemos hablar de la transformación de la energía cinética a potencial, y viceversa. Además, como en todo movimiento periódico pueden aparecer resonancias, aprovecharemos este hecho para introducir este concepto.	Rueda, eje, engranes	Sí	Un cuerpo pesado cae más rápido que uno ligero	Manual/emocional	Cédula de equipo y cédula de instrucción ilustrada
3.3 Juego de agua	Mostrar el funcionamiento del tornillo de Arquímedes y los molinos de agua	Este equipo consta de un tornillo de Arquímedes que es utilizado para elevar agua desde un reservorio hasta un canal por donde el agua puede fluir. El agua puede distribuirse por varios canales a distintos niveles y la caída del agua hace mover algunas norias.	Tornillo, ruedas y ejes	No	Sin identificar	Manual	Cédula de equipo y cédula de instrucción ilustrada
3.4 Excavadora y torre con poleas	Mostrar cómo funcionan la palanca, el plano inclinado y la polea.	Este equipo consta de varios elementos: Una excavadora, poleas para subir y bajar arena y resbaladilla. La excavadora es una pala mecánica donde un niño puede sentarse y excavar en la arena. La excavadora puede girar 360 grados. En otro módulo se encuentra una pequeña torre con escaleras y una resbaladilla. En la torre se encuentran varias poleas atadas a una cadena y un recipiente por donde los niños pueden subir y bajar arena. También es posible transportar arena mediante una polea puesta sobre un riel.	Polea, plano inclinado y palanca	No	El trabajo es todo aquello que implica un esfuerzo	Manual	Cédula de equipo y cédula de instrucción ilustrada

Equipo	Objetivo	Descripción	Máquina simple asociada	Autómata	Posibles ideas previas	Tipo de inter-actividad	Cédulas
3.5 Sube-baja	Mostrar cómo funciona una palanca.	El sube-baja que proponemos es una estructura por donde los niños pueden caminar. Al hacer esto el sube-baja se balancea.	Palanca	No	Se cree que al jugar no se hace ciencia	Manual	Cédula de equipo y cédula de instrucción ilustrada
3.6 Carrusel	Mostrar cómo se transmite el movimiento entre engranes.	El carrusel es un sistema de engranes a gran escala. Cuando los niños hacen girar el carrusel otros dos elementos conectados por medio de engranes también giran.	Engranes	Sí, trapiche con caballos	Se cree que al jugar no se hace ciencia	Manual/emocional	Cédula de equipo y cédula de instrucción ilustrada
3.7 Molino de viento	Mostrar como la energía eólica se puede transformar en energía mecánica.	Un molino de viento con un eje vertical para transmitir el movimiento a un autómata.	Ruedas, eje engranes	Sí, la niña que salta la cuerda	Sin identificar	Manual/emocional	Cédula de equipo y cédula de instrucción ilustrada
4. Arte y Energía							
4.1 Flor solar	Mostrar cómo se puede producir electricidad a partir de energía solar y otros posibles equipos de medición del clima.	Esta es una obra de arte-ciencia que se realizará a partir del diseño de Joaquín Fargas. En ella se utilizan celdas solares y se aprovechará esto para hablar de fuentes renovables de energía.	Engranes	No	Sin identificar	Manual/emocional	Cédula temática, cédula de equipo y cédula de instrucción ilustrada
4.2 Motor de Stirling solar "Sunwash"	Mostrar como el motor Stirling ha cobrado nuevo interés para el aprovechamiento de la energía solar y la cogeneración de energía.	Escultura solar, basada en el principio del Motor Stirling, que se realizará a partir del diseño de Oliver Hein. La máquina de Stirling clásica consta de una cámara que contiene aire y un pistón. Al ser calentado el aire de la cámara, éste se expande y empuja el pistón hacia arriba. Cuando el aire se enfría, el pistón vuelve a su posición inicial. Actualmente una de las modificaciones más notables que se han	No	No	Todos los motores necesitan de combustibles para funcionar	Mental/emocional	Cédula de equipo y cédula de instrucción ilustrada

Equipo	Objetivo	Descripción	Máquina simple asociada	Autómata	Posibles ideas previas	Tipo de inter-actividad	Cédulas
		hecho a estos motores es la sustitución del pistón mecánico por un líquido de trabajo. El Sunwash es un Stirling de esta última clase.					
5. Ondas							
5.1 Teléfono acústico	Mostrar cómo se propaga el sonido.	Estos teléfonos tienen la forma de una corneta y están conectados por tubos. El diseño propuesto consiste en un grupo de estos teléfonos donde el visitante no puede ver cómo están conectados. Para saberlo, tiene que probar mediante el sonido, es decir hablando y escuchando cuál corneta está conectada a otra.	Ninguna	No	El sonido viaja en línea recta	Manual	Cédula temática, cédula de equipo y cédula de instrucción ilustrada
5.2 Efecto termo-acústico	Explicar cómo funciona el efecto termo-acústico.	Consta de un tubo de vidrio o metal abierto de un extremo en cuyo interior se encuentra una cerámica porosa. El extremo cerrado del tubo es calentado por medio de una lente o bien por un espejo parabólico. Cuando el aire dentro del tubo se calienta produce sonido debido al efecto termo-acústico.	Ninguna	No	Sin identificar	Mental	Cédula de equipo y cédula de instrucción ilustrada
6. Óptica							
6.1 Ilusión de Ouchi	Nuestros sentidos pueden ser engañados.	El dibujo consiste en un tablero de rectángulos negros y blancos colocados horizontalmente. En el centro del dibujo se encuentra un disco con un tablero similar al del fondo pero girado noventa grados. Cuando se observa el dibujo, el disco parece flotar sobre el fondo. El efecto se magnifica	Por definir		Sin identificar	Mental	Cédula temática, cédula de equipo y cédula de instrucción ilustrada

Equipo	Objetivo	Descripción	Máquina simple asociada	Autómata	Posibles ideas previas	Tipo de inter-actividad	Cédulas
		cuando el dibujo se mueve en diagonal.					
6.2 El pájaro y la jaula	Mostrar cómo la persistencia de la visión produce la sensación de movimiento.	Se trata de un disco que gira sobre un eje horizontal. En una cara del disco hay un dibujo, como por ejemplo un pájaro y en la cara posterior una jaula. Al hacer girar el disco el pájaro parece estar dentro de la jaula.	Rueda y eje	No	Sin identificar	Manual/emocional	Cédula de equipo y cédula de instrucción ilustrada
6.3 Caleidoscopio	Mostrar cómo la luz se refleja en los espejos formando imágenes.	Se trata de un gran caleidoscopio donde el visitante podrá asomarse para ver la reflexión de la luz en múltiples formas y colores.	Ninguna	No	Sin identificar	Mental	Cédula de equipo y cédula de instrucción ilustrada
7. Matemáticas							
7.1 Laberinto	Las matemáticas son mucho más que resolver cuentas. Desde el punto de vista de las matemáticas, un laberinto es un problema de topología. Hay muchos laberintos históricos famosos.	El laberinto propuesto, es un laberinto de "mano derecha". La razón de este nombre se debe a que cuando se recorre esta clase de laberintos apoyando la mano derecha a la pared de este, siempre se logra salir de él.	Ninguna	No	Sin identificar	Mental	Cédula temática, cédula de equipo y cédula de instrucción ilustrada
7.2 Puentes de Königsberg	La impresión que la mayoría de las personas tienen acerca de las matemáticas es que éstas implican necesariamente cálculo numérico "hacer cuentas". Una de las ramas poco conocidas de las matemáticas es	En la ciudad alemana de Königsberg habían siete puentes sobre el río Pregel. Los paseantes se preguntaron cómo podría alguien recorrer todos los puentes de tal forma que sólo cruce una sola vez cada uno de	Ninguna	No	Sin identificar	Mental	Cédula de equipo y cédula de instrucción ilustrada

Equipo	Objetivo	Descripción	Máquina simple asociada	Autómata	Posibles ideas previas	Tipo de inter-actividad	Cédulas
	la teoría de gráficas que pocas veces involucra el cálculo numérico y muestra muy bien el carácter lúdico de las matemáticas.	los puentes. La respuesta a esta pregunta fue dada por Euler. Se buscará un diseño original para el lago del jardín.					
8. Biodiversidad							
8.1 Flores que se mueven como engranajes	Este autómata conectará a las máquinas con la flora del jardín.	Flores autómatas que coincidirán con el logo de Ixaya, es decir con la identidad gráfica del jardín, que se encuentra en el anexo A.	Engranajes	Flores que se mueven como engranajes	Las matemáticas y la biología no tienen ninguna relación.	Emocional	Cédula temática, cédula de equipo y cédula de instrucción ilustrada
8.2 La paloma de la paz y binoculares para ver aves	Este autómata conectará a las máquinas con las aves que visitan al jardín.	Un autómata que es una paloma que simula vuelo y unos binoculares para observar la variedad de aves de la zona.	Engranajes, poleas	Una paloma	Algunas aves como los zopilotes son nocivos pues son feos y sucios	Manual/mental	Cédula de equipo y cédula de instrucción ilustrada
8.3 Lotería de la biodiversidad	Una gran lotería con imágenes y cartas de la biodiversidad del Estado de Morelos. Este equipo requerirá darles las fichas a los visitantes o la presencia de un facilitador.	Una mueble con una lotería integrada para ocho jugadores. La lista de plantas y fotos se encuentra en el anexo B.	Ninguna	No	Las selva baja caducifolia no tiene ninguna utilidad para el ser humano	Manual	Cédula de equipo y cédula de instrucción ilustrada
9. Astronomía							
9.1 Observatorio astronómico	Se instalará un observatorio astronómico que permitirá hacer observaciones diurnas y nocturnas.	Observatorio con cúpula móvil y telescopio Schmidt-Cassegrain equipado con diversos oculares y filtros.	Ninguna	No	Sin identificar	Mental	Cédula temática, cédula de equipo y cédula de instrucción ilustrada
10.1 Ágora griega	Aquí se harán demostraciones al aire libre.	Ágora al principio del parque que permitirá realizar diversas actividades.	Todas para las demostraciones.	Demostraciones de autómatas	Dependerá de la lista de demostraciones.	Mental	Cédula introductoria al jardín

Para dar al lector una idea sobre la distribución espacial de los equipos del jardín y cómo se verá el jardín una vez construido, en la figura 3 se muestra el mapa del jardín Ixaya. Este mapa ha sido elaborado por el ilustrador Marcos Almada Rivera.



Figura 3. Mapa del jardín

5.2.1 Sobre las cédulas del jardín

Un elemento muy importante dentro de una exposición museográfica son las cédulas, es decir, los textos e imágenes que acompañan a cada parte de la exposición. En nuestro caso podemos distinguir cuatro clases de cédulas: la cédula de introducción, las cédulas temáticas, las de cada equipo y las cédulas de instrucción. En el primer caso, como su nombre lo indica, esta cédula tiene como objetivo explicar de forma general cuál es el fin de la exposición y qué puede encontrarse en ella. En nuestro caso, en esta cédula nos ha parecido importante presentar a los visitantes la idea de la ciencia como patrimonio cultural e invitarle, por medio de su participación activa, a apropiarse de ella. El texto completo de esta cédula, y el de todas las demás, pueden verse en el anexo B de éste trabajo.

Por su parte, en cada una de las cédulas temáticas se presentan, también de forma general, algunas ideas sobre el tema que aborda un conjunto de equipos. Como hemos dicho antes, en nuestro caso, la exposición aborda nueve temas generales.

En las cédulas de cada equipo se expresan ideas y conceptos particulares sobre cada uno de los temas. Generalmente estas cédulas van acompañadas de cédulas de instrucción, las cuales explican al visitante qué es lo que debe hacer para poner en marcha al equipo. En nuestro caso, hemos decidido no utilizar textos en este último tipo de cédulas, sino ilustraciones que muestran algunos personajes accionando un equipo. En la figura 4 se muestra una de estas cédulas de instrucción.



Figura 4. Ejemplo de cédula de instrucción

Por otra parte, debemos subrayar que aunque importantes para la comprensión de ideas o conceptos, la experiencia ha demostrado que generalmente los visitantes no suelen prestar mucha atención a estos elementos. Este problema se magnifica cuando de entrada el visitante se enfrenta a cédulas con textos extensos. Por ello, aunque realmente no existen parámetros para determinar cuál debe ser la extensión máxima de un texto que maximice la probabilidad de su lectura, hemos tratado de que la extensión de cada uno de nuestros textos no exceda a los ochocientos caracteres. Esta cifra proviene, según una de nuestras colaboradoras, de su experiencia al escribir las cédulas para algunas de las exposiciones del museo Universum. Por supuesto, el tener que explicar ideas y conceptos científicos en un muy reducido texto representa uno de los principales retos que se enfrentan al escribir una cédula museográfica.

Otro de estos retos es el siguiente: generalmente, al explicar un tema científico, es casi inevitable utilizar palabras cuyos significados expresan conceptos de carácter técnico y que resultan claves para la comprensión de la idea que se quiere explicar. En algunos casos estas palabras aparecen al pie de los textos de las cédulas explicativas de los museos dando la apariencia de una gran formalidad. En nuestro caso para evitar este tipo de formalidades que pueden desalentar la lectura y comprensión de estos conceptos –y por tanto comprometer la comprensión de la idea general- hemos decidido “intervenir” a nuestras propias cédulas. Estas intervenciones consisten en textos que dan la apariencia de ser grafitis hechos sobre las cédulas y en donde se marca literalmente el concepto que se quiere explicar. En cuanto al estilo de estas intervenciones podemos decir que en ocasiones estas pueden presentarse en forma de un dialogo entre dos personas que discuten sobre el concepto. En otras ocasiones se presentan como las reflexiones hechas por una sola persona. En la figura 5 se muestra un ejemplo de una de las cédulas que hemos realizado así como su intervención correspondiente.



5.3 Diseñando exhibiciones transparentes

Al diseñar una exhibición destinada a un espacio abierto, se plantean preguntas como ¿cuál es la principal diferencia entre una exhibición fuera del museo y una dentro de él?, ¿cómo se puede sacar provecho a las características de ambos espacios? De alguna forma, una exhibición dentro de un museo de ciencia da la sensación de estar en un ambiente controlado, como en un laboratorio. En este espacio las exhibiciones no pueden fallar, a menos que las piezas estén descompuestas o se encuentren en mantenimiento. El visitante tiene la certeza de que todo está preparado para mostrarle *algo* y esta sensación reafirma su idea de que la ciencia es infalible y todopoderosa.

Una exhibición que interactúa con elementos naturales (agua, aire, luz solar) y el cambio continuo de éstos, donde la funcionalidad depende de las condiciones climáticas y por supuesto de las propias habilidades del visitante, permite, como propone Wagensberg,³⁸¹ poner al visitante en la piel del científico. Con esto, se consigue mostrar la realidad: que la ciencia trabaja a partir de prueba y error y que el control de la naturaleza es uno de los principales retos a los que el científico se enfrenta.

La idea de utilizar elementos naturales como parte de las exhibiciones se concibe, como es de pensarse, en este tipo de espacios; tal vez por esto, se pueden encontrar muchas coincidencias entre las exhibiciones de distintas partes del mundo.

Al contrario de algunas exhibiciones que existen en los museos, una exhibición en un espacio público debe ser completamente autónoma. Se debe prescindir en estos casos de guías que controlen su funcionamiento o bien que más allá del uso de cedulas, no requieran de otra explicación para poder ser comprendidas.

Generalmente en los museos de ciencia algunas exhibiciones tienen que ser forzosamente manejadas por guías sobre todo por razones de seguridad. El problema con esta clase de exhibiciones es que están sujetas a horarios para poderlas observar. Así, si un visitante llega fuera de este horario o bien no le apetece oír la explicación de un joven guía, la audiencia de la exhibición se verá afectada. Por otra parte, cuando exhibiciones de esta clase son piezas centrales para poder entender algunas otras ideas o bien se deposita en ellas demasiado énfasis en el discurso museográfico, el resultado de omitir su visita, repercute tanto en la estructura misma del guión como en la comprensión por parte de los visitantes.

381 Wagensberg, Jorge. (2000). "Principios fundamentales de la museología científica moderna". *Alambique: Didáctica de las Ciencias experimentales*, Vol. 26, pp. 15-20.

En nuestro caso, a pesar de que se ha dispuesto en el jardín un lugar para llevar a cabo talleres y demostraciones dirigidas por guías, tuvimos que prescindir de este recurso en el diseño de las exhibiciones pues la utilización de éste marcaba la diferencia entre el diseño de un espacio potencialmente público de uno privado. Como explicaremos más adelante, mantener el compromiso de diseñar un jardín para un espacio público nos hizo enfrentar una serie de problemas que hubiese sido muy fácil resolver recurriendo al uso de guías.

Otra restricción importante en estos espacios es la imposibilidad de utilizar equipos delicados o que requieran de condiciones especiales para trabajar pues en un espacio abierto estos se dañarían con la intemperie o bien se tendría que acondicionar estos espacios para controlar las condiciones ambientales dejando así de ser espacios abiertos.

Todas estas restricciones han influido en el diseño y en la selección de los equipos que hemos realizado. Pensamos entonces privilegiar todos aquellos equipos que requiriesen de energía mecánica para ser puestos en marcha o bien, de la energía que el propio medio nos proporcionase.

Por otra parte para cumplir con la condición de transparencia que hemos explicado en la sección 4.6.2, también hemos pensado dejar al descubierto todos los mecanismos de los equipos.

La introducción de estos mecanismos dentro de los equipos nos abrió las puertas a una insospechada variedad de temas que ya no provenían del guión original sino que ahora eran sugeridos por los mecanismos mismos. Así, casi desde el primer momento, no sólo nos ajustamos a lo que previamente se había establecido en el guión sino que, al ir trabajando sobre equipos particulares, estos nos permitían incorporar algunos otros temas y otros equipos.

El tema más evidente que los mecanismos sugerían, fue el tema de las máquinas simples pues nos percatamos que habíamos estado utilizando algunas de estas máquinas para hacer funcionar los equipos; Poleas, árboles de levas, ruedas y ejes, aparecían de manera frecuente en los mecanismos de las exhibiciones. Así, nos pareció apropiado incluir una exhibición que hablara explícitamente de este tema agregando las otras máquinas simples que no habíamos utilizado hasta el momento.

Por otra parte, muchas exhibiciones estaban inspiradas en algunos artefactos inventados por Herón de Alejandría. En un principio nuestro interés por estos artefactos se basó en los principios y fenómenos físicos que podíamos explicar a través de ellos. Después, nos percatamos que quizás de igual importancia eran los mensajes e historias que podíamos contar a través de ellos. Por ejemplo, el hecho de que en las máquinas de Herón (consideradas por muchos siglos como simples juguetes) se hayan utilizado principios fundamentales de la física mucho antes de haber sido establecidos como leyes. Esta idea nos parece importante de resaltar pues muestra como el desarrollo tecnológico en algunos momentos de la historia ha estado delante del desarrollo científico (historia que no se suele contarse frecuentemente). Además esta idea también muestra como la tecnología, es decir la solución a problemas prácticos han sido fundamentales en el descubrimiento científico.

El último tema que nos sugirieron los mecanismos de los equipos está relacionado con la importancia del juego dentro de la ciencia. Por ser este tema muy amplio e importante merece que le dediquemos la siguiente sección.

5.3.1 De ciencia, cuentos y juguetes: Los autómatas en el jardín

Como hemos dicho anteriormente, la ciencia ha estado íntimamente ligada al juego y a la fantasía. Como Italo Calvino señala “muchas veces el empeño que los hombres ponen en actividades que parecen absolutamente gratuitas, sin otro fin que el entretenimiento o la satisfacción de resolver un problema difícil, resulta esencial en un ámbito que nadie había previsto, con consecuencias de largo alcance. Esto es cierto para la poesía y el arte, como lo es para la ciencia y la tecnología. El juego ha sido siempre el motor de la cultura.”³⁸²

Uno de los sueños que ha acariciado la humanidad desde tiempos inmemoriales es el de poder crear una ser vivo a partir de la materia inanimada. Recordemos, por ejemplo, el cuento de Pinocho. A pesar de que hasta ahora este sueño no ha podido ser realizado, gracias a la ciencia y la tecnología, pero sobre todo al ingenio, se han podido crear máquinas que no sólo imitan los movimientos de algunos seres vivos sino que además, se han inventado máquinas que pueden recordar, diagnosticar algunas enfermedades o bien, efectuar complicados cálculos imitando la inteligencia humana.

A las máquinas que están hechas para imitar los movimientos de los seres vivos les llamamos autómatas. La palabra autómata viene del griego *automatos* y quiere decir “con movimiento propio”.

Existen relatos muy antiguos que se refieren a muñecos mecánicos, estatuas parlantes y otros artefactos maravillosos, que por su antigüedad, más bien parecen haber salido de la imaginación de los viajeros e historiadores que contaron dicho relatos. Por ejemplo uno de ellos se refiere a que en el año de 1500 a de C. Amenhotep construyó una estatua de Memnon, rey de Etiopia, que emitía sonidos cuando era iluminada por los rayos del sol al amanecer. Otros relatos cuentan que en el 500 a. C., King-su Tse, en China, inventó una urraca voladora de madera y un caballo que saltaba.

Otro más, se refiere a que Archytar de Tarento en el 400 a de C. construyó una paloma de madera suspendida de un pivote, la cual giraba por medio de un surtidor de agua, simulando el vuelo.

Sin embargo, el primer tratado sobre autómatas que describe detalladamente algunos autómatas y sus mecanismos data del siglo primero de nuestra era y su autor fue Herón de Alejandría. Herón fue un ingeniero y científico griego que vivió en Egipto. Entre los autómatas y artefactos que desarrollo Herón destacan aves que gorjeaban, movían las alas y bebían; autómatas que representaban distintas escenas como la de un taller donde podían verse a unos obreros trabajando en la construcción de un barco. También inventó algunos músicos que tocaban trompetas y producían sonidos, estatuas que servían vino además de una bola metálica que giraba por medio de vapor, un molino de viento que accionaba un órgano para tocar música, un sistema hidráulico para abrir las puertas de un templo, etc.

³⁸² Calvino, Italo. (2002). “Las aventuras de tres relojeros y de tres autómatas” en *Colección de Arena*. Madrid, Siruela, pp. 129

Además de entretener, la finalidad de estos autómatas fue también la de educar: Herón utilizaba sus autómatas y artefactos para enseñar a sus pupilos acerca de las leyes de la física que estaban relacionadas con el funcionamiento de estos modelos.

En el siglo XVI el tratado sobre neumática de Herón fue traducido al latín y posteriormente al italiano y al alemán. Estos escritos y dibujos fueron la fuente de inspiración para muchos científicos e ingenieros renacentistas, incluido el propio Leonardo da Vinci quien, se sabe, al menos fabricó dos autómatas: un hombre vestido con una armadura medieval y un león que podían caminar. Este último le fue encargado a Leonardo por el rey de Francia.

Más tarde, durante los siglos XVII y XVIII se construyeron máquinas tan maravillosas que podían imitar a las criaturas vivientes con tal perfección, que se llegó a creer seriamente que se estaba a un paso de crear verdaderos seres vivos. Entre los más famosos constructores de autómatas de esta época destacan Pierre Jacquet-Droz, Henri Maillardet y Jacques de Vaucanson. Tanto Jacquet-Droz como Maillardet fabricaron autómatas que podían escribir y dibujar. Uno de estos autómatas se conserva en el Instituto Benjamín Franklin de Filadelfia y puede vérselo en la página de Internet del Instituto. Este último autómata puede hacer 4 dibujos y 3 poemas diferentes. Los dibujos de este autómata son extraordinariamente complejos si consideramos que están hechos por un artefacto mecánico, pero quizás lo que más sorprende es que ya hace 200 años, antes de la electrónica, se hubo inventado un artefacto completamente mecánico capaz de ser programado y que poseía memoria. Maillardet sólo hizo otro autómata más. Lo hizo por encargo del rey Jorge III para regalarlo al emperador de China. Y por supuesto, este autómata escribía en chino para que su nuevo dueño pudiese entenderlo.

Así, los autómatas de esta época, por ser tan complejos y difíciles de fabricar fueron destinados para el goce exclusivo de monarcas y emperadores.

Con la revolución industrial, la producción en serie permitió fabricar juguetes mecánicos inspirados en los famosos autómatas antiguos pero cuyos mecanismos eran un poco más simples. Así aparecieron en las jugueterías europeas una gran variedad de juguetes mecánicos de cuerda: soldados que tocaban el tambor, osos que brincaban, delicadas muñecas que se movían ataviadas con elegantes vestidos de seda indicadores de la clase social que podía adquirir este tipo de juguetes.

Algunos de estos juguetes llegaron a México principalmente durante el siglo XIX. Originalmente estaban destinados para los niños de las clases más altas, sin embargo en México, otra pequeña revolución ocurrió. Los autómatas que tuvieron que recorrer un largo camino desde la antigua Grecia, China y Egipto, que fueron objeto de estudio de las más brillantes mentes que ha dado la humanidad y que fueron objetos codiciados por emperadores y reyes fueron puestos por fin en las manos de los niños más humildes gracias a los artesanos mexicanos.

La fascinación que estos juguetes provocaron en los artesanos mexicanos hizo que los juguetes provenientes de Europa y de otras partes tan lejanas como China, fueran adaptados a nuestra propia cultura, pero utilizando materiales más baratos como madera, hojalata, barro incluso hojas de maíz. También los mecanismos fueron simplificados aún más, pero si restar gracia e ingenio a los juguetes. Así, las ferias de los pueblos se llenaron de coloridos luchadores que tiraban golpes al manipular una

palanca, alegres ruedas de la fortuna accionadas por manivelas, serpientes de carrizo articuladas que imitaban el zigzagueante movimiento de una serpiente de verdad y por cierto, algunos silbatos en forma de pájaro que, al ser llenados con agua, gorjeaban recordando a aquellos autómatas hidráulicos de Herón.

Para rescatar toda esta larga tradición donde la ciencia y el juego se juntan, decidimos incorporar algunos equipos inspirados tanto en los autómatas de Herón, como en algunos juguetes populares mexicanos. Para esto último se invitó al escritor Gilberto Rendón Ortiz quien es especialista en juguetes mecánicos del arte popular y quien colaboró con nosotros sugiriendo algunos de estos juguetes. En el anexo B y en el C pueden encontrarse los equipos que resultaron de esta selección y su explicación.

Finalmente, creemos que la inclusión del juego dentro del jardín puede servir para que aquel público que jamás se imaginó a sí mismo planteándose y tratando de resolver problemas relacionados con la ciencia, pueda descubrir sus capacidades creativas y reafirmar su autoconfianza. Para ello, hemos diseñado una exhibición donde a través de un reto se plantea un problema matemático. Se trata del problema de “los puentes de Königsberg”. Como se explica en el guión científico (anexo A) el problema consiste en realizar un recorrido a través de una serie de puentes e islas de tal forma que sólo se cruce una sola vez por cada uno de los puentes. En la cédula explicativa se anima al visitante a realizar este recorrido y también se explica por qué esto no es posible. Para reforzar este reto, hemos diseñado un taller donde, a través de juegos y preguntas, los visitantes pueden llegar a enunciar el teorema de Euler. En el anexo C, se muestra este taller.

5.3.2 Autómatas y apropiación de la ciencia

Para terminar el tema referente a los autómatas en el jardín debemos agregar una idea que resulta de suma importancia para comprender cuál es una de las estrategias que hemos escogido para lograr la apropiación de la ciencia en este espacio; la ciencia no sólo requiere de habilidades intelectuales sino también, como la misma historia de los autómatas nos muestra, de habilidades manuales y mecánicas que están relacionadas con la percepción espacial. Sin este tipo de habilidades, sin lugar a dudas, inventores como Leonardo da Vinci o los propios Jacquet-Droz, Maillardet y Jacques de Vaucanson no hubiesen podido conseguir todo lo que lograron. Estas habilidades que, por sí mismas constituyen una forma de conocimiento, sólo se alcanzan a través de la práctica y por ello, no resulta fácil que sean capturadas o codificadas como otros tipos de conocimiento. Desgraciadamente, en nuestro sistema educativo se privilegia más el conocimiento teórico que el práctico o tácito y quizás por ello también las ciencias aplicadas y, en general, el desarrollo tecnológico se encuentran a la saga de otras disciplinas más teóricas. Algunos autores como Pfeffer y Sutton³⁸³ sugieren que quizás la brecha entre el saber y el hacer sea más importante que la misma brecha entre la ignorancia y el conocimiento. Aunque esta afirmación pueda ser bastante discutible, cobra pleno sentido cuando recordamos el estudio que Waldrip y Taylor realizaron en algunas islas de la Melanesia. En este caso el conocimiento tradicional

³⁸³ Pfeffer J., Sutton R.I., (2000) *The Knowing-Doing Gap: How Smart Companies Turn Knowledge into Action*, Boston, MA: Harvard Business School Press.

(teórico) de los habitantes se complementaba con las habilidades que se enseñaban localmente (conocimiento tácito) y por ello este conocimiento tradicional resultaba de mayor relevancia que aquel conocimiento científico que “no llevaba al poder”. Entonces creemos que si en gran medida la falta de este conocimiento tácito –“el saber cómo”- es lo que ha imposibilitado la apropiación de la ciencia debemos comenzar a preocuparnos por este problema. Por esta razón, en el área de talleres del jardín Ixaya hemos desarrollado un taller de autómatas donde niños a partir de los seis años, pueden desarrollar razonamientos mecánicos y habilidades manuales a través del conocimiento y el desarrollo de algunos mecanismos. En el anexo C puede verse dicho taller. Del mismo modo también hemos desarrollado un taller sobre cocinas solares donde no sólo está implícito el desarrollo de habilidades mecánicas sino también la utilización de los materiales que se encuentran al alcance de una comunidad.

5.3.3 Problemas en el diseño de exhibiciones en espacios públicos

Como hemos dicho antes, la fuente de Herón es una pieza central dentro del jardín pues, además de explicar mediante ella el concepto de presión hidrostática, es un equipo que sirve de conexión con otros temas, y más tarde, al hablar de motores sin partes móviles, también puede hacerse referencia a ella para explicar este término, es decir, puede servir para establecer analogías.

Sin embargo, hasta donde sabemos, la fuente de Herón sólo se ha empleado en equipos de laboratorios de enseñanza de la física para hacer demostraciones pero no ha sido utilizada como una exhibición dentro de un museo.

Pronto nos dimos cuenta de la razón de esto último: Cuando la fuente de Herón termina de funcionar, para reiniciar el ciclo, es necesario intercambiar sus recipientes y conexiones. Dicha tarea es sencilla de realizar en un laboratorio debido a que las dimensiones de la fuente son más o menos pequeñas y a que, a través de observar su funcionamiento, puede entenderse pronto como ha de conectarse. Sin embargo, para que una fuente de Herón pueda ser colocada en un jardín o incluso en museo de ciencia, la fuente debe ser de grandes dimensiones, lo que introduce grandes dificultades para intercambiar los recipientes. Por otra parte, aun resolviendo el problema del intercambio de recipientes queda la dificultad de que los visitantes no entiendan como debe conectarse la fuente o bien que el simple hecho de tener que leer la explicación de cómo llevar a cabo esta tarea acabe por desalentarlos.

La primera opción que surgió para resolver estos problemas fue el de automatizar la fuente por medio de alguna bomba que vaciara y llenara los recipientes de una forma automática. La idea fue rápidamente descartada pues una de las más notables características de la fuente es que, a diferencia de las fuentes convencionales que pueden encontrarse en plazas y jardines, esta no requiere de bombas o mecanismo, es decir no posee partes móviles. Así, el introducir un mecanismo para reiniciar la fuente, acabaría con esta característica y se corría el riesgo de que los visitantes atribuyeran el funcionamiento de la fuente no a la presión hidrostática sino a la acción de una bomba eléctrica o mecánica.

Las otras opciones que se plantearon fueron el asignar un guía para que se encargara de realizar la demostración de la fuente de Herón o bien construir una fuente pequeña para el área de talleres donde

se podría realizar la demostración sin problemas. En ambos casos esta opción suponía la intervención de un guía y por lo tanto la restricción de horarios para observar la fuente.

Al igual que la fuente, otros equipos planteaban problemas tanto de escala como de seguridad. Así, por ejemplo, la eolípila (ver guión científico en el anexo A) requería de una fuente caliente para producir vapor y tanto ésta, como el vapor liberado por ella, podría producir graves quemaduras si un visitante se acerca demasiado.

A pesar de todos estos problemas, el compromiso de que las exhibiciones pudiesen ser colocadas eventualmente en espacios públicos, sirvió de estímulo para buscar soluciones a estos problemas. Por ello, se me encomendó encontrar una solución técnica a los problemas antes descritos. A continuación presentamos los resultados de este trabajo.

5.3.4 Soluciones técnicas

Para reiniciar la fuente de Herón, de lo primero que me percaté fue que sería deseable poder voltear la fuente a manera de reloj de arena. De este modo, el agua que se había acumulado en el recipiente superior podría redistribuirse en el recipiente más bajo. La segunda cosa de la que me di cuenta fue que esto no era posible debido a que la fuente no era simétrica. Así, lo que he hecho es completar la simetría de la fuente introduciendo todos aquellos elementos que hacían falta.

Para impedir el paso del agua en sentido contrario del deseado he agregado algunas válvulas check dentro de las tuberías. Además, también he agregado algunas llaves para desaguar la fuente cuando es necesario.

Todo lo anterior, además de dar solución a los problemas técnicos antes descritos permite también una participación más activa del usuario. En la figura 6 se muestra el nuevo diseño de la fuente.

En cuanto a la eolípila hemos dicho que ésta puede causar graves quemaduras a los visitantes si éstos están en contacto con el vapor que de ella sale. Para solucionar este problema, he diseñado una eolípila cuyos brazos por donde sale el vapor, se encuentran sumergidos en agua. Así, la eolípila se encuentra suspendida sobre un espejo de agua que también evita que el público se acerque demasiado a ella. En el anexo D se muestra este diseño.

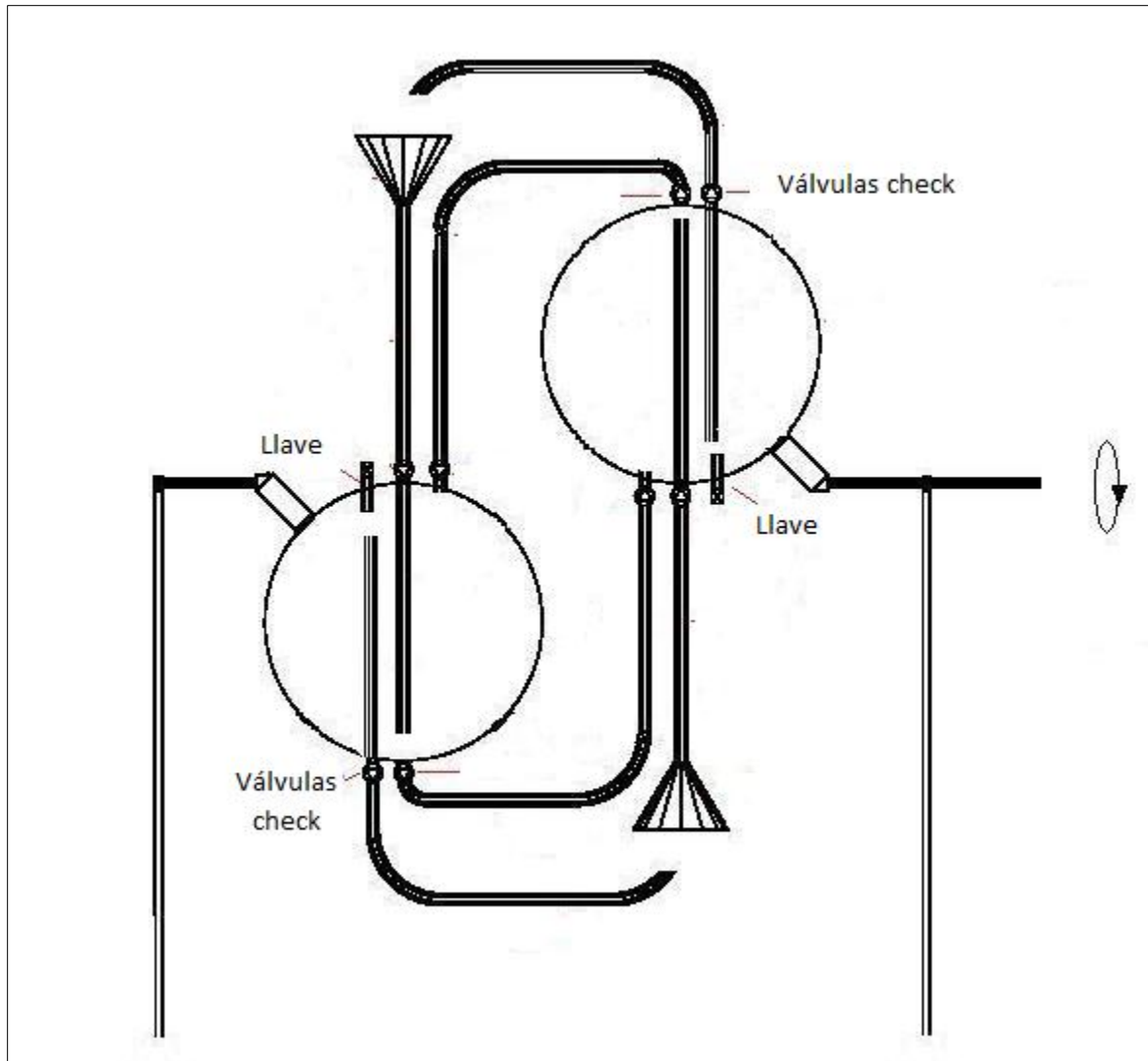


Figura 6. Fuente de Herón simétrica

5.4 Las ideas previas en el Jardín

Como hemos dicho antes, se ha encontrado que muchas personas aun habiendo recibido durante muchos años instrucción científica formal, exhiben concepciones muy persistentes contrarias a las concepciones científicas prevalecientes. Estas concepciones alternativas (también llamadas ideas previas) están relacionadas con la interpretación de fenómenos naturales y conceptos científicos.

Aunque se ha encontrado que las concepciones alternativas se presentan universalmente, también se ha encontrado que la persistencia de dichas creencias depende del estilo en que se enseña. Muchos de los maestros en países en vías de desarrollo se limitan a dar información sobre hechos y principios,

mientras que en países desarrollados, la formación experimental activa es más frecuente³⁸⁴. Así, en estos últimos se ha encontrado que las concepciones alternativas suelen ser mejor remediadas.

Como lo ha señalado Piaget, la formación experimental es una parte insustituible en la enseñanza de la ciencia pues, para el desarrollo de algunos de los conceptos científicos más básicos, es necesaria la estructuración de una lógica cuyas reglas semánticas son completamente dependientes de la realidad física. Esta lógica se da de forma natural a través de la experimentación con el entorno físico y constituye la base de una metodología que podríamos llamar pre-científica:

“En suma, estos diversos datos psicogenéticos llevan a dos conclusiones. La primera es que las verdades físicas más elementales, como la permanencia de los objetos, la conservación de las cantidades, los conceptos cinemáticos, la causalidad o el azar no resultan evidentes en todos los niveles de desarrollo y no se imponen de ningún modo por una toma de contacto inmediato con la “experiencia”. La segunda es que la experiencia y sobre todo la experimentación sólo se estructuran de manera racional en función a las actividades del sujeto, en la medida en que éstas logran descentrarse con relación a la propia acción y coordinarse en estructuras operatorias que son ya de naturaleza lógico-matemática, siendo siempre la realidad física relativa a semejante marco lógico matemático, al margen del cual no es posible ninguna interpretación objetiva, así como tampoco ninguna constatación objetiva.”³⁸⁵

En el caso del jardín, hemos querido abordar el problema de las ideas previas para contribuir a mejorar la educación formal.

Para llevar a cabo esta labor, una vez que se planteó el guión temático, realizamos una búsqueda bibliográfica acerca de las ideas previas que se presentan frecuentemente en los temas que habíamos planteado. Sin embargo, uno de los problemas al que nos enfrentamos fue el de llevar al lenguaje museográfico algunos métodos para poder remediar dichas concepciones. Por ejemplo, una de las ideas previas que habíamos identificado fue la confusión entre la masa y la densidad. Para poderla remediar, se propuso un equipo donde los visitantes pudiesen comparar la masa de bloques de distintas densidades y tamaños en una balanza y también pudiesen ser sumergidos en agua. La idea era que, mediante la experimentación activa y preguntas que guiaran al visitante, este pudiera por sí mismo, diferenciar ambos conceptos. Aunque la actividad que habíamos planeado estaba inspirada en una metodología desarrollada por Piaget y ésta es más o menos usual en los laboratorios de enseñanza de la física, no hubo consenso en el equipo de trabajo sobre si esta exhibición cumplía con un lenguaje museográfico apropiado y se decidió ponerla en el área de talleres. En el anexo C puede encontrarse dicho taller.

Otra de las ideas previas que encontramos frecuentemente en la literatura fue la confusión entre el concepto de fuerza y el de presión. Así, diseñamos un equipo que hace evidente ésta diferencia y en el

³⁸⁴ Thijs Gerard D. and van den Berg Ed. (1995) “Cultural Factors in the Origin and remediation of Alternative Conceptions in Physics. *Science and Education*. Vol. 4, no 4, pp. 317-347

³⁸⁵ Piaget, Jean. (1979). *Tratado de lógica y conocimiento científico*. Vol. IV Epistemología de la Física. Argentina, Editorial Paidós, pp. 33

cual, el visitante pudo controlar algunas variables (como el peso y el área) permitiendo así una auténtica experimentación.

Quisiéramos señalar también que, si bien es cierto que la búsqueda bibliográfica que realizamos fue de mucha utilidad y que existen verdaderos catálogos sobre ideas previas, una de las cosas que aprendimos fue que, mediante la evaluación formativa uno puede identificar con mayor facilidad algunas ideas previas, incluso identificar otras que no han sido reportadas en la literatura.

Como sabemos, la evaluación formativa consiste en evaluar las exhibiciones antes de que estas sean construidas. Para llevar a cabo dicha evaluación, lo que se hace normalmente es que se muestra a un grupo de personas algunos bosquejos o prototipos de las exhibiciones. Mediante una entrevista y la opinión del grupo de personas se puede identificar cuáles son los problemas que presentan las exhibiciones y cómo estos pueden corregirse antes de que las exhibiciones sean fabricadas y montadas.

Aunque en este trabajo no hemos llevado a cabo una evaluación formativa de manera sistemática, en una charla informal con un grupo de amigos (cuya formación no es la física), nos encontramos que, en todos los casos, al observar el bosquejo de la fuente de Herón, la idea que se presentaba era la de una máquina de movimiento perpetuo. De hecho esta idea era, según ellos, lo que hacía más fascinante la fuente. Gracias a esta plática informal, descubrimos esta idea previa que aunque reportada en la literatura sobre historia de la física, en raros casos se reporta en textos sobre ideas previas.

El “experimento” llevado a cabo con este grupo de amigos resultó ser tan benéfico que incluso sugirió la forma de abordar el tema sobre la conservación de la energía.

5.5 Referencia cultural y conocimientos locales

5.5.1 Conocimientos locales

Como hemos dicho, el proyecto del jardín Ixaya fue gestionado a través de los Fondos mixtos CONACYT-Estado de Morelos (FOMIX). Dado que este proyecto debía ser entregado en un año, cada etapa del proyecto obedecía a un cronograma estricto y debía ser reportada ante el CONACYT. En particular, se había estipulado que los guiones temático y científico, es decir donde se planteaban tanto los temas que se tratarían en el jardín como algunas propuestas tentativas de equipos para cada tema, se entregarían tres meses después de haber iniciado el proyecto. Esta limitación de tiempo desgraciadamente no nos permitió explorar todos los planteamientos que habíamos hecho dentro de nuestro trabajo teórico. Bajo estas circunstancias, la inclusión de conocimientos locales y las referencias culturales dentro de los guiones y diseño del jardín fueron las más afectadas.

En cuanto a la escasa presencia de los conocimientos locales en los guiones del jardín, la razón de esto es más o menos simple. Cuando comenzamos a planear la temática del jardín, pensamos que en la búsqueda bibliográfica que debíamos de realizar, además de incluir las consabidas publicaciones científicas y aquellas referentes a la enseñanza de la ciencia, deberíamos incluir también trabajos sobre

historia de la ciencia. Pensamos que la perspectiva histórica, además de la gran riqueza narrativa que ofrece, podría también ofrecernos información importantísima sobre el desarrollo de la ciencia en México particularmente durante el periodo prehispánico. Sin embargo, al comenzar esta búsqueda, con lo primero que nos encontramos fue que no existía una historia de este periodo escrita como tal.

Como vimos en el capítulo primero de este trabajo, dentro de la historia occidental, ha existido la tendencia de negar sistemáticamente la existencia de tradiciones científicas no occidentales. Esta tendencia aún permanece vigente y desgraciadamente, como veremos, no sólo dentro de los círculos académicos del primer mundo. Como la historiadora de la ciencia Helge Kragh señala, “la historia de la ciencia tiene su propio imperialismo que en parte refleja el hecho de que vista histórica y socialmente, la ciencia es un fenómeno puramente occidental, concentrado en unos pocos países ricos. Mientras que la ciencia puede ser internacional, la historia de la ciencia no.”³⁸⁶

En el caso de México aunque algunos historiadores de la ciencia parecen estar conscientes de este problema, y, en general, se reconoce en los discursos oficiales que dentro de “nuestro gran pasado histórico” se encuentran los conocimientos astronómicos, los sistemas de numeración, o los conocimientos botánicos entre las culturas prehispánicas, lo cierto es que a la hora de tratar estos temas con seriedad, los historiadores han tenido posturas bastante ambiguas al respecto o bien de plano contrarias al discurso oficial. Por ejemplo, en su “Historia de la Ciencia en México” Elías Trabulse a pesar de reconocer que “cuando se estudia el desarrollo científico de países colonizados, el trabajo es más que de selección, de rescate”³⁸⁷, que la historia de la ciencia en México “pocas veces ha provocado los desvelos de los historiadores” y que en “el estudio de la ciencia mexicana dentro del contexto universal es indudable que ha prevalecido la visión europea”, dedica tan sólo tres páginas dentro de su introducción para hablar de la ciencia prehispánica y comienza su *Historia* a partir del siglo XVI, es decir, cuando la ciencia mexicana adoptó los paradigmas científicos europeos.

Por su parte Ruy Pérez Tamayo en su libro también llamado “Historia de la Ciencia en México” explica por qué en éste no se incluye la ciencia del periodo precolombino:

“El primer periodo se identificó como la Época Precolombina, para la que acudí a mi buen amigo el doctor Alfredo López Austin, quien, respondiendo a mi invitación para contribuir a un capítulo sobre el tema, me dijo (más o menos)³⁸⁸: En el mundo mesoamericano precolombino no existía nada que pudiera

³⁸⁶ Kragh, Helge. (1978). “An Introduction to the Historiography of Science”. Cambridge, Cambridge Univ. Press, pp. 111.

³⁸⁷ Trabulse, Elías. (2005). “Historia de la Ciencia en México (versión abreviada)”. México, Fondo de Cultura Económica CONACYT, pp. 24

³⁸⁸ Resultan muy extrañas las palabras que Pérez Tamayo atribuye a López Austin sobre todo viniendo de un historiador que como él, ha dedicado parte importante de su trabajo a investigar la medicina prehispánica. Sin embargo, no sería raro que, lo que López Austin le dijo de manera verbal a Tamayo, haya sido mal interpretado por éste último, pues incluso cuando Tamayo ha dejado constancia escrita de lo “dicho” por López Austin, estas palabras han sido a su vez cambiadas y aumentadas por otros comentaristas. Por ejemplo, en una reseña sobre la Historia de Tamayo, Carlos Chimal nos dice que López Austin alertó a Tamayo sobre “la inutilidad de buscar algo parecido a un pensamiento escéptico, experimental y cuantitativo en Mesoamérica”. Dicha frase además de exceder en mucho lo que Tamayo ha escrito en su libro, nos hace pensar que un historiador de la talla de López Austin nunca se preguntó, por ejemplo, sobre los métodos experimentales desarrollados dentro de la medicina

conocerse como ciencia, tal como la conocemos ahora. Cuando la verdad ya se conoce porque proviene de los Dioses, no hay lugar para las preguntas sobre la naturaleza, que constituyen el inicio de la ciencia. Todo está dicho y preestablecido, y cuando los Dioses no se han pronunciado sobre algún fenómeno natural, como un cometa o un arcoíris, lo que corresponde es que los sacerdotes realicen las ceremonias y los sacrificios para propiciar las respuestas de los Dioses. Por eso es que no tiene sentido hablar de ciencia en el mundo mesoamericano precolombino...”³⁸⁹

Así, lejos de encontrar una historia bien articulada y documentada como la que se ha escrito sobre la ciencia occidental, nos encontramos con una discusión que nos remitía a las mismas argumentaciones que hacía quinientos años había dado personajes tales como Ginés de Sepúlveda o el mismo Fray Bernardino de Sahagún: Que los pueblos originarios no produjeron ningún conocimiento digno de ser reconocido como conocimiento científico o bien que éste era tan pobre y escaso que no merecía ser mencionado en los libros de historia de nuestra nación³⁹⁰.

Con todo esto, nos dimos cuenta de que era prácticamente imposible documentar en tan sólo tres meses todos aquellos conocimientos que no habían logrado reunirse en el transcurso de años. Ante este panorama, tuvimos que tomar la decisión de escribir un guion más o menos convencional y, paralelamente, realizar una búsqueda bibliográfica dentro de otras fuentes que nos permitiera más adelante incorporar dentro del guión algunos conocimientos de la ciencia prehispánica.

Aunque esta decisión fue acertada desde el punto de vista pragmático -pues nos permitió avanzar con el proyecto del jardín- también tuvo algunas repercusiones negativas. Los conocimientos que debíamos buscar ahora dentro de la ciencia prehispánica debían restringirse a los temas que habíamos propuesto dentro del guión, lo que complicó y redujo aún más nuestra búsqueda.

Para realizar este estudio recurrimos a diversas fuentes que abarcaban el campo de la arqueología, la etnología, la arqueoastronomía, la etno-matemática, los estudios sobre la cultura náhuatl, los estudios realizados por algunos cronistas de Indias e incluso, algunas publicaciones científicas contemporáneas sobre ciencias naturales .

indígena o bien que desconoce las cuestiones más básicas acerca de la astronomía y el computo del tiempo en Mesoamérica.

³⁸⁹ Ruy Perez Tamayo. “Historia de la ciencia en México” Biblioteca Mexicana. Fondo de Cultura Económica, México, 2010, pp.11

³⁹⁰ En el capítulo VII de su libro “Historia General de las Cosas de Nueva España” en la que se trata la astronomía y filosofía natural indígena Sahagún dedica estas palabras al lector: “Razón tendrá el lector de disgustarse en la lectura de este séptimo libro, y mucho mayor la tendrá si entiende la lengua indiana juntamente con la lengua española, porque en español el lenguaje va muy bajo y la materia que se trata en este séptimo libro va tratada muy bajamente. Esto es porque los mismos naturales dieron la relación de las cosas que en este libro se tratan muy bajamente, según que ellos las entienden, y en bajo lenguaje, y así se tradujo en lengua española en bajo estilo y en bajo quilate de entendimiento, pretendiendo solamente saber y escribir lo que ellos entendían en esta materia de Astrología y Filosofía Natural, que es muy poco y muy bajo.”

Sahagún, Bernardino de. (1969). *Historia General de las Cosas de la Nueva España*. México, Editorial Porrúa, Tomo II, pp. 256

Antes de comenzar a hablar sobre los resultados particulares que arrojó esta búsqueda, conviene hacer algunas anotaciones referentes a la justificación de este trabajo y a la forma en que creemos debe abordarse.

La primera se refiere al porqué nos oponemos al argumento atribuido a López Austin según el cual, como magia y religión no pueden coexistir con el desarrollo de la ciencia, entonces no hubo ciencia en el México prehispánico. Nuestro argumento es muy simple: Pensar que los conocimientos botánicos -que como lo demostró del Paso y Troncoso incluían un nomenclatura taxonómica similar a la desarrollada por Linneo³⁹¹- y su aplicación a la medicina, las técnicas quirúrgicas tales como la trepanación o la fijación medular, los conocimientos zoológicos que incluían a la etología y la veterinaria, los conocimientos astronómico y matemático que permitieron la predicción de eclipses y el desarrollo de un sistema de cómputo del tiempo y un sistema calendárico extraordinariamente exacto, en fin, pensar que todo el cumulo de conocimientos sobre el mundo natural que fue desarrollado por las culturas prehispánicas no fue producto de la observación cuidadosa, del registro de datos, de la inferencia lógica y, en general, del uso de la razón, sino más bien es producto de la revelación divina y del pronunciamiento de los dioses, es tanto como dar crédito a la efectividad de estos últimos métodos para adquirir conocimientos. Dicha opinión, lejos de colorarnos en el lugar de un científico nos colocarían en el lugar de un místico. Sin embargo, como esta es tan sólo nuestra modesta opinión y como para demostrar científicamente fenómenos culturales se requiere, más que de argumentaciones lógicas, pruebas factuales, citamos a continuación al antropólogo Bronislaw Malinowski quien, con base en su arduo trabajo de campo, recoge esta misma discusión:

“Ante todo preguntaremos: ¿distinguen los nativos los dos terrenos y los mantienen separados o está el campo del conocimiento continuamente invadido por la superstición, el ritualismo, la religión y la magia?

Siendo el caso que en el asunto sobre el que estamos disertando la falta de observaciones pertinentes y dignas de confianza es aterradora, me veré obligado a hacer uso a gran escala del material que, en su mayor parte inédito, yo mismo compilé durante varios años de prácticas sobre el terreno con las tribus melanesias y papuo-melanesias del este de Nueva Guinea y de archipiélagos adyacentes. Sin embargo, como los melanesios tienen la reputación de ser particularmente dados a la magia, esto nos proporcionará una prueba concluyente de la existencia de conocimientos racional y empírico en salvajes que viven en la edad de la piedra pulimentada en el tiempo presente.

Estos nativos, y me refiero principalmente a los melanesios que habitan los atolones coralinos del NE de la isla principal, esto es, el archipiélago de las Trobriand y los grupos adyacentes, son expertos pescadores, industriosos comerciantes y fabricantes de manufacturas, pero la horticultura es el principal soporte de su subsistencia.

Con los instrumentos más rudimentarios, una pequeña hacha y una vara de excavar terminada en punta, son capaces de conseguir cosechas que resultan suficientes para mantener una densa población e

³⁹¹ Paso y Troncoso del, Francisco. (1988). *La botánica entre los nahuas y otros estudios*. México, Secretaría de Educación Pública, pp. 151-191

incluso almacenar un sobrante que hoy se exporta para alimentar a los braceros de las plantaciones, pero que antaño dejaban pudrir sin ser consumido. El éxito de su agricultura depende - aparte de las excelentes condiciones naturales de las que gozan- de su extenso saber sobre todas las clases de suelo, las diversas plantas cultivadas, la mutua adaptación de esos dos factores y, por último, pero no en menor medida, de su conocimiento de la importancia de un trabajo adecuado y serio. Han de seleccionar el suelo y las semillas, han de fijar con propiedad el tiempo de desmonte y desbrozamiento del matorral, de plantación y escarda, y de poner en espaldar las vinas del ñame. En todo esto se guían por un conocimiento claro del tiempo y las estaciones, las plantas y las enfermedades, el suelo y los tubérculos, y por la convicción de que tal saber es cierto y seguro, de que se puede contar con él y, de que es menester obedecerlo escrupulosamente.

Sin embargo, en medio de todas estas actividades encontramos la magia, esto es, una serie de ritos realizados año tras año en los huertos de acuerdo con una secuencia y orden rigurosos. Como la dirección del trabajo hortícola esta en las manos del brujo, y como el trabajo ritual y práctico están asociados íntimamente, un observador superficial podría suponer que la conducta mística y racional se ha mezclado y que ni los nativos distinguen sus efectos ni estos resultan ya discernibles en un análisis científico. ¿Ocurre así de verdad?

Indudablemente, la magia está considerada por los aborígenes como algo absolutamente indispensable para el bienestar de sus huertos. Nadie podría decir que sucedería sin ella, pues a pesar de unos treinta años de gobierno europeo e influencia misionera y a pesar de más de un siglo de relaciones comerciales con los blancos, ningún huerto ha sido plantado sin tal ritual. Pero es cierto que varias formas de desastre, cual una enfermedad en las plantas, o tal vez lluvias o sequías extemporáneas, cerdos salvajes y langostas podrían destruir el jardín que la magia no hubiera santificado.

Significa esto, sin embargo, que los aborígenes atribuyen todo buen resultado a la magia? Por supuesto que no. Si sugiriésemos a un nativo que al plantar su huerto atendiera ante todo a la magia y descuidase las labores se sonreiría de nuestra simplicidad. Él sabe, tan bien como nosotros, que existen condiciones y causas naturales y, gracias a sus observaciones, conoce también que es capaz de controlar tales fuerzas naturales por medio del esfuerzo físico y mental. Su conocimiento es limitado, sin duda, pero en tanto existe es resoluta y abiertamente anti-místico. Si las vallas se quiebran, si la semilla se destroza o se seca o se la lleva el agua el nativo echara mano no a la magia, sino a su trabajo, guiado por el conocimiento y la razón.”³⁹²

La segunda reflexión que nos gustaría hacer es sobre la necesidad de encaminar esfuerzos hacia la elaboración de un trabajo historiográfico vasto sobre la ciencia prehispánica. Aunque recientemente algunos historiadores se han dado a la tarea de reconocer y rescatar los conocimientos científicos no-occidentales, su labor ha sido sumamente controvertida y ha encontrado en ocasiones fuertes críticas y oposiciones³⁹³. Además, como estos estudios se encuentran en una fase inicial, más que ser una

³⁹² Malinowski, Bronislaw. (1993). *Ciencia, Magia y Religión*. Barcelona, Ed. Planeta-Agostini, pp. 7

³⁹³ Dentro de estos estudios destaca el trabajo realizado por Helaine Selin quien ha escrito la primera enciclopedia de la historia de ciencia, la tecnología y la medicina de las culturas no-occidentales. Esta enciclopedia incluye más de 600 artículos sobre diversos temas y ha sido escrita bajo el auspicio de la Fundación Ford. Sin embargo como la

reconstrucción historiográfica de las tradiciones científicas no- occidentales donde puede apreciarse el desarrollo de estas tradiciones a través de un análisis comparativo que permite valorar los conocimientos dentro de un contexto histórico más amplio, consisten más bien en compilaciones de conocimientos aislados que no ofrecen esta perspectiva.

Particularmente nos percatamos de la necesidad de este tipo de reconstrucciones al revisar la bibliografía correspondiente a los registros de los historiadores de Indias. Por ejemplo, en libro séptimo de la “Historia General de las Cosas de Nueva España” de Sahagún que trata sobre los conocimientos astronómicos y la filosofía natural indígena, se menciona que:

“A las veces, cuando sale el sol parece de color de sangre y a las veces parece blanquecino, y a las veces sale de color enfermizo por razón de las tinieblas o de las nubes que se le anteponen”³⁹⁴

Esta frase llamó nuestra atención ya que contrariamente a la opinión que tenía Sahagún acerca de que los pueblos prehispánicos hacían interpretaciones sobre el mundo natural basadas únicamente en su religión o en supersticiones, es el reflejo de una explicación basada en fenómenos puramente naturales.

Para poder valorar esta explicación en su justa medida y no caer en el menosprecio que tantas veces acompaña a la ignorancia, nos pareció necesario hacer un análisis comparativo que permitiese situar este conocimiento dentro de un contexto más general. Así, revisando la literatura, nos encontramos un texto del siglo XIX escrito por John Timbs³⁹⁵ donde se discute este mismo fenómeno natural para el cual no había una explicación satisfactoria hasta ese momento. En este texto Timbs refiere que, en el año 1839, se presentó antes la *Royal Society de Edimburgo* un tal profesor Forbes quien leyó dos comunicados. En éstos, el profesor Forbes señalaba que el color del sol visto a través del vapor que salía de una válvula de seguridad de una locomotora, era de color rojo exactamente similar a aquel que una lente ahumada o una columna de humo daban a éste. La gran semejanza entre el color que adquiría el vapor y aquel que adquieren las nubes al atardecer, permitió sugerir a Forbes que la condensación del vapor era la causa probable de este fenómeno. En esta misma reunión, se presentó una historia bastante completa sobre las teorías propuestas para dar cuenta del color de la atmósfera.

Estas teorías fueron divididas en tres grandes categorías. La primera fue propuesta por Goethe y algunos otros científicos anteriores a Newton, quienes afirmaban que el color azul del cielo era el resultado de una mezcla de luces y sombras. La segunda se debe a Muncke, quien propuso que el color de las nubes no era más que un efecto subjetivo derivado de una ilusión óptica. La última categoría abarcaba varias teorías algo más complejas: que el color del cielo se transmite por el aire puro y que todos los tintes que éste despliega, son modificaciones de los colores reflejados y transmitidos (Mariotte, Euler y Bouguer); que el color del cielo es explicable por los vapores flotantes que actúan como placas delgadas, al reflejar y transmitir colores complementarios (Newton y sus seguidores inmediatos); que el color se debía al

misma autora señala, cuando comenzó su trabajo no estaba plenamente consciente de todas las controversias que este tema provoca.

Selin, Helaine (Ed.). (1997). *Encyclopaedia of the History of Science, Technology, and Medicine in Non-Western Cultures*. Netherlands, Kluwer Academic Publishers, pp. viii

³⁹⁴ Sahagún. Op..cit.,pp. 257.

³⁹⁵ Timbs, John. (1840). *The Year Book of Facts in Science and Arts*. London, Simpkin, Marshall, and Co., pp.172

principio de opalescencia y absorción específica, dependiendo de la naturaleza y constitución desconocida de partículas flotantes (Melvil, Delaval, y Brewster).

Lo que toda esta discusión nos muestra es, primero, que el fenómeno discutido entre los indígenas del México prehispánico, fue también discutido paralelamente en Occidente y que, por su grado de complejidad, ocupó el pensamiento de varias generaciones de destacados pensadores y científicos en ambos continentes. Segundo, que sin un análisis comparativo es imposible encontrar la relevancia y el grado de dificultad que implica el desarrollo de ciertos conocimientos. Por lo anterior, queremos recalcar la importancia del trabajo historiográfico antes sugerido.

A continuación relatamos algunos de los resultados de nuestra propia búsqueda.

Presión hidrostática y sonido

Como recordaremos, el primer tema que tocamos en el guión del jardín fue el de la presión hidrostática. En el caso particular de la fuente de Herón, la presión extra que se produce al verter agua dentro de la copa, hacía que el aire contenido en el recipiente más bajo se desplazara hacia el contenedor superior gracias al principio de Pascal. En nuestra búsqueda hemos encontrado algunos artefactos prehispánicos que utilizan este mismo principio para producir sonido. Se trata de unas “vasijas silbadoras” que se han encontrado en diversas regiones de nuestro país como en Guanajuato, Zacatecas, Puebla³⁹⁶, etc. Vasijas similares se han encontrado también en Perú, Colombia y Ecuador.

En la figura 7 se muestra uno de estos ejemplares que se encuentra en el Museo Nacional de Antropología, en la sala de las culturas del Norte. Esta vasija proviene del Estado de Guanajuato³⁹⁷ y se calcula que fue hecha entre el 600 y 900 después de Cristo.

³⁹⁶ Rattray, Evelyn C. (2001). *Teotihuacan: Ceramics, Chronology, and Cultural Trends*. México, INAH/ University of Pittsburgh, pp.333

³⁹⁷ <http://www.mna.inah.gob.mx/index.php/salas-de-exhibicion/permanentes/arqueologia/culturas-del-norte.html>

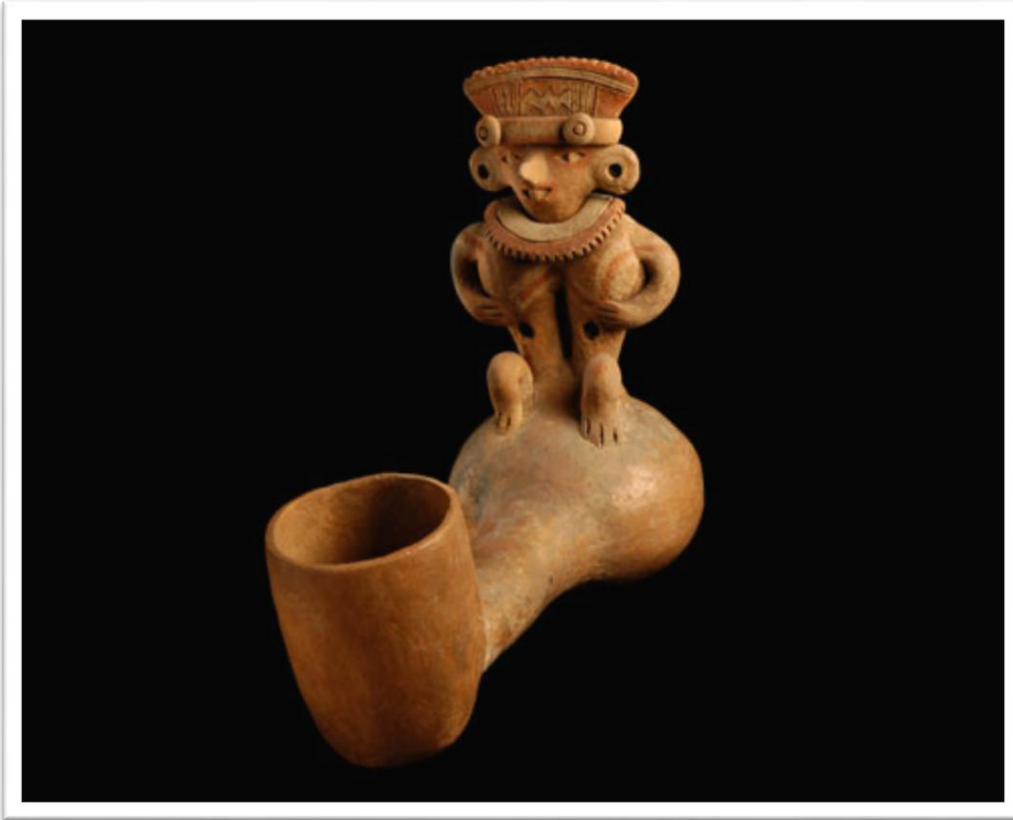


Figura 7. Vasija silbadora. Museo Nacional de Antropología

Como puede verse, estas vasijas están conformadas por dos recipientes conectados por un tubo. El primer recipiente se encuentra abierto y por él puede verterse agua. El segundo está conformado por un recipiente cerrado cuya única salida de aire y de agua es a través de un silbato que puede estar expuesto u oculto en su parte superior. Cuando se llenan parcialmente de agua ambos recipientes y se inclina la vasija de tal forma que el agua que se encuentra en el recipiente abierto pase hacia el segundo recipiente, el aire contenido en este último se ve forzado a salir a través del silbato produciendo un sonido.

En el bazar artesanal de San Ángel en la Ciudad de México hemos encontrado algunas reproducciones de estas vasijas pero a diferencia de la pieza que se encuentra en el Museo de Antropología, el segundo recipiente tiene forma de una cabeza humana. Cuando se hace sonar esta vasija emite un sonido como de llanto y, por los ojos de la figura, sale agua en forma de lágrimas. Desgraciadamente no hemos podido localizar en alguna colección-si es que lo hay- el origen de la pieza original.

Creemos que reproducciones de estos artefactos pueden ser integrados tanto al guión como a los equipos del jardín y que éste enriquecería aún más la exposición. Ya sea colocándolas dentro del tema de presión hidrostática o bien en el del sonido, estas vasijas servirían para realizar un enlace entre ambos temas. La otra opción que podemos vislumbrar es colocarlas dentro del equipo llamado “juego

de agua” donde se disponen de las instalaciones hidráulicas que se requieren y donde, por su tamaño, pueden integrarse a un equipo sin que su presencia se pierda. A continuación, en la figura 8 presentamos el diseño de un equipo inspirado en una de estas vasijas.



Figura 8. Vasijas silbadoras integradas a uno de los estanques del “juego de agua”

Autómatas y máquinas simples

Como hemos dicho antes, dentro del guion del jardín incluimos el tema de los autómatas de Herón y dentro de los equipos propuestos se integraron varias de estas piezas. Quien colaboró en proponer algunos de los autómatas para el jardín fue el escritor Gilberto Rendón Ortiz quien había escrito un libro muy interesante titulado “El libro de los maravillosos autómatas de juguete”. En el comienzo de este libro, se narra la historia de estos artefactos y en el caso particular del continente americano, Rendón ofrece como el ejemplo más notable de estos autómatas una calavera de cristal supuestamente maya que pertenece a la colección Mitchell-Hedges. Sin embargo, debido a que el libro de Rendón no es un texto especializado en arqueología sino más bien está dedicado a un público infantil y juvenil, nos pareció importante verificar esta información pues sabíamos que cualquier información errónea que se difundiera, repercutiría negativamente tanto en el público como en la reivindicación de los conocimientos locales que estábamos tratando de realizar.

En una primera búsqueda superficial sobre la calavera de cristal de Mitchell-Hedges nos encontramos que alrededor de ésta y su supuesto descubrimiento había toda una serie de relatos de corte “new age”

que sus mismos dueños se habían encargado de difundir. También, encontramos que estudios de microscopía electrónica de barrido y de espectroscopia Raman³⁹⁸ realizado en otras calaveras de cristal supuestamente prehispánicas y que se encontraban en posesión de los Museos Británico y Smithsonian habían mostrado que en estas piezas se utilizaron técnicas modernas de pulido y que el cristal de roca con el que estaban hechas provenían de algunas regiones de Brasil o Madagascar con las que los pueblos mesoamericanos no tuvieron ningún contacto. Como era de esperarse, la familia Mitchell-Hedges se negó a realizar estos mismos estudios en su supuesta pieza arqueológica. Por todo lo anterior decidimos no incluir lo referido por Rendón dentro del guion del jardín.

Sin embargo, más tarde encontramos en la antología “Los Indios de México y de Nueva España” que recoge algunos textos de Fray Bartolomé de las Casas un relato donde se describen algunas obras de orfebrería realizadas por los indígenas mexicanos y que se ajustan perfectamente a la definición de un autómeta:

“Sacan un ave como un papagayo, que se le anda la lengua como si vivo la menease, y también la cabeza y las alas; un rostro de águila lo mismo, una rana y un pescado señaladas las escamas, una de plata y otra de oro, todo de vaciado, que espanta a todos nuestros oficiales. Vacían una mona de oro que juega con los pies y con las manos, teniendo un uso, que parece hilar, o con una manzana que parece que la come y otras cosas de risa semejantes. Acaece fundir un plato de cuarto o de más cuartos, y un cuarto es de oro y otro de plata, y este secreto también es oculto a nuestros oficiales.”³⁹⁹

Maquinas simples

Relacionado con el tema de los autómetas se encuentra él de las máquinas simples que también nos interesó investigar. Generalmente, es aceptado que dentro de las culturas mesoamericanas prehispánicas se utilizaron pocas máquinas simples y que en el caso particular de la rueda y el eje, sólo se utilizaron en la fabricación de juguetes como muestran algunos ejemplos en los museos.

Sin embargo, algunos autores han identificado algunos artefactos prehispánicos que, aunque a simple vista no parecen máquinas simples pues no corresponden a las mismas formas y usos que se desarrollaron en Occidente, éstos funcionan de acuerdo a los mismos principios físicos.

Por ejemplo, como recordaremos, una polea es una máquina que se utiliza para cambiar la dirección o aumentar la magnitud de una fuerza. Como Keoke y Porterfield⁴⁰⁰ señalan, los antiguos indígenas de Mesoamérica también entendieron el principio de la polea. Pero, a diferencia de los griegos quienes usaban este principio mayormente dentro de la arquitectura y la ingeniería, los mayas y los aztecas usaban la polea en aplicaciones médicas, específicamente para alinear fracturas y dislocaciones. Según estos autores, los médicos mayas y aztecas habrían atado una cuerda o un pedazo de tela a la

³⁹⁸ Sax, Margaret et.al. (2008). “The origins of two purportedly pre-Columbian Mexican crystal skulls”. *Journal of Archaeological Science*. Volume 35, Issue 10, October, pp. 2751–2760

³⁹⁹ Bartolomé de las Casas. Pp.26

⁴⁰⁰ Keoke, E. D., & Porterfield, K. M. (2009). *Encyclopedia of American Indian contributions to the world: 15,000 years of inventions and innovations*. Infobase Publishing, pp. 218

extremidad afectada y el otro extremo de esta cuerda se habría hecho pasar alrededor de una viga para poder tirar de él. Así, la viga habría hecho la misma función que la de una polea.

De la misma forma, aunque la rueda y el eje no fueron utilizados en América para construir medios de transporte, existen algunos ejemplos de aparatos giratorios que, utilizando este mismo principio, sirvieron para realizar danzas y ceremonias.

Como primer ejemplo tenemos el dispositivo utilizado en la danza de las Guacamayas o Quetzalines cuyo origen se remonta, según Stresser-Péan⁴⁰¹, al periodo comprendido entre el 400 y 600 de nuestra era. En esta danza, que aún se realiza entre algunos pueblos nahuas y totonacos de los estados Puebla y Veracruz, se utiliza un aparato giratorio que consta de una cruz hecha de madera la cual gira, a modo de rueda, en torno a un eje horizontal.

El segundo ejemplo es un poco más complejo. Se trata del aparato utilizado para realizar la danza del “volador” o mejor conocida como la danza de los “voladores de Papantla”. Esta danza que se remonta según Stresser-Péan al siglo XI de nuestra era, posiblemente es de origen tolteca y en su forma arcaica sólo dos voladores intervenían en ella. A continuación presentamos aquí la descripción que Stresser-Péan hace de esta danza y de su aparato giratorio.

“Se llama Volador a una danza aérea en la cual algunos hombres, siempre en número par, suben a lo alto de un mástil, se amarran cada uno al extremo de una cuerda fija al mástil y, desde ahí, gracias a un dispositivo giratorio bastante simple, descienden hasta el suelo realizando una trayectoria en espiral. Para esto, la parte terminal del mástil está provista de un bloque giratorio de madera, en el cual, está suspendido un marco horizontal. Cerca del extremo superior del mástil se amarran largas cuerdas que cuelgan hasta el suelo y cuyo número corresponde al de los danzantes. Estos se suben y se sientan en el marco. Hacen girar el cuadro para enredar las cuerdas alrededor del mástil. Después de haberse amarrado cada uno al extremo de una de las cuerdas, se dejan caer hacia atrás. Su peso jala las cuerdas, las cuales se desenredan haciendo girar el marco y el bloque terminal. De este modo desciende cada uno de los danzantes en espiral hasta el suelo.”⁴⁰²

En la siguiente figura 9 se muestra un esquema basado en un dibujo de Stresser-Péan para describir el mecanismo del volador.

⁴⁰¹ Stresser Péan Guy (2011). *El Sol-Dios y Cristo. La cristianización de los indios de México vista desde la Sierra de Puebla*. México, Fondo de Cultura Económica/ Conaculta, pp. 257

⁴⁰² Ibid. pp. 258

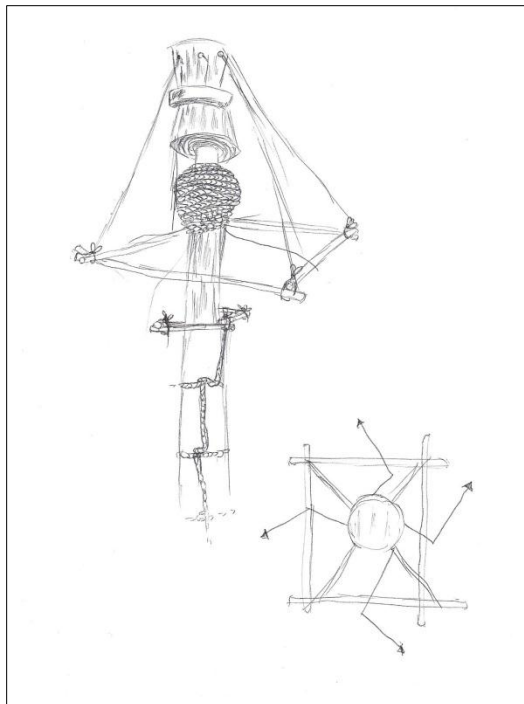


Figura 9. Mecanismo del volador realizado por Nina Nahmad

Ahora bien, desde el punto de vista de la mecánica (y contrariamente a lo que piensa Stresser-Péan) el dispositivo del volador no es nada simple. Este puede verse como una especie de torno de cuerda similar a un taladro de arco pero en este caso, la energía motriz proviene de la energía potencial gravitacional de los danzantes.

Lo más notable de este sistema es que, gracias a su mecanismo, el descenso de los danzantes no es de forma acelerada, es decir, a pesar de que la fuerza gravitacional produce una aceleración sobre los voladores, el sistema hace que estos bajen a velocidad constante y que esta pueda variarse cambiando las dimensiones del mástil y del marco. A medida que los voladores descienden, el radio de giro se incrementa produciendo un incremento en la inercia rotacional del sistema lo que impide que la velocidad de rotación aumente. Entonces, dado que la velocidad de rotación es directamente proporcional a la velocidad de descenso, los voladores no descienden con una aceleración constante, es decir como si fuese el caso de una caída libre, sino a una velocidad terminal.

Este mecanismo de regulación de velocidad hace posible la danza; si el sistema girara aceleradamente, el danzante que permanece en la cúspide del mástil difícilmente podría mantener el equilibrio saliendo disparado.

Un mecanismo regulador de velocidad que funciona de manera similar fue inventado en 1788 por James Watt. Dicho mecanismo que se conoce como regulador centrífugo (o *flyball governor* en inglés) fue utilizado para regular la velocidad de los motores de las máquinas de vapor. En la figura 10 se muestra este dispositivo.

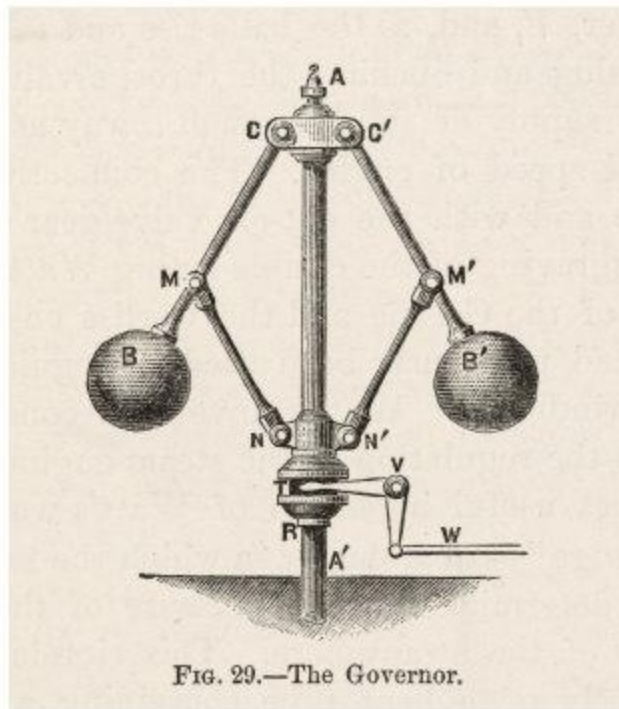


Figura 10. Regulador centrífugo diseñado por Watt

Óptica

Uno de los temas que desgraciadamente hemos omitido dentro del jardín y que resulta clave para entender el funcionamiento de equipos tales como el telescopio, el del efecto termo-acústico o algunas estufas solares es el de la óptica geométrica. Como podemos observar en la descripción de estos equipos, en todos estos casos se utilizan concentradores o reflectores solares pero de ellos desgraciadamente no hemos hecho ninguna mención. Para solucionar este problema podemos optar por, o bien agregar una cedula explicativa a uno de los equipos que hemos diseñado previamente, o bien diseñar un nuevo equipo específico para explicar este importante tema. Pero sea cual sea la solución por la que se opte, lo que queremos señalar aquí es que el tema de los reflectores solares nos permite hablar sobre uno de los más notables desarrollos tecnológicos que se produjeron en Mesoamérica: los espejos olmecas.

Para dar cuenta de la magnitud de éste desarrollo permítanos el lector hacer un breve repaso sobre el tema.

En Occidente, tanto los antiguos griegos como los romanos tuvieron cierta fascinación por los llamados espejos "incendiarios" o ustorios, es decir, espejos que tienen la propiedad de concentrar los rayos solares y de producir fuego si se enfocaban sobre alguna superficie inflamable. Plutarco, por ejemplo,

quien vivió en el siglo primero de nuestra era, menciona que, en el caso de que el fuego sagrado del templo de Vesta se extinguiera, éste debía ser revivido por medio de los rayos solares colectados por un espejo cóncavo.

También tenemos varios relatos que refieren cómo Arquímedes, utilizando uno de estos espejos pudo prender fuego a las naves romanas durante el sitio de Siracusa ocurrido entre los años de 214 y 212 a. C. Aunque muchos científicos e historiadores han dudado sobre la veracidad de esta última historia -pues además de que no existen relatos contemporáneos al supuesto evento, un espejo capaz de ser enfocado a distancias tan grandes y de producir estos efectos tendría que poseer dimensiones enormes - lo cierto es que el interés por estos artefactos dio pie al estudio del comportamiento de la luz y, más tarde, habiendo entendido dicho comportamiento físico, el problema de diseñar espejos incendiarios efectivos presentó algunos retos que contribuyeron al desarrollo de la geometría.

Así por ejemplo, Diocles quien escribió un tratado sobre los espejos incendiarios, refiere como Zenodoro reduce el problema de los espejos incendiarios a un problema geométrico y en su planteamiento describe las características que estos deben cumplir:

“Phytion el geómetra de Tasos escribió una carta a Canon en la que le preguntó cómo encontrar la superficie de un espejo, de tal manera que cuando se coloca frente al sol, los rayos reflejados por este, se encuentran en la circunferencia de un círculo. Y cuando Zenodoro el astrónomo vino a Arcadia y nos fue presentado, nos preguntó cómo encontrar una superficie de un espejo de tal manera que cuando se coloca frente al sol, los rayos reflejados por él, se encuentran en un punto y por lo tanto, puede encender un fuego.”⁴⁰³

Hasta donde se tiene registro, los primeros estudios para dar un tratamiento sistemático a las propiedades de la luz y en particular para entender las propiedades de enfoque de algunos espejos, se deben al famoso geómetra Euclides quien vivió entre el 325 al 265 a. C. Dichos estudios están contenidos en dos de sus libros: la *Óptica* y la *Catóptrica*. Es en éste primer libro donde Euclides formulará una de las más importantes leyes de la física que describen el comportamiento de la luz, es decir, la ley de la reflexión. Esta ley dice que cuando un haz de luz incide sobre un espejo plano, el ángulo con el que incide es igual al ángulo con el que es reflejado. En la *Catóptrica*, Euclides extenderá este resultado sustituyendo el plano del espejo original por una tangente a la superficie de espejos cóncavos y conexos⁴⁰⁴.

Aunque Euclides sentó las bases para el estudio de los espejos, en realidad no tuvo mucho éxito en cuanto a resolver el problema de los espejos ustorios, es decir, encontrar una superficie reflejante capaz de concentrar los rayos que sobre él inciden en un solo punto. En su *Catóptrica*, Euclides erróneamente

⁴⁰³ Friend, Michael N. and Sabetai, Unguru. (2001) *Apollonius of Perga's Conica: text, context, subtext*. Leiden, The Netherlands. Brill, pp. 164.

⁴⁰⁴ Cabe señalar que aunque esta ley se plantea como un postulado geométrico en realidad se trata de la descripción del comportamiento la luz al ser reflejada. Así, más adelante en el siglo primero después de Cristo, Herón de Alejandría demostrara que la ley de la reflexión es equivalente a decir que el camino que toma un haz de luz al ser reflejado por un espejo, es el más corto posible. Con ello Herón logra establecer el antecedente directo al principio de Fermat.

supone que dicha propiedad corresponde a la de los espejos cóncavos esféricos y que, el punto focal de estos, se encuentra en su centro de curvatura.

Un siglo más adelante quien abordará con éxito el análisis de diversos tipos de espejos utilizando razonamientos geométricos será el mismo Diocles. Al resolver el problema de los espejos esféricos, Diocles llega a dos importantes resultados: El primero es que, contrariamente a lo enunciado por Euclides, en un espejo esférico, no existe un punto focal sino, más bien, una línea donde los rayos convergen. El segundo, y quizás más sorprendente, es que la capacidad que tienen los espejos esféricos para concentrar los rayos solares sólo depende una porción de su área y no de toda su superficie.

En cuanto al problema planteado por Zenodoro, Diocles demuestra no sólo que un verdadero “espejo incendiario” debe tener la forma de un espejo parabólico pues esta configuración enfoca toda la radiación incidente hacia un solo punto focal, sino también, que a diferencia de los espejos esféricos, los espejos parabólicos se vuelven más efectivos en cuanto más área poseen.

Como Smith⁴⁰⁵ ha señalado, aunque no existe evidencia escrita, muchos historiadores han supuesto que en el tiempo en que Diocles escribió su tratado, ya se había establecido que un verdadero espejo incendiario debía ser parabólico y que, de hecho, tanto Arquímedes como su contemporáneo más joven, Apolonio de Perge, estaban conscientes de este hecho. Sin embargo, una cuestión interesante que nos gustaría resaltar es que, a pesar de los múltiples testimonios que dejaron diversos comentaristas sobre la existencia de espejos incendiarios en la Grecia antigua y de todo la maquinaria teórica desarrollada para producirlos, no se ha encontrado ningún resto arqueológico de estos espejos que provengan del periodo comprendido entre finales del siglo V y mediados del siglo III a. de C, es decir, de la época en que se producen los primeros reportes de espejos incendiarios y de las primeras teorizaciones que se dan a su alrededor⁴⁰⁶. De hecho, el mismo Diocles en su tratado “Sobre los espejos ustorios” afirma haber tenido noticia de estos espejos a través de algunos relatos que reportan su existencia en “ciudades remotas” pero no dice nada acerca de haber visto alguno personalmente ni tampoco, a pesar de expresar su intención de construir uno, de haberlo hecho:

“We believe that it is possible to make a burning instrument of glass such that it has a special property, namely that one can make lamps from it which produce fire in temples and at sacrifices and immolations, so that the fire is clearly seen to burn the sacrificial victims; this occurs, as we are informed, in remote cities, especially on the days of great celebration: this causes the people of those cities to marvel. That is something which we too shall do.”⁴⁰⁷

Es muy probable que las dificultades técnicas para construir espejos incendiarios pudieran haber sido un grave obstáculo para que esta tecnología se extendiera y dejara de ser más bien una rareza. Como hemos visto, variaciones sutiles —y difíciles de percibir a simple vista— en las curvaturas de los espejos

⁴⁰⁵ Smith, Mark A. (1999). “Ptolemy and the foundations of ancient mathematical optics: A source based guided study”. *Transactions of the American Philosophical Society*, Vol.89 part 3, pp. 157

⁴⁰⁶ Olson, John, P. (2008) *The Oxford Handbook of Engineering and Technology in the Classical World*. Oxford University Press, pp. 528

⁴⁰⁷ Citado por Smith en Smith, Mark A. (1999). “Ptolemy and the foundations of ancient mathematical optics: A source based guided study”. *Transactions of the American Philosophical Society*, Vol.89 part 3, pp. 157

producen resultados sumamente disimiles y de dichas curvaturas depende en parte que un espejo tenga la capacidad de concentrar eficientemente la radiación solar o no. Para mostrar estas sutiles diferencias en la figuras (a) se presenta a un espejo esférico reflejando los rayos de luz que provienen de una fuente lejana. Nótese como estos rayos no son concentrados en un punto. En la figura (b) se muestra la comparación entre un espejo parabólico y uno esférico cuyo radio corresponde a dos veces la distancia focal del espejo parabólico.

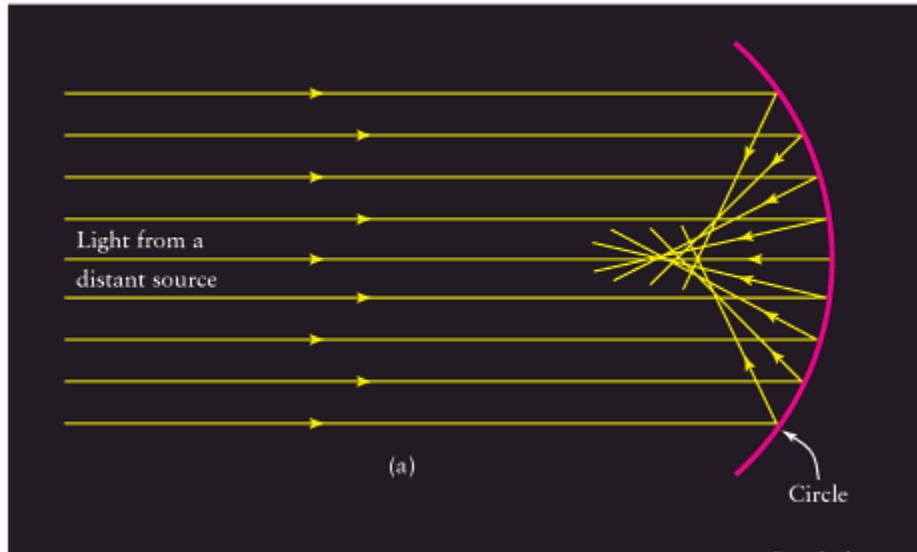


Figura (a)

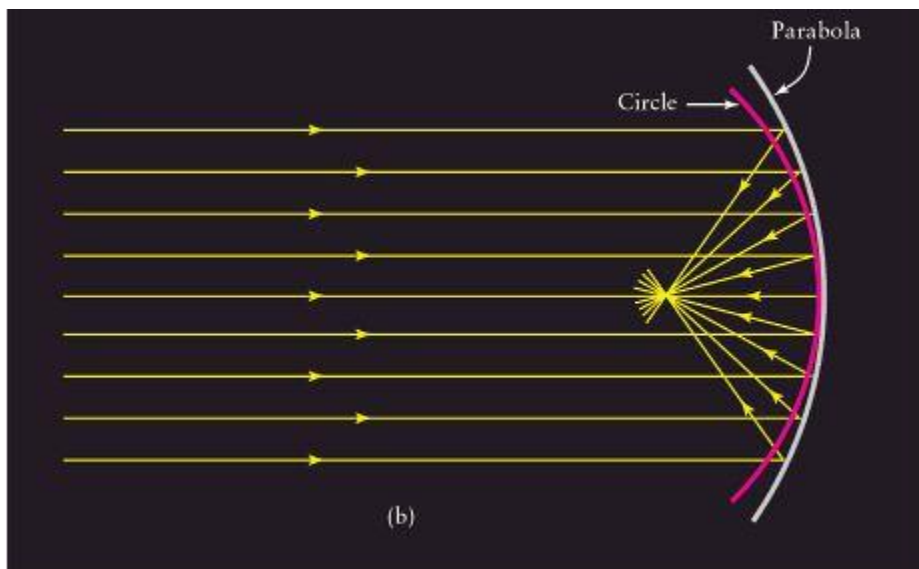


Figura (b)

Por otra parte, es muy importante no subestimar dichas dificultades técnicas. Desde la antigüedad, la mayoría de los espejos que se fabricaron en Grecia y en otras partes de Europa, eran planos y estaban hechos a base de algún metal como el bronce. Así, para poder fundir un espejo parabólico, lo primero

que debía hacerse era fabricar un molde o plantilla que tuviese la forma deseada⁴⁰⁸. El problema entonces se reducía nuevamente a un problema geométrico: ¿cómo trazar una parábola más o menos aceptable? Por ello, durante varios siglos posteriores a Diocles, geómetras como Alhazen, Witelo y Anthemius escribieron tratados sobre la construcción de espejos que, más que ser manuales prácticos, eran en realidad tratados sobre geometría que versaban sobre el trazo de parábolas. Como Huxley⁴⁰⁹ apunta, la gran brecha que existe entre estos “manuales” y su aplicación práctica queda en evidencia por las dificultades que llegan hasta el siglo XVII para fabricar espejos parabólicos. En efecto, ya desde el Renacimiento el interés por los espejos incendiarios se había revivido debido a la promesa de sus nuevas aplicaciones prácticas. Se sabe por ejemplo que en esta época algunos espejos cóncavos fueron utilizados para soldar piezas metálicas y que Leonardo da Vinci propuso utilizarlos en los talleres textiles donde se empleaba agua caliente para teñir telas. Sin embargo, la factibilidad de todas estas aplicaciones seguía dependiendo de la construcción de espejos con un alto poder de concentración solar y, por ende, de la resolución de un problema tan básico como el trazo de una parábola. Fue el mismo Leonardo quien, tras dedicar numerosos estudios a la óptica y a la geometría de las secciones cónicas, ideó un compás mecánico para trazar parábolas. El bosquejo de dicho compás que se encuentra contenido en Códice Atlántico dentro de la biblioteca Ambrosiana de Milán se muestra a continuación en la figura 11. Más tarde, Leonardo realizó algunos otros bosquejos donde se incorporaba a este compás en una especie de torno para pulir espejos parabólicos.

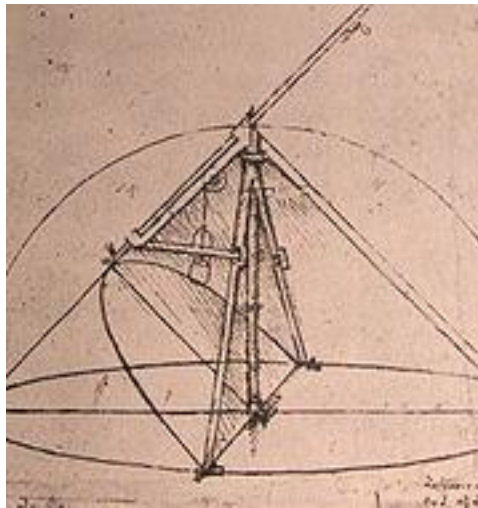


Figura 11. Compás parabólico diseñado por da Vinci

No obstante lo anterior, como Schechner y Dupré⁴¹⁰ sostienen independientemente, es muy probable que, como otros tantos inventos ideados por Leonardo, la máquina para pulir espejos parabólicos sólo

⁴⁰⁸ Witelo, en el siglo XIII, describe la fabricación de tales plantillas de molienda hecha de chapa de hierro en forma de una parábola. North, John David, et al. (Ed.) (1985) *The light of nature: essays in the history and philosophy of science presented to AC Crombie*. Springer, pp. 197.

⁴⁰⁹ Huxley, George Leonard, (1959). *Anthemius of Tralles: a study of later Greek geometry*. Cambridge, Massachusetts Greek, Roman and Byzantine Studies, pp. 43

⁴¹⁰ Schechner, Sara. J. (2005). “Between knowing and doing: Mirrors and their imperfections in the Renaissance”. *Early Science and Medicine*, Vol. 10, no. 2, pp. 137-162.

hayan servido a Leonardo para reflexionar sobre la resolución de problemas teóricos que involucraban a la óptica y a la mecánica. Después de todo, ya en el siglo XVII, cuando la óptica había avanzado tanto como para descubrir que un espejo parabólico podría utilizarse para proyectar imágenes y que esta propiedad podría servir también para construir telescopios, James Gregori, a quien se le debe el diseño de uno de los primeros telescopios reflectores, tuvo que abandonar su deseo de ver materializado su proyecto, debido a que ni él, ni ningún fabricante de espejos que conociese, tenían las habilidades técnicas para construir un espejo parabólico. Del mismo modo, Newton, quien evidentemente sabía que la forma ideal de un espejo para un telescopio reflector era la parabólica, en 1672 presentó ante la Royal Society dos telescopios reflectores contruidos con espejos esféricos dado que sólo pudo procurarse espejos de esta forma⁴¹¹. Así, sin temor a exagerar, podemos decir que, llegar al desarrollo de una técnica más o menos convencional para la fabricación de colectores solares ideales le costó a Occidente sortear dos mil años de dificultades teóricas y experimentales. Este hecho, además de proporcionarnos una idea clara sobre la magnitud de este desarrollo tecnológico en Occidente, nos permite poder apreciar también otros desarrollos similares que ocurrieran en otras regiones del mundo y que, por desgracia, han sido obscurecidos por interpretaciones que les han hecho poca justicia.

Este es el caso de los espejos olmecas. A diferencia de Occidente donde- como hemos dicho -las dificultades para producir espejos parabólicos llegaron hasta bien entrado el siglo XVII- en Mesoamérica, la cultura olmeca comenzó a producir estos artefactos a partir del año 1500 a. de C. y continuó haciéndolos durante los siguientes 1200 años, es decir, aproximadamente hasta el año 300 antes de Cristo. Restos arqueológicos de estos espejos se han encontrado en distintos sitios de México, principalmente en la región del golfo de México. El material con el que fueron hechos estos espejos consiste en óxidos ferrosos como la magnetita, la hemetita, la ilmenita o combinaciones de ellos. En 1976 Carlson⁴¹² logro conjuntar en un catálogo veinticuatro de estos espejos olmecas siete de los cuales proceden del sitio de La Venta en el estado de Tabasco. Para dar una idea al lector sobre las características de estos espejos presentamos aquí la descripción que Heizer y Gullberg hacen sobre los espejos encontrados en la Venta:

“The technical and artistic quality of the La Venta mirrors is such, that the present authors believe that for their age, there are no specimens of lapidary art known from the aboriginal New World that exceed them. Such a judgment might be argued but the Olmec mirrors are surely more than expert stone-fashioning, since they have specific optical properties that were deliberately aimed at and that were, no doubt, traditional-directed.

Dupré, Sven. (2005). “Optic, Picture and Evidence: Leonardo's Drawings of Mirrors and Machinery”. *Early Science and Medicine*, Vol. 10, no. 2, pp. 211-236.

⁴¹¹ Hutton, Charles. (1795) . *A Mathematical and Philosophical Dictionary: containing an explanation of the terms, and an account of the several subjects, comprized under the heads mathematics, astronomy, and philosophy both natural and experimental*, Volumen 1. London, Printed by J. Davis, for J. Johnson; and GG and J. Robinson, pp. 160

⁴¹² Carlson, John. B. (1981). “Olmec concave iron-ore mirrors: The aesthetics of a lithic technology and the Lord of the Mirror” in *The Olmec and Their Neighbors*. Washington, D.C., Dumbarton Oaks, pp. 117-148.

There is an essential similarity in all the specimens, even though their dimensions and focal lengths differ. The degree of polish of the concave surface is remarkably good and seems to represent the limit of perfection which the material will allow.

No clear trace of abrasion marks on the polished surface can be detected. One's first impression is that the mirrors are spherical, but a careful study of the curvatures proves them to have a changing radius of curvature from the center to the outer edge, the radius of curvature becoming progressively greater as the edge is approached. The effect is almost identical to the modern practice of parabolizing optical reflectors. The outer local flattening improves the performance of the reflector in focusing radiant energy.”⁴¹³

Laberinto

Dentro el jardín se había planeado también la construcción de un laberinto. Hasta donde teníamos noticias, los laberintos fueron construcciones occidentales que se desarrollaron en el antiguo Grecia y que después, se popularizaron en Europa. Sin embargo, leyendo al historiador de las Indias, Bartolomé de las Casas, encontramos un párrafo donde él se refería a la existencia de un laberinto en el mundo prehispánico:

“Por todo el señorío de Motenzuma había muchas casas de señores a él sujetos, de muchos y buenos edificios, que a su imitación trabajaban de señalarse cuanto podían en hacellas costosas y grandes y lindas. La casa del señor de Tezcuquo, que era un su sobrino (y está ya la vimos), por tal manera fue edificada y ordenados sus aposentos y partes della, que si el que en ellos entrara no llevara guía, padecería, antes que pudiera salir, peligro; era poco menos que laberinto y lo mismo había por otras partes destas Indias (como abajo se dirá) en casas y fortalezas. [...] Laberinto es o era obra portentísima y espantable invención para mostrar la sotleza del humano ingenio sobre las pirámides y todas las otras obras hechas por hombres. Contenía en sí el laberinto mil caminos, vueltas y revueltas que llaman ambages, encuentros y rencuentros, entradas y salidas inexplicables, muchas puertas para entrar: los que pensaban que salían y los que creían salir entraban”⁴¹⁴

Más tarde también encontramos que dentro de la cultura maya, se construyó al menos un laberinto. Éste todavía puede visitarse en el sitio arqueológico de Oxkintok en Yucatán.

Por tanto, esta información puede incluirse dentro de nuestro guión de conocimientos locales.

5.5.2 Referencias culturales: juguetes tradicionales

⁴¹³ Heizer, Robert F.; Gullberg, Jonas E. (1981) “Concave mirrors from the site of La Venta, Tabasco: Their occurrence, mineralogy, optical description, and function”. En *The Olmec and Their Neighbors*, Dumbarton Oaks, Washington, DC, 1981, p. 109-116.

⁴¹⁴ Bartolomé de las Casas pp. 12

Existen varios estudios, particularmente dentro del campo de la enseñanza de la física, donde se ha explorado la idea de utilizar algunos juguetes provenientes de todas partes del mundo para explicar algunos fenómenos físicos. Esta idea nos pareció muy atractiva pues coincidía con la idea de incorporar el juego dentro de las exhibiciones del jardín. Además, el poder introducir algunas exhibiciones que representaran juguetes tradicionales mexicanos, no sólo nos permitiría hablar sobre los conocimientos requeridos para la fabricación de estos juguetes o de los principios físicos que se encuentran detrás de su funcionamiento, sino también, hacer referencia al arte popular mexicano y darle un carácter propio a las exhibiciones del jardín a través de su singular estética. Esto último es importante si consideramos que en la mayoría de los museos de ciencia en México, la arquitectura y la estética de las exhibiciones contribuyen a reforzar la idea de que la ciencia proviene de “afuera”, es decir que tanto históricamente, como en la actualidad, existe un pobre desarrollo científico nacional.

Esta idea no cristalizó completamente dentro del diseño de las exhibiciones del jardín Ixaya. Sin embargo, más tarde, ya fuera del proyecto, me ha parecido importante desarrollar estas ideas y con la colaboración de mi amiga Luisa Fernanda Matute Brito quien es diseñadora industrial y quien me ha ayudado en la propuesta estética y de la elaboración de los bocetos por computadora, hemos desarrollado algunos equipos que presento a continuación.

El primer equipo que presentamos está inspirado en un juguete popular que se fabrica en el estado de Michoacán⁴¹⁵. El juguete original es un pajarito hecho de madera -generalmente de tejamanil- cuya cabeza y cola pueden moverse al balancear, a modo de péndulo, una pequeña cuenta de barro que se encuentra sujeta a ellas por un par de hilos. En la figura 12 se presenta una imagen del juguete original.



Figura 12. Pajarito de tejamanil

En el equipo que hemos diseñado se ha integrado éste juguete dentro del diseño de un columpio. En este caso, varios pajaritos – de dimensiones mucho más grandes- ahora se han posado sobre la barra transversal de un columpio. Lo que antes hacía la función de péndulo, es decir, la cuenta de barro y los

⁴¹⁵ Enrique Florescano. “El Juguete Mexicano” Editorial Taurus, México, 2006, pp. 244

hilos, ahora ésta es hecha por las cadenas del columpio y el cuerpo de la persona que se mece en él. En la figura 13 se muestra el equipo propuesto.

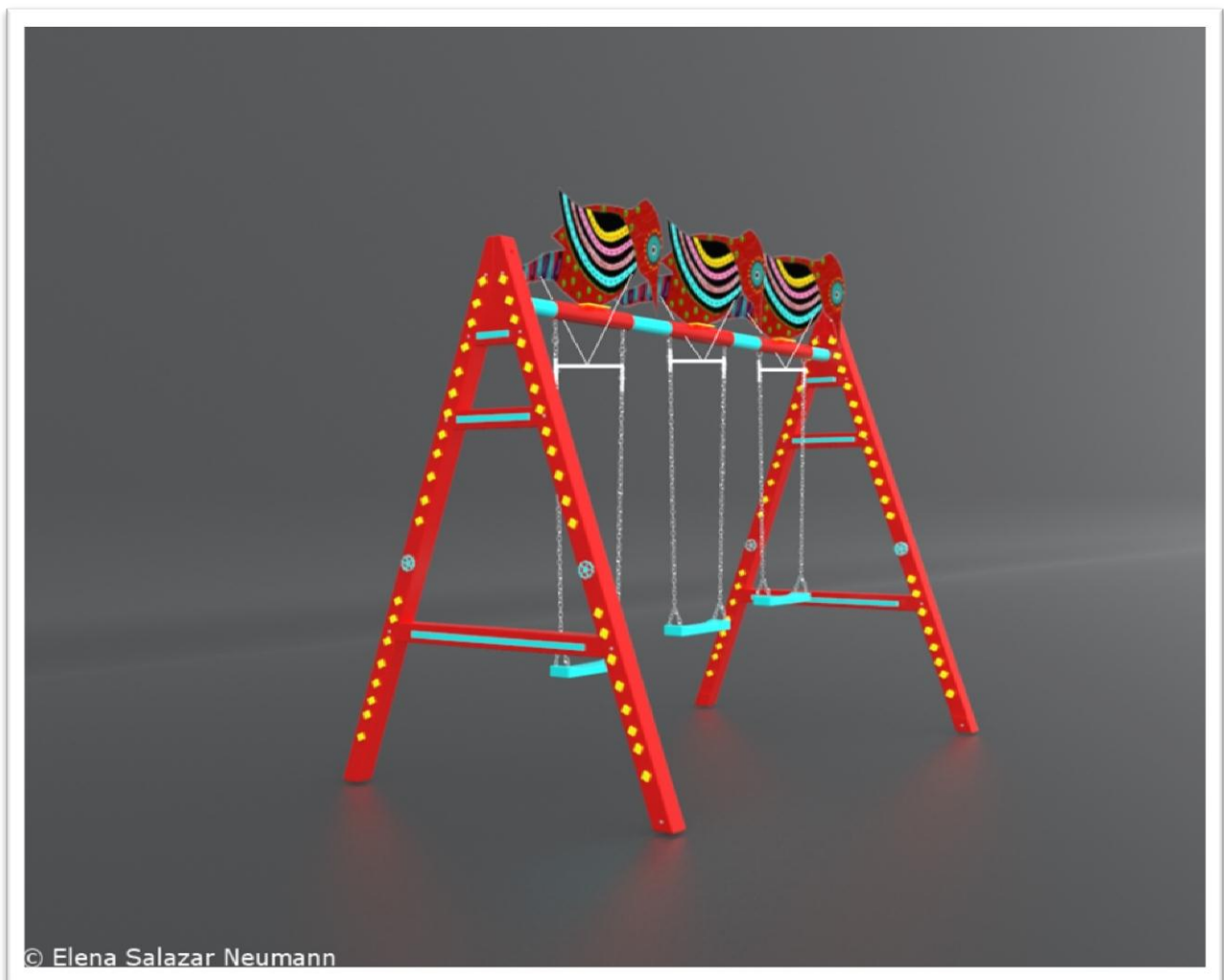


Figura 13. Columpios con pajaritos

Los distintos largos de las cadenas de los columpios nos permiten mostrar cómo el periodo de oscilación de un péndulo depende de ésta variable. Al igual que en el caso del juguete original, el movimiento de la cola y el picoteo del pajarito coinciden con el periodo de oscilación del péndulo, así entre más corta es la cadena del columpio más rápido se mueve la cabeza y cola del pajarito.

La cedula explicativa a este equipo puede ser la misma que hemos propuesto para el equipo de “péndulos” del jardín Ixaya que se encuentra en el anexo B.

El segundo equipo que hemos diseñado está inspirado en un juguete que se fabrica en la Ciudad de México. Este juguete consiste en un pequeño muñeco hecho de madera que puede representar a algún personaje popular, por ejemplo, un personaje de la lucha libre o bien, en día de muertos, a una “catrina” o a un esqueleto vestido de distintas formas. El muñeco puede estar formado por una o varias piezas

articuladas por un alambre. En cada mano del muñeco hay un agujero por donde pasa un cordel. Los extremos de estos dos cordeles están sujetos a los extremos de dos barritas de madera. La barra superior debe estar suspendida por un lazo colocado justo en el centro de la barra. Cuando se hacen mover los extremos de la barra inferior hacia arriba y hacia abajo, el muñeco trepa por los cordeles que pasan por sus manos. Cuando el movimiento cesa, el muñeco vuelve a caer hasta su posición inicial. Éste efecto se logra gracias al movimiento de la barra inferior que lo hace avanzar por los cordeles y a la fricción entre los cordeles y la madera de las manos la cual cambia, al cambiar el ángulo que forman los cordeles con la vertical. El juguete original se muestra en la figura 14.



Figura 14. “Trepadores”

En el equipo que proponemos, hemos integrado éste juguete al diseño de un subibaja. Como se muestra en la figura 15, en este caso, la función de la barra inferior original es hecha por la barra que conforma el subibaja. Así, cuando dos personas se balancean en el subibaja, una figura –en este caso una “catrina”- sube por los cables de los que está sujeta.

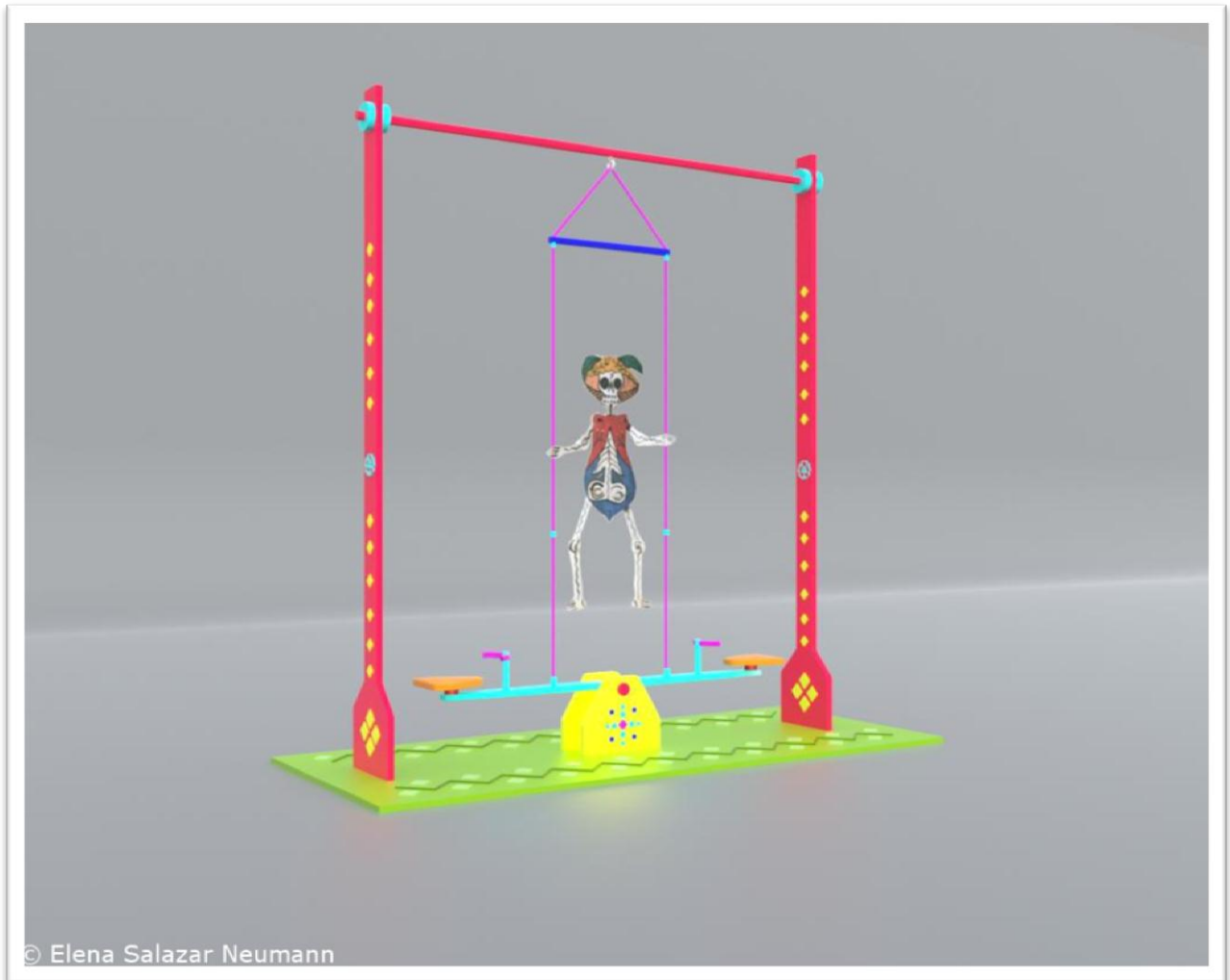


Figura 15. Subibaja con trepador

Dentro de los equipos propuestos para el jardín Ixaya, también se encontraba un subibaja que servía para explicar el funcionamiento de una palanca. El equipo que aquí proponemos, además de servir para este mismo propósito, también puede servir para explicar cómo actúa la fuerza de fricción. Incluso éste último tema puede servirnos para explicar qué son las fuerzas disipativas y cómo éstas intervienen para hacer imposible la creación de las máquinas de movimiento perpetuo.

El tercer y último equipo que presentamos está inspirado en un juguete que, aunque no es de origen mexicano, se ha popularizado entre los niños de nuestro país quienes son los que generalmente lo fabrican ya sea por iniciativa propia o como parte de una tarea escolar. El nombre original de éste juguete es “thaumatrope” y su invención se le atribuye al médico británico Paris John Ayrton quien utilizó este juguete para demostrar la persistencia de la visión ante el Royal Collage of Physicians de Londres en 1824. El thaumatrope consiste en un disco hecho generalmente de cartón donde se han dibujado dos figuras de cada lado. El disco de cartón está sujeto por dos pedazos de cuerda separadas por el diámetro del disco. Cuando se hace girar rápidamente el disco dando vueltas a las cuerdas, las dos

imágenes parecen combinarse en una sola. Así por ejemplo, si de un lado del disco se dibuja un jarrón y del otro, un ramo de flores, al girar el disco, las flores parecen estar dentro del jarrón. En la figura 16 se muestra uno de estos juguetes.



Figura 16. Thaumatrope

En el equipo que aquí proponemos y que se muestra en la figura 17 hemos colocado varios de estos discos dentro de un equipo que es movido mediante manivelas. Para hacer referencia a la cultura popular mexicana, los dibujos que hemos elegido provienen del juego de la lotería -otro juego muy popular- cuyas imágenes se encuentran fuertemente gravadas en los recuerdos de la infancia de muchos mexicanos. Las imágenes de los thaumatropes pueden formarse colocando de un lado de un disco parte de la imagen de una sola carta de la lotería y del otro el resto de la imagen (por ejemplo, de un lado la imagen de Atlante y del otro, el mundo que éste sostiene) o bien combinando dos cartas (por ejemplo, de un lado la carta del “cántaro” y, del otro, la carta de “la rosa”). La cedula explicativa de este equipo también puede ser la misma que propusimos para el equipo similar del jardín Ixaya.

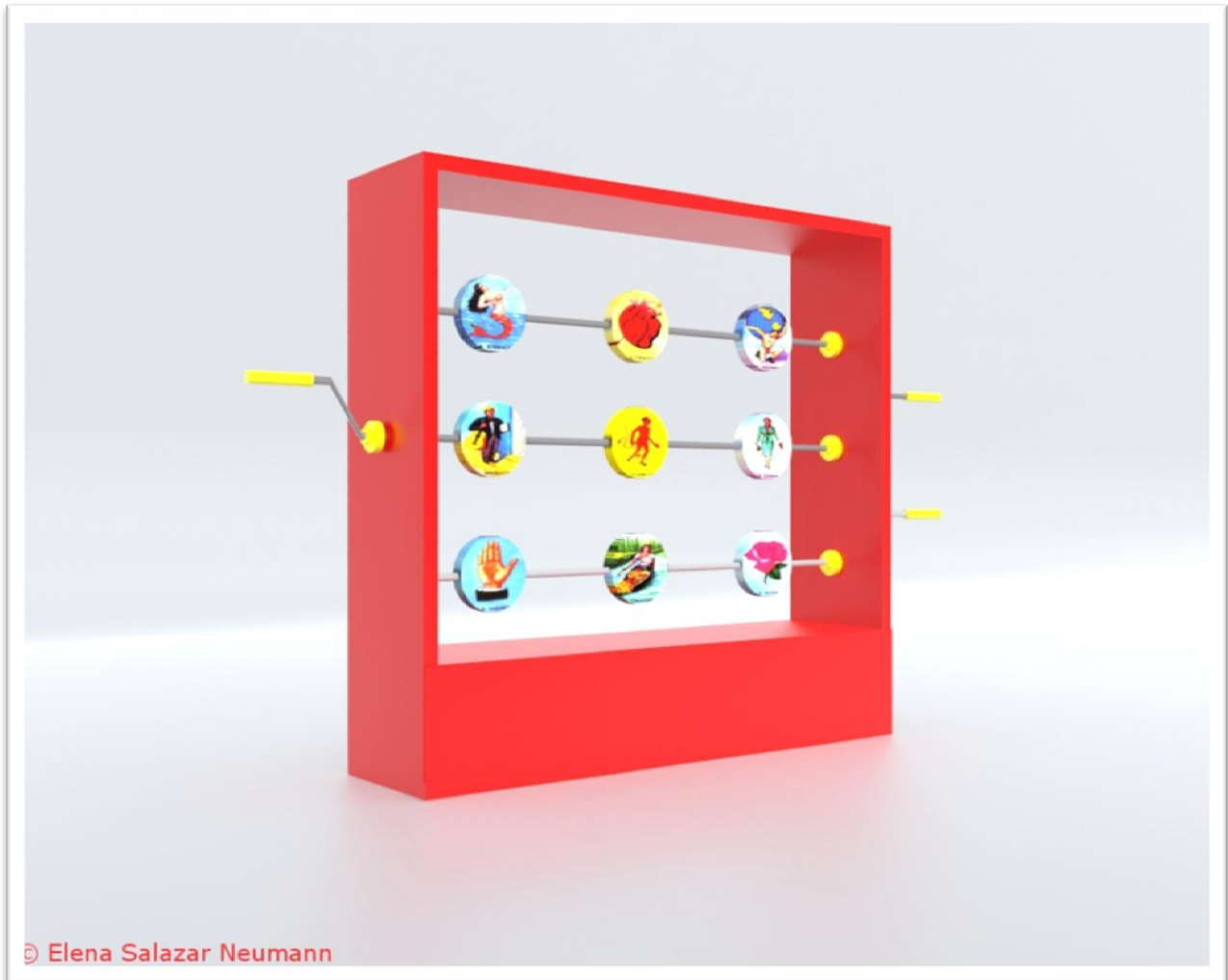


Figura 17. Thaumatrope con dibujos de la lotería

Conclusiones generales

Las aportaciones que hace este trabajo al estudio de la comunicación pública de la ciencia son de dos clases: teóricas y prácticas. En cuanto a las aportaciones teóricas, consideramos que el análisis que hemos hecho sobre la clasificación social del conocimiento y la aplicación de la teoría del control cultural a esta clasificación nos ha permitido desarrollar un marco teórico general que es central para el estudio objetivo y crítico de la comunicación pública de la ciencia como fenómeno social. A diferencia de otros trabajos en donde por lo general se parte de una perspectiva centrada en un sólo grupo de actores para analizar por ejemplo, qué conocimientos han de ser difundidos y cuál debe ser el modo en el que estos se transmitan, en este marco teórico, la comunicación pública de la ciencia es vista como un

agente más dentro de una amplia red de actores que interactúan tratando de incidir sobre la clasificación social del conocimiento mediante diversos mecanismos de control. Esta mirada “desde fuera” y la teoría del control cultural nos han permitido desarrollar un concepto de apropiación de la ciencia que cambia por completo la dialéctica dentro de la comunicación de la ciencia; como este concepto ya no se basa en el cumplimiento de ciertos objetivos específicos (como la posesión de ciertos conocimientos “clave”, el apoyo a las comunidades científicas o la aceptación de ciertos riesgos tecnológicos de parte del público), su antítesis ya no es la falta de apropiación de la ciencia, entendida esta como el incumplimiento de estos objetivos. Ahora, al definir la apropiación de la ciencia a partir de la teoría del control cultural, la antítesis del concepto de “apropiación” se convierte en el de “imposición”, es decir, cuando alguna de las tres condiciones que conforman nuestra definición no se cumplen. Creemos que este concepto presenta varias ventajas; primero, si ha de hablarse estrictamente de apropiación de la ciencia, ya no será posible plantear imperativos de conocimiento o tecnológicos sin permitir que estos sean cuestionados socialmente y sin que estos sean aceptados como tales por una comunidad. Esta característica resulta interesante desde el punto de vista democrático pues impide que la comunicación pública de la ciencia esté al servicio de las tecnocracias o de algunas comunidades científicas y que esta se convierta realmente en un bien público. Además, al permitir el escrutinio público se evita una de las grandes contradicciones que se ha dado dentro de la comunicación pública de la ciencia, esto es, por una parte pretender proyectar ante el público una imagen real sobre los verdaderos alcances de la ciencia y por otra, hacer creer que dentro de estos alcances se encuentran cosas tales como la determinación de objetivos “naturales” que a su vez determinan ciertas líneas de desarrollo social o de progreso.

Segundo, al incorporar dentro de sus conceptos básicos, un concepto que parte de una descripción antropológica, la comunicación pública de la ciencia puede acercarse más a una disciplina científica y dejar a un lado su subordinación a los dictados de las necesidades de las comunidades científicas o de las burocracias. Este acercamiento hacia la ciencia resulta muy importante para la generación de nuevas políticas públicas sobre las necesidades sociales de conocimiento en nuestro país pues, hasta el momento, en cuanto a la educación no-formal, dichas políticas han estado sujetas, no a un análisis profundo del problema, sino a iniciativas basadas sólo en la “buena fe”.

Por último, queremos destacar que no sólo el concepto de apropiación de la ciencia que hemos formulado es importante; también lo es su antítesis, el concepto de imposición. Gracias a ambos conceptos hemos podido realizar un análisis sobre algunos modelos y prácticas de la comunicación de la ciencia cuyos resultados nos parecen preocupantes. Según este análisis, la mayoría de estos modelos y prácticas en realidad no buscan que la ciencia sea apropiada e incluso, en algunos casos, la propaganda tiene más peso que la información. El fin de estos modelos y prácticas es lograr que algunos grupos mantengan el control sobre las decisiones que les resultan estratégicas y que involucren aspectos sobre ciencia y tecnología. Así, lo que este resultado nos muestra es que estamos ante propuestas que aunque se presenten como proyectos educativos y sean discutidas en publicaciones “serias”, no dejan de ser una especie de autoritarismo refinado que toma matices académicos. El tener herramientas teóricas para poder identificar y dar nombre a este fenómeno nos evitará en un futuro tener que enfrentarnos a una sociedad dominada por la propaganda y empobrecida culturalmente.

Por otra parte, este marco teórico nos ha llevado a extraer varias conclusiones generales cuyo conocimiento, creemos, resultan fundamentales en el estudio de la comunicación pública de la ciencia y sobre todo en el establecimiento de buenas prácticas dentro del área. A continuación enumeramos estas conclusiones generales.

- 1) Dado que el conocimiento es un elemento cultural, este no se encuentra aislado de otros elementos culturales tales como los recursos materiales, la organización social o los valores y regulaciones sociales de una comunidad.
- 2) La forma en la que una comunidad clasifica los conocimientos que posee en relevantes, disponibles o reservados es de hecho un elemento cultural y por tanto depende también de los demás elementos culturales.
- 3) Toda clasificación social del conocimiento implica un déficit del cual difícilmente algún miembro de la comunidad puede escapar. Sin embargo, debido a que las necesidades sociales de conocimiento dependen tanto de las expectativas, de los problemas que se perciben o de la misma organización social, la percepción de estos déficits como tales, dependen a su vez del contexto social o cultural desde donde se les mira.
- 4) Como corolario del punto anterior podemos decir que, en el caso particular de los conocimientos científicos, por muy universales que estos sean, no podemos afirmar ni la universalidad de su necesidad social ni su relevancia.
- 5) En la lucha que diversos grupos enfrentan para tratar de incidir sobre una cierta clasificación social del conocimiento (ya se propia o ajena), ni el número ni la efectividad de los mecanismos de control que los diversos grupos poseen son las mismas.
- 6) La disparidad anterior hace que aquellos grupos que se encuentran en mayor desventaja para poder cubrir sus necesidades de conocimiento (y por tanto otra clase de necesidades) sean precisamente quienes sólo pueden ejercer un número muy reducido de mecanismos de control.
- 7) Dado que, en general, un verdadero proceso de apropiación cultural siempre culmina con el incremento de la cultura autónoma del grupo que participa en este proceso, no podemos exigir menos en cuanto a la apropiación de la ciencia. Por tanto, todos aquellos nuevos elementos culturales que surjan a partir de la ciencia dentro de la cultura autónoma de un grupo son la prueba irrefutable de un proceso de apropiación.
- 8) Por último, todas aquellas intervenciones que busquen cubrir una brecha de conocimientos percibida desde un contexto ajeno a una comunidad sin tomar en cuenta la estrecha relación que existe entre los conocimientos de la comunidad y el resto de sus demás elementos culturales - y que de hecho aprovechen la desventaja de esta comunidad en cuanto al número de mecanismos de control que puede ejercer- pueden resultar en la creación de nuevas brechas de conocimiento mucho más nocivas socialmente que aquella que en un inicio se pretendía cubrir.

En cuanto a las aportaciones prácticas, el marco teórico que hemos desarrollado nos ha permitido llegar a plantear un nuevo modelo de comunicación de la ciencia en el cual se integran tanto nuestro concepto de apropiación de la ciencia como algunas otras conclusiones que se desprenden de nuestras conclusiones generales. Como dentro de estas conclusiones destacan a) el hecho de que para lograr la

apropiación de la ciencia es necesario primero reconocerla como un elemento cultural, b) que son necesarios espacios donde, a través de una reflexión colectiva, las comunidades puedan tomar sus propias decisiones respecto a sus necesidades de conocimiento guiadas por sus propias expectativas y c) que para democratizar a la ciencia es necesario conseguir que los ciudadanos sean capaces de ejercer mecanismos de control tales como el de la petición o el de la negociación, dicho modelo de comunicación no se reduce a una simple fórmula. Por ello, en nuestra propuesta para poner en práctica este modelo, hemos propuesto una red de instituciones o instancias que, al actuar coordinadamente, logran hacer cumplir todas estas condiciones. Como hemos dicho antes, estas instancias o instituciones son: las tiendas de ciencia, los museos comunitarios de ciencia y los jardines de ciencia.

Sin lugar a dudas, cada una de estas instancias desempeña un rol imprescindible dentro de nuestro modelo y sin su participación conjunta, no podemos asegurar que nuestro modelo funcione para lograr la apropiación de la ciencia. En particular, cuando anteriormente nos referíamos a la necesidad de desarrollar políticas públicas para atender las necesidades sociales de conocimiento- ya sea mediante el conocimiento que puede ofrecerse o mediante el conocimiento que las propias comunidades puedan generar-, hemos tenido en mente tanto a las tiendas de ciencia como a los museos comunitarios pues son precisamente en estos lugares donde podrían expresarse y hacerse visibles tales necesidades y en donde podrían generarse proyectos para darles respuesta. Sin embargo, dadas las limitaciones de tiempo que este trabajo imponen, nos hemos avocado sólo a desarrollar la parte correspondiente a los jardines de ciencia dejando constancia de toda la información que hemos podido recabar y un bosquejo de las principales ideas sobre las tiendas de ciencia y los museos comunitarios para un trabajo futuro.

En cuanto a los jardines de ciencia, aunque la idea original no es nuestra pues, jardines de ciencia han sido creados anteriormente en diversas partes del mundo, la idea de pensarlos como espacios democráticos ha sido una propuesta que creemos amplía y enriquece los alcances de la idea original. Como recordaremos, al utilizar el término de “espacio democrático” en este trabajo nos referimos a los espacios donde las tres acepciones de lo “público” definidas por Rabotnikof⁴¹⁶ convergen. Entonces, ya que hemos exigido como condición que los jardines de ciencia sean espacios democráticos, esto significa que también deben cumplir con ser espacios públicos de acuerdo a cada una de estas tres acepciones. Estas condiciones lejos de resultar restrictivas han sido una rica fuente de ideas y guía en nuestro quehacer museográfico. A continuación explicamos cómo cada una de estas condiciones ha dado forma a una museografía que contribuye a la apropiación pública de la ciencia.

Como la primera acepción de lo público apuntaba directamente a la creación de espacios de libre acceso o abierto a todos, la idea que parecía más natural para hacer cumplir esta condición era colocar los jardines de ciencia en plazas o jardines públicos. Frente a los espacios cerrados como por ejemplo los museos de ciencia o aquellos que exigen alguna clase de cobro, colocar los jardines de ciencia en esta clase de espacios ofrece la ventaja de hacerlos espacios inclusivos y de traer otros beneficios colaterales

⁴¹⁶ Rabotnikof, Nora. (1997). *El espacio público y la democracia moderna*. México, Colección Temas de la democracia. Serie Ensayo. Ed. IFE. Primera Edición, pp. 16

como la recuperación de los espacios públicos o incluso la defensa de algunos de los derechos de los niños. Pero quizás su ventaja principal se refiere al cómo esta simple acción contribuye a la apropiación de la ciencia: Los contactos que por lo general las personas tienen con la ciencia son poco frecuentes. Estas se reducen a muy esporádicas visitas a algún museo, a la atención de algún programa de televisión o a la menos frecuente lectura de algún artículo de divulgación. Debido a estos pocos contactos con la ciencia y a su separación del resto de la cultura, la ciencia no ha podido ser identificada como un elemento cultural o al menos no como un elemento cultural “apropiable”. Así, si logramos hacer que a través de los jardines, la ciencia se integre a la vida cotidiana de las personas y que se den prácticas culturales a su alrededor, la ciencia puede comenzar a ser reconocida como un elemento cultural.

Para lograr esto necesitábamos desarrollar una clase de museografía que se adaptara a estos lugares. Así, el diseño de nuestros equipos se enfocó en lograr que estos fuesen lo suficientemente robustos y seguros como para dejarles en un lugar público y lo suficientemente autónomos como para no necesitar de guías y de sus explicaciones para funcionar y ser comprendidos.

La segunda acepción de lo público, es decir, lo público entendido como aquello que es de interés o utilidad común, nos llevó a un cambio en la forma en la que tradicionalmente se ha abordado el planteamiento de los guiones museográficos. Lo que antes comenzaba con las preguntas ¿qué es lo que el público debe saber? y ¿cómo se puede lograr que éste se interese por estos temas? se han transformado ahora en ¿qué es lo que, de entrada, al público puede interesarle saber?

Sin lugar a dudas, esta nueva pregunta es mucho más difícil de responder que las anteriores y requiere no de adivinanzas sino de serios estudios para responderla pero son precisamente la resolución estas dificultades y la realización de estos estudios los que serán claves para la apropiación de la ciencia y para crear una relación más íntima y dinámica entre el público y quienes comunican la ciencia. Por supuesto, como por algún lado debíamos comenzar a entablar el diálogo con el público que nos permita preguntarle qué es lo que le interesaría saber, hemos pensado que el hacer referencias a nuestra propia cultura y dar una nueva mirada desde la ciencia hacia nuestro pasado cultural resultará tan familiar y a la vez tan novedoso que seguramente no sólo será de interés para el público sino también generará nuevas preguntas provocadas por esta mirada.

El poder integrar el tema de nuestro pasado cultural y de la cultura popular mexicana dentro de un contexto científico ha requerido de un trabajo de investigación y de documentación que involucran tanto aspectos históricos y etnográficos como de las ciencias naturales. Este trabajo ha cristalizado en el diseño de algunas exhibiciones que al incorporan algunos juguetes tradicionales y algunos vestigios arqueológicos prehispánicos dan fe de cómo nuestra cultura no ha estado exenta ni de la cuidadosa observación de los fenómenos naturales ni del ingenio para servirse de ellos. Mostrar este hecho y poner énfasis en ello a través del discurso museográfico significará dar el primer paso para lograr la apropiación de la ciencia. Este primer paso es, como recordaremos, que la ciencia sea reconocida como un elemento cultural, es decir, en este caso, como un componente de la cultura que se ha puesto en juego para identificar aspiraciones y se ha utilizado para cumplirlas.

Para conseguir que los jardines cumplan con la tercera acepción de lo público, esto es, lo público entendido como aquello que hace manifiestas u ostensibles las ideas, nuestro trabajo no se ha limitado al cuidado en la redacción de las cédulas explicativas ni tampoco a la forma en la que nos hemos apoyado en imágenes e intervenciones. Al igual que en la segunda condición de lo público, esta tercera condición ha repercutido en el diseño mismo de las exhibiciones a través de lo que hemos denominado como “exhibiciones transparentes”, de equipos que permiten la experimentación guiada y activa y de equipos diseñados específicamente para solucionar algunas ideas previas.

En cuanto a cómo se integran los jardines de ciencia al modelo intercultural en el cuadro número dos se muestra de forma esquemática cada una de las tres instancias que conforman nuestra propuesta y cuál es el papel que cada una de estas desempeña.

Jardines de ciencia	Museos comunitarios de ciencia	Tiendas de ciencia
<ul style="list-style-type: none"> • Muestra a la ciencia como un elemento cultural. • Muestra algunas manifestaciones de nuestra cultura que involucra conocimiento científico. • Permite probar a las personas su capacidad de razonar de manera crítica y de aplicar su creatividad en la resolución de problemas teóricos y prácticos. • Genera interés en las personas por involucrarse en asuntos que afectan a su comunidad y por realizar acciones en beneficio de ésta a través de la ciencia. 	<ul style="list-style-type: none"> • Genera espacios de reflexión e investigación sobre las necesidades y aspiraciones de la comunidad así como de los recursos culturales que se disponen. • Plantea proyectos propios a partir estas reflexiones e investigaciones. • Busca fuentes de información y asesoría para cubrir sus necesidades de conocimiento. • Difunde y defiende la viabilidad de sus aspiraciones y de la legitimidad de sus problemas y necesidades. • Genera proyectos culturales propios integrando a la ciencia 	<ul style="list-style-type: none"> • Crea fuentes de información y asesoría relevantes y de interés público para cada contexto. • Da respuesta a preguntas específicas que involucraban cuestiones técnicas o científicas y, dado el caso, realizar investigación para dar respuesta a estas preguntas. • Pone en contacto a aquellos grupos que comparten experiencias y problemáticas similares. • Asiste a los diversos grupos sociales para desarrollar y mejorar sus propios conocimientos. • Concientiza a los estudiantes e investigadores sobre las problemáticas sociales.

Cuadro 2. Propuesta para el modelo intercultural

Como puede notarse del cuadro estas instancias son interdependientes y ninguno de los grupos involucrados puede sustituir las funciones que le corresponden a otro. Por ejemplo, aun cuando el grupo de comunicadores de la ciencia buscan generar interés en las personas por realizar acciones en beneficio de su comunidad a través de la ciencia, este grupo no puede sustituir a una comunidad en la definición del conjunto de conocimientos y proyectos que le son relevantes. La otra cuestión que se evidencia en este cuadro es que sin la participación de alguno de los grupos involucrados en nuestra propuesta, de entrada, el punto uno del modelo intercultural pierde todo sentido. Por todas estas razones, los jardines de ciencia –por sí mismos– sólo pueden cumplir algunos de los puntos del modelo intercultural y en algunos casos sólo lo hacen parcialmente. A continuación enumeramos los puntos que los jardines de ciencia cumplen.

- Conforme al punto número dos del modelo las alianzas que se buscan establecer con el público están fundamentadas en los valores de participación cívica y de solidaridad. Sin embargo, como señalamos en la sección 1.7 hasta ahora la comunicación pública de la ciencia, influenciada por un pensamiento liberal, ha supuesto que el interés de los individuos por la ciencia se limita al ámbito de su vida privada y que sólo en situaciones especiales (de controversia) su interés por participar en asuntos públicos (que involucran cuestiones científicas) debe limitarse a la elección de las opciones que se le son presentadas. ¿De qué forma proponemos que esta participación cívica puede ampliarse en los jardines de ciencia? Creemos que la participación cívica comienza por el interés “por lo público”, es decir, por todas aquellas cuestiones que atañen al mundo que compartimos y que afectan la forma en la que vivimos junto a los demás. En este sentido creemos que la recuperación de espacios públicos para la reunión sin distinción de las personas y para la discusión sobre este mundo diverso pero a la vez común, es el primer paso que podemos dar hacia el interés por lo público y por tanto hacia la participación cívica. En cuanto al sentido de solidaridad, el discurso del jardín no sólo pone énfasis en reconocer la capacidad creativa del público y del pueblo al que pertenece sino también, al hacer este reconocimiento, se invita a utilizar estas capacidades a favor de la colectividad. Un ejemplo concreto de estas dos ideas se encuentra en la cédula introductoria del jardín (Anexo B). Además para que ni la participación pública ni el sentido de solidaridad se queden en el mero discurso hemos propuesto una serie de exhibiciones y actividades donde por un lado el público puede constatar sus propias capacidades creativas y las de su pasado cultura (como por ejemplo a través de la resolución de problemas matemáticos o las exhibiciones que se refieren a la ciencia prehispánica) y por otro, pueda aplicar estas capacidades a favor de la colectividad (como por ejemplo en el taller de cocinas solares).
- El punto tres del modelo intercultural habla sobre el reconocimiento y respeto hacia la diversidad cultural. En cuanto a este reconocimiento en el jardín al hablar sobre la ciencia que se ha generado en diversas culturas se hace patente este reconocimiento. Sin embargo, el respeto hacia la diversidad cultural es un poco más complicado pues, como ya hemos discutido al hablar del concepto de apropiación, este tiene muchas aristas. Una de estas se refiere a que la ciencia nunca debe ser utilizada para imponer ciertas ideas de progreso o desarrollos particulares. En el caso del jardín aunque por diversas razones hemos puesto mucho énfasis en la tecnología solar y hemos querido mostrar su eficiencia, también hemos querido hacer ver que ni la eficiencia ni la eficacia de esta tecnología es lo único que importa para que esta sea aceptada o rechazada por una comunidad. En el taller de cocinas solares por ejemplo, la discusión no sólo gira en torno a los aspectos técnicos de construcción de una cocina solar sino también a factores culturales -tales como los diversos estilos de cocinar- que deben tomarse en cuenta para que, finalmente, sea la tecnología la que se adapte a las personas y no a la inversa.
- El punto cuatro establece que el objetivo del modelo intercultural es la apropiación de la ciencia (entendida esta según nuestra definición). En el caso particular del jardín la forma en que contribuye este a la apropiación es mediante el reconocimiento de la ciencia como un elemento cultural. Como hemos señalado anteriormente para lograr este objetivo hemos recurrido básicamente a tres estrategias:

- 1) Llevando a la ciencia a un espacio público y de cotidianidad.
 - 2) Mostrando cómo el conocimiento científico ha sido un componente de nuestra cultura que unido a otros aspectos culturales ha cristalizado en proyectos culturales propios.
 - 3) Mostrando algunas de las cosas que la ciencia actual ofrece y que pueden ser incorporadas dentro de la cultura de las comunidades.
- Por último, el punto ocho del modelo propone varios espacios caracterizados por el papel central que desempeña uno de los tres grupos involucrados en el modelo, es decir, ya sea por las comunidades científicas, por una cierta comunidad de ciudadanos o por un grupo de comunicadores de la ciencia. En el caso particular del jardín quien lleva este papel central tanto en la creación del espacio como en el establecimiento de vínculos con los demás actores, es el grupo de comunicadores. La función de este espacio se especifica en los incisos d y e de nuestro modelo.

Finalmente para cerrar este trabajo sólo resta decir que aunque somos optimistas en cuanto a las aportaciones que hemos hecho tanto teóricas como prácticas a la comunicación pública de la ciencia, la recepción que estas ideas tengan y sobre todo su impacto, dependerá en gran medida de poder vencer algunas de las inercias o resistencias que puedan darse en el área.

Anexo A. Guión científico

Guión Científico del Jardín de la Ciencia Ixaya

1. Tema: Hidrostática

1.1 Subtema: Principio de Arquímedes y Principio de Pascal

Equipo: Buzos Cartesianos

Objetivo: Mostrar el principio de Pascal y el principio de Arquímedes.

Conceptos: Densidad, empuje, presión.

Explicación: El Principio de Arquímedes: Algunos cuerpos al colocarlos en la superficie de un líquido se hunden mientras que otros, por el contrario, flotan. Debido a su peso los cuerpos tienden a sumergirse. A su vez, los líquidos ejercen sobre los cuerpos una fuerza hacia arriba que recibe el nombre de empuje.

Los cuerpos que flotan tienen una densidad menor que la del líquido, mientras que los cuerpos que quedan sumergidos tienen una densidad mayor. Para entender qué es la densidad, pensemos en dos esferas del mismo tamaño una hecha de madera y otra hecha de hierro. Ambas esferas tienen el mismo volumen sin embargo, la esfera metálica pesa más que la de madera. Esto se debe a que el metal es más denso que la madera. La densidad es la relación entre la masa de los cuerpos y su volumen.

Probablemente, el descubrimiento más conocido de Arquímedes es el principio que lleva su nombre. El principio de Arquímedes dice que todo cuerpo total o parcialmente sumergido en un fluido experimenta un empuje hacia arriba igual al peso del volumen del fluido que desaloja.

El principio de Arquímedes explica por qué pesamos menos en el agua y por qué los barcos a pesar de ser tan pesados son capaces de flotar. Sin embargo, Arquímedes descubrió este principio precisamente ante la necesidad de resolver un problema que involucraba determinar la densidad.

La ocasión que lo llevó a tal descubrimiento fue narrada por Vitruvio y va más o menos así: Hierón, después de conquistar el poder real de Siracusa, resolvió como consecuencia de su feliz proeza colocar en cierto templo una corona de oro que había prometido a los dioses inmortales. Para ello, contrató el trabajo de un orfebre y le entregó una cantidad exacta de oro. Éste, en la fecha acordada entregó una corona exquisitamente terminada y se vio que el peso de la corona correspondía exactamente a la cantidad de oro entregada. Pero más adelante se formuló la acusación de que se había sustraído oro y se había añadido un peso equivalente de plata en la manufactura de la corona. Hierón, ofendido por haber sido engañado y no sabiendo como probar el robo requirió a Arquímedes para estudiar el asunto. Arquímedes preocupado siempre por el caso, fue un día al baño y al meterse en la bañera observó que cuanto más se sumergía su cuerpo más agua rebosaba de la bañera. Como esto indicaba la manera de resolver el caso en cuestión sin demorarse un momento y transportado de alegría, saltó fuera de la bañera y corrió por la casa desnudo, gritando a grandes voces que había encontrado lo que estaba

buscando. Mientras corría gritaba repetidamente en griego: ¡eureka! ¡eureka!, que quiere decir, lo encontré.

Considerando esto como el comienzo de su descubrimiento, se dice que hizo dos masas con el mismo peso que la corona, una de oro y otra de plata. Después llenó de agua una gran vasija hasta el borde e introdujo la masa de plata. El agua derramada era igual en volumen al de la plata introducida en la vasija. Hizo lo mismo con la masa de oro y encontró que la cantidad de agua que había derramado el oro era menor que la derramada por la plata, es decir que el oro es más denso que la plata. Después de esto, introdujo la corona sospechosa en la vasija y se dio cuenta que esta derramaba más agua que la masa de oro del mismo peso. De aquí que, razonando sobre el hecho, descubrió la mezcla de plata y oro y patentizó el robo.

Una aplicación del Principio de Arquímedes se encuentra en los submarinos. Los submarinos tienen cámaras especiales llamadas tanques de lastre que se llenan con aire o con agua permitiendo así variar la densidad del submarino. En la superficie están llenas de aire. El peso del submarino equilibra al empuje del agua. Para sumergirse, se deja entrar agua a los tanques, lo que aumenta el peso del submarino y éste se sumerge. Para poder volver a la superficie se inyecta en los tanques aire comprimido para expulsar el agua y volver a reducir el peso del submarino.

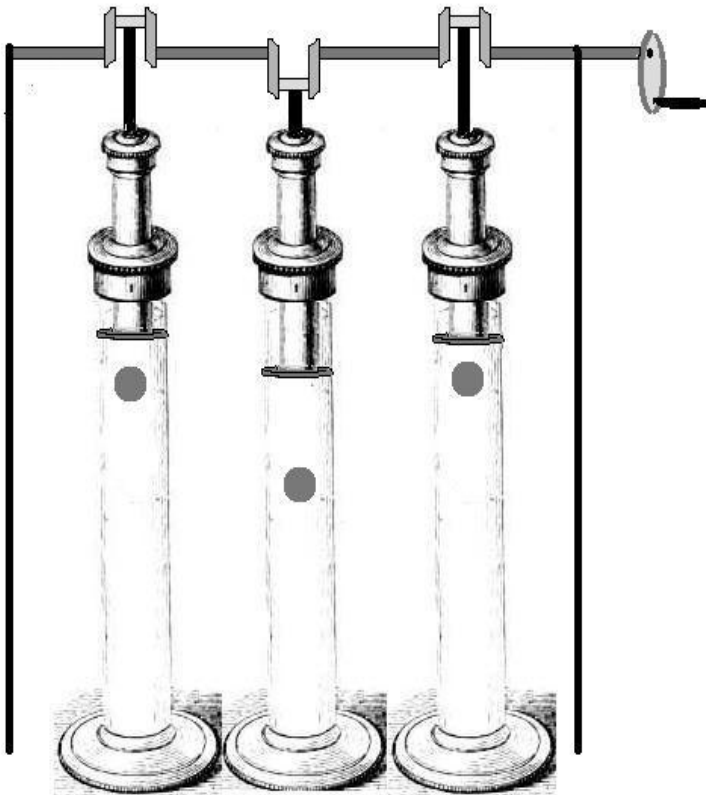
El Principio de Pascal: Para comprender el principio de Pascal primero es necesario entender el concepto de presión. La presión es el resultado de ejercer una fuerza sobre una superficie y se calcula como fuerza entre área. Como consecuencia, una fuerza puede producir diferentes presiones si es ejercida sobre superficies diferentes.

Por otra parte, cuando hablamos de fluidos podemos referirnos tanto a líquidos como a gases, sin embargo la gran diferencia entre estos dos estados es que, mientras que los gases pueden comprimirse, es decir, pueden cambiar su densidad cuando se ejerce alguna presión sobre ellos, los líquidos son prácticamente incompresibles.

El principio de Pascal fue enunciado por Blaise Pascal (1623-1662) y se aplica a los fluidos incompresibles. El principio de Pascal dice que la presión aplicada a un fluido incompresible encerrado en un recipiente se transmite sin ninguna pérdida a todas las porciones del fluido y a las paredes que lo contienen.

El gato hidráulico constituye la aplicación fundamental del principio de Pascal y también un dispositivo que permite entender mejor su significado. Consiste, en esencia, en dos cilindros de diferente sección comunicados entre sí, y cuyo interior está completamente lleno de un líquido que puede ser agua o aceite. Dos émbolos de secciones diferentes se ajustan, respectivamente, en cada uno de los dos cilindros, de modo que estén en contacto con el líquido. Cuando sobre el émbolo de menor sección S_1 se ejerce una fuerza F_1 la presión p_1 que se origina en el líquido en contacto con él se transmite íntegramente y de forma (casi) instantánea a todo el resto del líquido. Por el principio de Pascal esta presión será igual a la presión p_2 que ejerce el líquido sobre el émbolo de mayor sección S_2 , y como consecuencia la fuerza F_2 será mayor que F_1 permitiendo levantar objetos pesados aplicando fuerzas menores a las del peso que necesitamos elevar.

Descripción: Este equipo consta de tres cilindros transparentes con pistones movidos por un árbol de levas. Los cilindros están llenos de agua y dentro de cada uno hay un pequeño “buzo”. El buzo es un pequeño objeto con una burbuja de aire en su interior y con un orificio por donde puede entrar el agua. Cuando el pistón baja dentro del cilindro, la presión dentro del agua aumenta por el Principio de Pascal. El agua es desplazada dentro del buzo haciendo que este se vuelva más denso y en consecuencia se hunda por el principio de Arquímedes. Cuando el pistón vuelve a subir el aire dentro del buzo se expande y expulsa el agua que había sido forzada a entrar en el, haciendo subir de nueva cuenta al buzo. El movimiento rítmico de los pistones conectados al árbol de levas producirá una “danza” de buzos.



1.2 Subtema: Principio de Pascal. Diferencia entre presión y fuerza

Equipo: Gato o prensa hidráulica

Objetivo: Una de las ideas previas frecuentemente reportadas en la literatura es la confusión entre el concepto de fuerza y el de presión. El objetivo de este equipo es aclarar esta confusión mediante la experimentación con un gato hidráulico.

Conceptos: Presión y fuerza.

Descripción: Como ya se ha descrito un gato hidráulico consta de dos cilindros de distintos diámetros conectados entre sí en cada extremo se encuentra un émbolo. El gato hidráulico que proponemos debe ser capaz de soportar el peso de una persona y si es posible ser de algún material transparente para permitir ver y entender todo el mecanismo.

2. Tema: Conservación de la Energía

2.1 Subtema: Conservación de la energía y Presión hidrostática

Equipo: Fuente de Herón

Objetivo: Mostrar una aplicación de la presión hidrostática, el principio de Pascal y del aprovechamiento de la energía mecánica, su conservación y sus transformaciones.

Conceptos: Presión hidrostática, energía mecánica, energía hidrostática.

Explicación: La mayoría de las fuentes que se encuentran en jardines y parques, utilizan bombas eléctricas para poner el agua en movimiento. La fuente de Herón es una ingeniosa fuente que no requiere de ninguna bomba sino que utiliza la presión hidrostática para funcionar. Parecería que no cuesta energía.

Como bien saben los buzos, la presión del agua aumenta con la profundidad. Esto se debe a que un cuerpo inmerso dentro de un fluido soporta el peso de la columna de agua que hay sobre él. A esta presión se le llama presión hidrostática. La presión hidrostática en un cierto punto de un fluido, cuando la gravedad es la única fuerza que actúa, está dada por $P = \rho gh$ donde ρ es la densidad del fluido, g es la aceleración debida a la gravedad y h es la distancia medida de la superficie al punto en cuestión. La energía potencial gravitatoria justamente depende de la posición (altura) sobre el nivel del suelo y la energía cinética es la debida al movimiento. A la suma de ambas se le llama energía mecánica. A este equipo se le aplica también el teorema de Bernoulli que dice que la energía mecánica total de un fluido incompresible no viscoso, como el agua, es constante a lo largo de una línea de corriente, que es la trayectoria de las partículas del fluido.

La fuente de Herón consta de tres depósitos: una copa A abierta y dos recipientes cerrados B y C llenos parcialmente de agua. Los tres recipientes están conectados cada uno por medio de dos tubos: La copa A está conectada con el recipiente C y el recipiente C está conectado con el recipiente B. A su vez, el recipiente B está conectado al recipiente A, como se muestra en la figura 1.

Inicialmente los recipientes B y C se encuentran a presión atmosférica. Cuando se llena la copa A con agua, el agua fluye hasta el recipiente C. El peso del agua en el tubo que conecta a con C provoca una presión hidrostática extra en C dada por $P_2 = \rho gh_2$ donde ρ es la densidad del agua y h_2 es la altura del tubo.

De acuerdo con el Principio de Pascal esta presión extra se transmite íntegramente a todas las partes del fluido y debido a ello el aire contenido en el recipiente C es empujado hacia el recipiente B a través del tubo que los une.

Por su parte el aire que entra a compresión al recipiente B, fuerza al agua a subir por el siguiente tubo hasta la copa A. En este momento, la presión dentro del recipiente B está dada por $P_1 = \rho g h_1$. Entonces, la presión del agua de la fuente está dada por la diferencia de presiones de los recipientes C y B es decir, $\Delta P = \rho g (h_2 - h_1)$.

El proceso puede reiniciarse cambiando las conexiones de los tubos y las posiciones de los recipientes. La fuente de Herón a gran escala se utilizaba sobre todo en Alemania para agotar el agua de las minas.

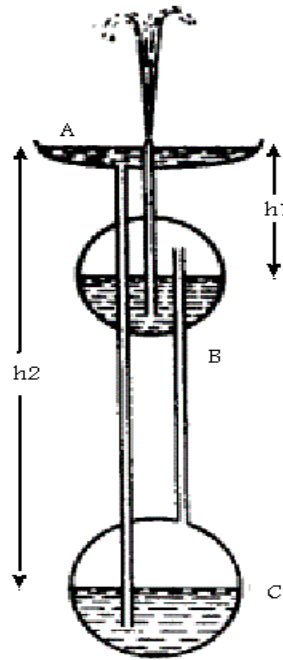


Figura 1. La fuente de Herón.

Descripción: La fuente de Herón consta de tres depósitos unidos convenientemente por tubos. El recipiente intermedio está lleno de agua y el de abajo vacío. Dichos recipientes están cerrados herméticamente. El recipiente de arriba, por el contrario está abierto.

2.2 Subtema: Primera y Segunda Ley de la termodinámica.

Equipo: Máquina de movimiento perpetuo

Objetivo: Explicar porque es imposible crear una máquina de movimiento perpetuo. Explicar el principio de conservación de la energía. Explicar porque a pesar de que la energía se conserva no toda la energía que existe es utilizable.

Conceptos: Conservación de la Energía, eficiencia, calor, fricción.

Explicación: Cuando analizamos el funcionamiento de la fuente de Herón ésta, a primera vista, parecería poder funcionar indefinidamente es decir podría pensarse que se trata de una máquina de movimiento perpetuo.

Tarde o temprano, todo chico aficionado a los motores eléctricos y generadores tiene una brillante idea: ¿Por qué no conectar el eje del motor al del generador? Así, afirma entusiasmado, el motor impulsará al generador que generará la energía para impulsar al motor. Alguna explicación o experiencia le enseñará al chico que su idea no sirve, pero con frecuencia ideará otro artificio, máquinas mejores que andan por sí mismas, quizá con la gravedad o con el magnetismo.

El joven inventor, no lo sabe pero está dando pasos dolorosos dados también por mentes brillantes a través de los siglos, que buscaron el movimiento perpetuo.

La máquina de movimiento perpetuo ocupa en la historia de la ciencia y la tecnología un lugar notable pese a que no existe ni puede existir. Este hecho paradójico se explica, por qué la búsqueda del movimiento perpetuo está relacionada con la formación de una noción fundamental de la física, la conservación de la energía y con la comprensión de la naturaleza de una de las formas más huidizas de está, el calor.

Para poder entender la imposibilidad de construir una máquina de movimiento perpetuo es necesario entender tanto la primera como la segunda ley de la termodinámica. De hecho, las máquinas de movimiento perpetuo que a lo largo de la historia se han propuesto, pueden ser clasificadas como máquinas de movimiento perpetuo de primera o segunda especie. Las primeras, son aquellas que violan la primera ley de la termodinámica, las segundas las que violan la segunda ley.

Por mucho tiempo la naturaleza del calor fue desconocida. Se pensaba que el calor podría ser una especie de sustancia que estaba contenida en los cuerpos. A esta teoría se le llamo la teoría del calórico. Sin embargo, el concepto de calor como sustancia eventualmente no pudo resistir las pruebas experimentales.

La primera evidencia concluyente de que el calor no podía ser una sustancia, fue dada por Thompson (1753-1814). Thompson hizo su descubrimiento mientras supervisaba la fabricación de cañones para el gobierno de Bavaria. En la fabricación de cañones, se utilizaba un taladro para perforar el agujero de los cañones y para evitar el sobrecalentamiento el agujero se mantenía lleno de agua. La ebullición del agua se explicaba suponiendo que el taladro, al dividir finamente el metal, dejaba escapar el calórico contenido en este. Sin embargo Thomson observó que se seguía produciendo calor aun cuando las brocas de perforación estaban desafiladas y no cortaban el metal en pequeños fragmentos. Esta observación además de descartar la teoría del calórico sembró la idea de que el trabajo mecánico y el calor estaban relacionados. Más tarde James Joule, mediante otro experimento, pudo demostrar que el trabajo mecánico y el calor eran cuantitativamente equivalentes, que tanto el trabajo como el calor son formas de energía y que dado que el trabajo mecánico podía convertirse en calor (y a la inversa) la energía se conserva. Estos resultados dieron origen a lo que hoy se conoce como la Primera Ley de la Termodinámica.

Así, la primera Ley de la termodinámica es un principio de conservación de la energía, es decir establece que la energía no puede ser creada o destruida. La cantidad de energía que existe en el Universo es constante y puede ser transformada, almacenada o disipada, sin embargo no puede ser creada a partir de la nada o reducida a la nada. Todos los procesos que ocurren en la naturaleza ocurren mediante

transferencias y transformaciones de energía de tal forma que la cantidad de total de energía se conserva.

Así, una máquina de movimiento perpetuo de primera especie es aquella que viola la primera ley, pues al trabajar indefinidamente estaría generando una cantidad infinita de energía a partir de la nada.

Ahora podemos preguntarnos ¿Por qué si la cantidad de energía en el Universo es enorme y ésta se conserva, en la actualidad se habla de una crisis energética? Para comprender esto es necesario entender la Segunda ley de la termodinámica:

La segunda ley de la termodinámica tiene sus orígenes en los trabajos de Sadi Carnot, un joven ingeniero interesado en mejorar la eficiencia de las máquinas de vapor. En 1824 Carnot publicó un libro titulado “Reflexiones sobre la fuerza motriz del calor”. En la introducción de este trabajo, Carnot hacía notar que la eficiencia de las máquinas de vapor había podido ser mejorada mediante cambios en el diseño y se preguntaba hasta donde podían llegar tales mejoras. Así Carnot escribe: “Con frecuencia se plantea la cuestión de si la fuerza motriz del calor es ilimitada, si las posibles mejoras en los motores tienen un límite que la naturaleza misma de las cosas impida rebasar, o si por el contrario, estas mejoras y perfeccionamientos puedan proseguir indefinidamente hasta llegar a valores insospechados”

Al analizar el problema, Carnot estudió atentamente los motores de vapor, preguntándose que es lo que ocurre en ellos. Observó que su acción es un proceso cíclico que consiste en primer lugar en transferir calor al agua volviéndola vapor. Después el vapor se expande en el cilindro y hace un trabajo mecánico empujando el pistón. Por último el vapor pasa a un condensador donde se convierte otra vez en agua, para regresar a la caldera.

Razonando sobre que los motores de vapor eran ineficientes principalmente debido a los escapes de vapor y a la fricción, Carnot imaginó un motor ideal a prueba de escapes y de fricción. Un ciclo completo de este motor ideal incluiría por tanto, convertir agua en vapor, dejar subir el pistón y regresar el pistón a su posición original a través de la condensación del vapor. Estudiando el ciclo enfriador, Carnot se dio cuenta de que en la operación de cualquier motor de vapor se pierde algo de calor. En la condensación del vapor es inevitable que se disipe hacia el exterior, de un modo o de otro, parte del calor acumulado en el vapor, el cual hay que reponer más adelante.

Los estudios de Carnot sobre las máquinas de vapor dieron origen a la segunda ley de la termodinámica enunciada por Kelvin y Clausius independientemente. La segunda ley de la termodinámica formulada por Kelvin dice que *Es imposible todo proceso cíclico cuyo único resultado sea la absorción de energía en forma de calor procedente de un foco térmico (o reservorio o depósito térmico), y la conversión de toda ésta energía en forma de calor en energía en forma de trabajo.*

En otras palabras, la versión de Kelvin de la segunda ley de la termodinámica prohíbe que existan máquinas térmicas cien por ciento eficientes, es decir que la energía que utilizamos para hacer funcionar una máquina térmica, no se aprovecha íntegramente.

Hemos visto que la energía de la naturaleza no puede destruirse, sólo se transforma de una forma en otra. Pero en cada conversión se pierde algo de energía en forma de calor inútil que se difunde en el universo; no se destruye pero es irrecuperable.

Para entender por qué esta energía es irrecuperable pensemos en lo siguiente: Por experiencia sabemos que el calor fluye de los cuerpos calientes a los más fríos, nunca en sentido contrario: Al poner un cubo de hielo en un vaso de agua nunca observamos que el agua se calienta y mientras que el hielo se hace cada vez más frío. Esto es precisamente lo que afirma la versión de Clausius de la segunda ley de la termodinámica: *Es imposible construir una máquina cíclica cuyo único efecto sea la transferencia continua de energía de un objeto a otro de mayor temperatura sin la entrada de energía por trabajo.*

Así, si quisiéramos recuperar el calor que ha escapado de nuestra máquina a la atmósfera, siendo esta última una fuente fría necesariamente tendríamos que aportar más energía en forma de trabajo.

Una máquina de movimiento perpetuo de segunda especie es aquella que viola la segunda ley de la termodinámica pues se supone que al funcionar en ciclos, toda la energía es transformada íntegramente en trabajo.

Descripción: Esta máquina fue descrita por Mariano di Iacomo en 1438. Se trata de una rueda con un número impar de brazos colocados radialmente. Cada brazo posee una articulación de tal forma que puede doblarse hacia un sólo lado. Como el número de brazos es impar, en cualquier posición que se encuentre la rueda siempre estará fuera de equilibrio pues siempre habrá más brazos de un lado que del otro. Esto provocaría en principio un giro constante; sin embargo, la rueda acaba por detenerse debido a la fricción.

3. Tema: Transformación de la energía

3.1 Subtema: Transformación energía térmica a energía mecánica. Tercera ley de Newton

Equipo: La eolipila

Objetivo: Mostrar cómo se puede transformar la energía térmica en energía mecánica. Mostrar la ley de acción y reacción.

Conceptos: Fuerzas de acción y reacción, energía térmica.

Explicación: La eolipila también fue inventada por Herón y está considerada la primer maquina térmica y el primer motor a reacción. Sin embargo, el aparato nunca fue utilizado para realizar trabajos mecánicos y las potenciales aplicaciones prácticas de la invención de Herón no fueron reconocidas. Se consideró como una curiosidad.

Un motor a reacción, es un tipo de motor que descarga un chorro de fluido a gran velocidad para generar un empuje de acuerdo a la tercera ley de Newton La Tercera ley de Newton dice que para toda reacción (es decir cualquier fuerza dirigida en alguna dirección) existe una fuerza de igual magnitud pero dirigida en sentido contrario actuando en cuerpos diferentes.

Descripción: La eolipila es una máquina constituida por esfera hueca, con tubos curvos por donde es expulsado vapor. La esfera está sostenida por un eje rotatorio de tal forma que cuando el vapor es expulsado la esfera comienza a girar. Normalmente, el agua es calentada en otra cámara que se conecta a la esfera a través de tubos por donde pasa el vapor y que sirven a la vez como ejes de rotación. En este equipo se podría considerar la utilización de un calentador solar para mostrar la eficiencia de estos aparatos y promover el uso doméstico de energías alternativas.

3.2 Subtema: Energía cinética y potencial. Resonancia

Equipo: Columpio.

Objetivo: Mostrar cómo se transforma la energía potencial en cinética y viceversa en un columpio. Hablar acerca del fenómeno de resonancia.

Conceptos: Energía cinética, energía potencial, frecuencia natural, resonancia.

Explicación: Los griegos de la antigüedad, sostenían que los cuerpos pesados caía al suelo porque los movía un deseo interno de “buscar sus lugares”. En particular, Aristóteles afirmaba que los cuerpos más pesados caen más rápidamente que aquellos más ligeros. Esta creencia perduró por muchos siglos hasta que Galileo Galilei pudo demostrar su falsedad.

Según la leyenda, en 1583, Galileo al observar la oscilación rítmica de una lámpara pendiente de una larga cadena en la catedral de Pisa, se dio cuenta de que el periodo de oscilación (el tiempo que se demora en realizar una oscilación completa) es independiente de su amplitud es decir, de la distancia máxima que se aleja el péndulo de la posición de equilibrio, al menos para pequeñas oscilaciones.

Con ayuda de cordeles y algunos pesos, construyó toda clase de péndulos y se dedicó a estudiar su movimiento. Muy probablemente al realizar estos experimentos, Galileo también se dio cuenta de que el período depende de la longitud del péndulo pero es independiente de su masa. Fascinado por este hecho y pensando en la caída de los cuerpos, cuenta la leyenda que Galileo arrojó una bala de cañón de 50 kilos y una de medio kilo desde una altura desde lo alto de la torre de Pisa. Se afirma que cayeron juntas y juntas llegaron al suelo lo que probó la falsedad de la teoría Aristotélica.

Más tarde en 1676, Leibnitz en su intento de hallar una forma de medir las fuerzas, se dio cuenta de que un objeto que pesara, por ejemplo, una tonelada causaría un daño mucho mayor al caer a tierra que uno que pesara tan sólo unos cuantos gramos, aun cuando ambos llegaran al mismo tiempo al suelo. Así, parecía como si el impacto de un objeto que cae depende tanto del peso del cuerpo como de la altura de la que cae. Al meditarlo un poco más detenidamente, Leibnitz concluyó que la altura no era verdaderamente importante, de lo que realmente dependía este impacto, era de la velocidad del objeto pues un cuerpo puede impactar a otro sin necesidad de caer (como en el caso de una bola de billar que se desliza e impacta a otra) .

Lo que Leibnitz había logrado con esta descripción del impacto (al que llamó “vis viva”) era nada menos que establecer una descripción matemática lo que hoy conocemos como energía cinética.

Al comenzar el siglo XIX, después de que el concepto de “vis viva” había sido aceptado por más de 100 años, a un militar francés llamado Carnot (padre de Sadi Carnot) se le ocurrió una idea sutil: Que un peso subido en un lugar elevado tenía energía por el sólo hecho de que podía caer y generar de esa suerte energía cinética. Carnot llamo a esta capacidad “vis viva latente” que es el precursor del concepto moderno de energía potencial. En este caso, la energía potencial sí depende de la altura del objeto.

En la actualidad llamamos energía mecánica a la suma de la energía potencial y cinética que posee un cuerpo o un sistema de cuerpos.

En todo el mundo puede observarse constantemente la transformación de la energía potencial en energía cinética y viceversa. El péndulo constituye un ejemplo inmejorable de esta transformación. Cuando empujamos la masa de un péndulo, su movimiento ascendente responde a la energía cinética; al cesar este movimiento, la energía no se ha perdido, sino que está almacenada en forma de energía potencial.

Como hemos dicho anteriormente, Galileo observó que el periodo de oscilación de un péndulo es independiente de su amplitud, al menos para pequeñas oscilaciones. En cambio, éste depende de la longitud de la cuerda y a la aceleración debida a la gravedad. Como el período es independiente de la masa, podemos decir entonces que todos los péndulos simples de igual longitud en el mismo sitio oscilan con períodos iguales. A mayor longitud de cuerda mayor período.

Cualquier movimiento que se repite en intervalos de tiempo iguales, se llama movimiento armónico o periódico. Algunos ejemplos de este tipo de movimiento son la vibración de la cuerda de un violín, el movimiento de un péndulo, o el movimiento de un objeto atado a un resorte.

Muchos cuerpos oscilantes acaban por detenerse debido a la fuerza de fricción que disipa la energía del movimiento. Así, la cuerda de un violín eventualmente detiene su vibración y un péndulo deja de oscilar. A estos movimientos los llamamos movimientos periódicos amortiguados.

Para mantener en marcha un sistema amortiguado debemos suministrar energía. Cuando se lleva a cabo esto, se dice que el oscilador es forzado. Por ejemplo, al sentarse en un columpio y al hacerlo oscilar, el suministro de energía se realiza moviendo el cuerpo y las piernas hacia adelante y hacia atrás de forma en que se convierte en un oscilador forzado. Si se introduce en el sistema energía a un ritmo mayor al que se disipa, la energía aumenta en el tiempo, lo cual se aprecia por un aumento en la amplitud del movimiento. Si la energía se introduce al mismo ritmo en que se disipa, la amplitud permanecerá constante.

Una manera de suministrar energía a un sistema es a través de una fuerza externa impulsora. Si la frecuencia de esta fuerza impulsora es aproximadamente igual a la frecuencia natural del oscilador, este oscilará con una amplitud relativamente grande.

A este fenómeno se le denomina resonancia. Cuando la frecuencia de la fuerza impulsora es igual a la frecuencia natural de vibración, la energía absorbida por el sistema en cada ciclo es máxima.

Descripción: Un columpio es un equipo muy familiar en el que se puede aprender de transformación de energía y de resonancia, si se da el empujón con la frecuencia necesaria.

3.3 Subtema: energía hidráulica y energía mecánica.

Equipo: Juegos de agua (Tornillo de Arquímedes y molinos de agua)

Objetivo: Mostrar el funcionamiento del tornillo de Arquímedes.

Conceptos: Energía hidráulica, energía mecánica.

Explicación: Todas las grandes civilizaciones de la historia se han desarrollado a las orillas de un río. Los ríos han representado fuente de vida para la humanidad pero también una fuerza de la naturaleza que debe ser controlada. Por esto, no es de sorprendernos que los grandes desarrollos científicos y tecnológicos de la antigüedad hayan estado relacionados precisamente con el agua.

Las primeras obras hidráulicas se realizaron para mejorar el riego de los sembradíos y poder controlar el curso de los ríos, es decir estuvieron muy ligadas a la agricultura.

Según cuentan algunos autores, en su segundo viaje a Egipto Arquímedes se encargó de las obras de irrigación y el control de las inundaciones del río Nilo. Para este fin ideó un tornillo que no era otra cosa más que una especie de hélice enrollada sobre un cilindro. El tornillo se colocaba a un cierto ángulo y se sumergía un de sus extremo en el agua, cuando se le hacía girar, podía bombear el agua del río a los canales de riego.

Más tarde se utilizó el agua como fuente de energía. La invención de los molinos de agua que utilizaban grandes ruedas que eran movidas por el flujo de los ríos permitió aprovechar esta fuerza para moler granos.

En la actualidad seguimos utilizando estos dos inventos; el viejo molino de agua ha evolucionado hasta llegar a las modernas turbinas de las presas que producen electricidad. Por su parte el tornillo de Arquímedes sigue teniendo los mismos usos: para la elevación de granos y fluidos.

Así como la invención de la escritura marca el punto entre la prehistoria y la historia, sin lugar a dudas la rueda es uno de los inventos que se utiliza para medir el avance tecnológico de los pueblos de la antigüedad. Se cree que fue inventada hacia el año 3500 a de C. y seguramente acompañará el desarrollo tecnológico del hombre muchos años más. Los antiguos se dieron cuenta de que el peso y el esfuerzo en una palanca eran capaces de describir un círculo alrededor del fulcro. Así, una rueda es una especie de palanca que es capaz de dar una vuelta de 360 grados.

Alrededor del año 200 a de C. un matemático griego, Apolonio de Perga, desarrolló la geometría de la hélice espiral, y trazó las bases de la quinta y más joven de las máquinas simples: el tornillo. En cierto sentido, un tornillo no es una máquina simple pues depende de otra máquina; una palanca para su manejo. El tornillo puede ser considerado o bien como una cuña o bien como un plano inclinado.

Descripción: Este equipo consta de un tornillo de Arquímedes que es utilizado para elevar agua desde un reservorio hasta un canal por donde el agua puede fluir. El agua puede distribuirse por varios canales a distintos niveles y la caída del agua hace mover algunas norias.

3.4 Subtema: Máquinas simples (palanca, plano inclinado, polea)

Equipo: Excavadora y torre con poleas

Objetivo: Mostrar mediante el juego la utilización de la palanca, las poleas y el plano inclinado.

Conceptos: Energía Mecánica y trabajo.

Explicación: Desde tiempos remotos el hombre ha tenido que realizar trabajo para poder llevar a cabo la mayoría de sus tareas. Para poder cultivar la tierra tuvo que construir sistemas de riego, fabricar casa donde guarecerse, construir puentes y templos, etc. Al principio, el hombre tuvo que realizar estos trabajos por sí mismo, pero más adelante se dio cuenta de que podía utilizar algunos elementos de la naturaleza para facilitar esta labor. Así, aprovechando la energía del viento pudo navegar grandes distancias, o aprovechando la caída del agua pudo construir molinos para moler granos.

Aunque es común utilizar el término trabajo para referirnos a distintas situaciones de la vida cotidiana, en física éste término se refiere a una situación muy particular: Cuando queremos mover un objeto, debemos aplicar una fuerza. Dicha fuerza provocará que el cuerpo se desplace en una cierta dirección. El trabajo es entonces el producto de la componente de la fuerza aplicada en la misma dirección del desplazamiento multiplicado por la distancia recorrida por el objeto. Así, si la fuerza y el desplazamiento tienen la misma dirección, el trabajo realizado será simplemente el producto de la fuerza por la distancia recorrida.

Construyendo máquinas, el hombre ha podido volar, escudriñar las profundidades de los océanos e incluso viajar fuera de nuestro planeta. No obstante, las partes móviles de todo ingenio mecánico pueden reducirse todavía a las cinco máquinas simples conocidas por los antiguos griegos. La primera clasificación de las máquinas simples se debe a Herón de Alejandría. Las máquinas simples de Herón son la palanca, el plano inclinado, la rueda y el eje, la polea y el tornillo.

Una palanca consiste en una barra rígida que puede girar libremente alrededor un punto de apoyo, llamado fulcro. A pesar de que la palanca data de la era paleolítica es famosa la frase de Arquímedes “Dadme un punto de apoyo y moveré al mundo”. En su famoso libro “Sobre el equilibrio de las superficies” Arquímedes desarrolla las leyes de la palanca y discute el problema de encontrar el centro de gravedad de cualquier cuerpo dado. La ley de la palanca formulada por Arquímedes dice que dos pesos se equilibran a distancias recíprocamente proporcionales a sus pesos.

El primer registro que se tiene sobre el uso de la polea data del siglo VIII a de C. Al principio se utilizó para subir agua de los pozos y más tarde al unir varias poleas, se descubrió que ayudaba a reducir la fuerza empleada en elevar objetos pesados.

El plano inclinado también se utilizó desde la era paleolítica. Un plano inclinado es una especie de rampa que forma un ángulo agudo con respecto al piso. Cuando un cuerpo descansa sobre un plano inclinado, la fuerza vertical de la gravedad que actúa sobre él, se puede dividir en dos fuerzas más pequeñas componentes, una perpendicular y otra paralela al plano. Y solamente es la fuerza paralela la que tenemos que vencer para empujar el objeto, la otra se equilibra con el plano. Sin embargo, la distancia que tendremos que recorrer para subir un objeto sobre un plano, es mayor que la distancia que recorreríamos simplemente levantando verticalmente el objeto.

A pesar de que el plano inclinado es una herramienta muy sencilla, ha tenido un impacto enorme tanto en el avance tecnológico como científico. Así, se cree que las pirámides de Egipto se construyeron empleando planos inclinados para subir bloques. Miles de años después, Galileo utilizando planos inclinados, determinó la tasa de aceleración debida a la gravedad que sentó las bases para el desarrollo de la mecánica newtoniana.

Descripción: Este equipo consta de varios elementos: Una excavadora, poleas para subir y bajar arena y resbaladilla. La excavadora es una pala mecánica donde un niño puede sentarse y excavar en la arena. La excavadora puede girar 360 grados. En otro módulo se encuentra una pequeña torre con escaleras y una resbaladilla. En la torre se encuentran varias poleas atadas a una cadena y un recipiente por donde los niños pueden subir y bajar arena. También es posible transportar arena mediante una polea puesta sobre un riel.

3.5 Subtema: Máquinas simples (palanca)

Equipo: Sube-baja

Objetivo: Mostrar la ley de la palanca.

Conceptos: Brazo de palanca.

Explicación: Un hombre no puede mover una gran piedra sólo con las manos. Sin embargo, cuando mete una barreta debajo de ella y empuja hacia abajo, la piedra se mueve. En su forma más simple, la barreta o sea la palanca es un ingenio que aumenta el efecto de un pequeño esfuerzo para mover un gran peso.

La barreta y el fulcro (el punto de apoyo) forman una palanca que le proporciona lo que los físicos llaman “ventaja mecánica”. La ventaja mecánica no es otra cosa que el resultado de dividir la fuerza que aplicamos para levantar un cuerpo entre la resistencia o el peso del cuerpo que deseamos elevar.

Descripción: El sube-baja que proponemos es una estructura por donde los niños pueden caminar. Al hacer esto el sube-baja se balancea.

3.6 Subtema: Transmisión de movimiento

Equipo: Carrusel

Objetivo: Mostrar cómo funcionan los engranes.

Explicación: La rueda dentada o engrane es, básicamente, un disco provisto de dientes. Se denomina engranaje al mecanismo utilizado para transmitir potencia de un componente a otro dentro de una máquina. Dependiendo de su construcción y arreglo, los engranes pueden transmitir fuerzas a distintas velocidades, torcas o direcciones. Una de las aplicaciones más importantes de los engranajes es la transmisión del movimiento desde una fuente de energía, como puede ser un motor de combustión interna o un motor eléctrico, hasta otro eje situado a cierta distancia y que ha de realizar un trabajo. De manera que una de las ruedas está conectada por la fuente de energía y es conocido como engranaje motor y la otra está conectada al eje que debe recibir el movimiento del eje motor y que se denomina engranaje conducido.

Dado que los dientes de dos engranes conectados tienen una correspondencia de uno a uno, cuando todos los dientes del engrane más pequeños han completado un ciclo, no todos los de los dientes del engrane mayor han estado en contacto con los dientes del más pequeño. Por tanto, el engrane más pequeño da un mayor número de revoluciones en un determinado periodo de tiempo, es decir es más rápido. La relación de velocidades entre dos engranes es simplemente la relación recíproca de los números de dientes: $(\text{Velocidad A} * \text{Número de dientes A}) = (\text{Velocidad B} * \text{Número de dientes B})$.

La principal ventaja que tienen las transmisiones por engranaje respecto de la transmisión por poleas es que no patinan como las poleas, con lo que se obtiene exactitud en la relación de transmisión.

Nadie sabe a ciencia cierta dónde ni cuándo se inventaron los engranajes. La literatura de la antigua China, Grecia, Turquía y Damasco mencionan engranajes pero no aportan muchos detalles de los mismos.

El mecanismo de engranajes más antiguo de cuyos restos disponemos es el mecanismo encontrado en Anticitera, una isla griega. Se trata de una calculadora astronómica datada entre el 150 y el 100 a. de C. y compuesta por al menos 30 engranajes de bronce con dientes triangulares. Presenta características tecnológicas avanzadas como por ejemplo trenes de engranajes epicicloidales que, hasta el descubrimiento de este mecanismo, se creían inventados en el siglo XIX. Por citas de Cicerón se sabe que el de Anticitera no fue un ejemplo aislado sino que existieron al menos otros dos mecanismos similares en esa época, construidos por Arquímedes y por Posidonio. Por otro lado, a Arquímedes se le suele considerar uno de los inventores de los engranajes porque diseñó un tornillo sin fin.

Descripción: El carrusel es un sistema de engranes a gran escala. Cuando los niños hacen girar el carrusel, otros dos elementos conectados por medio de engranes también giran.

3.7 Subtema: Transformación de la energía eólica a energía mecánica

Equipo: Molino de Viento y autómata

Objetivo: Mostrar como el poder del viento puede producir energía mecánica.

Conceptos: Energía eólica y energía cinética.

Explicación: La atmósfera de la tierra es como una gran máquina térmica. Los rayos solares, más intensos en el Ecuador que en los polos, calientan el aire tropical y lo elevan, en tanto que el aire polar, más frío, se desplaza para remplazarlo. Este flujo se ve afectado por la rotación de la tierra y las condiciones atmosféricas. El resultado es el viento. Estas fuerzas pueden crear una suave brisa, una tormenta ártica o la furia de un tornado que alcanza velocidades de hasta 800 kilómetros por hora. Aunque impredecible y tornadizo, el viento ha sido fuente importante de energía. Por siglos ha movido los veleros, bombeado agua o molido granos. En la actualidad los viejos molinos de viento se han transformado en modernas turbinas que producen electricidad para abastecer a miles de personas.

Descripción: Un molino de viento con un eje vertical para transmitir el movimiento a un autómeta.

4. Arte y Energía

4.1 Subtema: Energía solar/eléctrica

Equipo: Flor Solar

Objetivo: Mostrar como la energía solar puede ser convertida en energía eléctrica. Mostrar cómo funciona una celda solar.

Conceptos: Efecto fotovoltaico, semiconductores, energía solar.

Explicación: Los paneles fotovoltaicos están formados por numerosas celdas que convierten la luz en electricidad. Las celdas a veces son llamadas celdas fotovoltaicas o solares. Estas celdas dependen del efecto fotovoltaico para transformar la energía del Sol en electricidad.

El efecto fotovoltaico (FV) es la base del proceso mediante el cual una célula FV convierte la luz solar en electricidad. La luz solar está compuesta por fotones, o partículas energéticas. Estos fotones son de diferentes energías, correspondientes a las diferentes longitudes de onda del espectro solar. Cuando los fotones inciden sobre una celda FV, pueden ser reflejados o absorbidos, o pueden pasar a su través. Únicamente los fotones absorbidos generan electricidad. Cuando un fotón es absorbido, la energía del fotón se transfiere a un electrón de un átomo de la célula. Con esta nueva energía, el electrón es capaz de escapar de su posición normal asociada con un átomo para contribuir a que se forme un potencial fotovoltaico que permitirá una corriente en un circuito eléctrico.

Las partes más importantes de la célula solar son la unión de semiconductores, ya que es donde se crea la corriente de electrones. Estos semiconductores son especialmente tratados para formar dos capas diferentemente dopadas (tipo p y tipo n). Además de los semiconductores las celdas solares están formadas por una malla metálica superior u otro tipo de contacto para recolectar los electrones del semiconductor y transferirlos a la carga externa y un contacto posterior para completar el circuito eléctrico. También en la parte superior de la célula hay un vidrio u otro tipo de material encapsulante transparente para sellarla y protegerla de las condiciones ambientales, y una capa antirreflejante para aumentar el número de fotones absorbidos.

Descripción: La flor solar es obra del artista argentino Joaquín Fargas. La flor solar cuenta con celdas fotovoltaicas que accionan un motor eléctrico para abrir y cerrar los pétalos de la flor dependiendo de la cantidad de luz que recibe. Además contiene equipos de medición del clima.

4.2 Subtema: Transformación de la energía solar a energía mecánica

Equipo: Motor de Stirling

Objetivo: Mostrar como el motor Stirling ha cobrado nuevo interés para el aprovechamiento de la energía solar y la cogeneración de energía.

Conceptos: Motor, fuentes renovables, eficiencia.

Explicación: El motor Stirling fue inventado por el reverendo escocés Robert Stirling en 1816. Stirling vivió en los primeros tiempos de las máquinas de vapor, cuando éstas explotaban con cierta frecuencia (debido a la mala calidad de los aceros) hiriendo gravemente a quienes trabajaban cerca. Preocupado por esta peligrosidad de las máquinas de vapor decidió investigar en máquinas más seguras. Las investigaciones y el trabajo de Stirling dieron el fruto del motor que hoy lleva su nombre. Por su fundamento el motor inventado por Stirling no podía estallar, además su rendimiento era superior a los motores de vapor, generando más trabajo a partir de la misma cantidad de combustible. El motor Stirling es el único capaz de aproximarse (teóricamente lo alcanza) al rendimiento máximo teórico conocido como rendimiento de Carnot, por lo que, en lo que a rendimiento de motores térmicos se refiere, es la mejor opción. Sin embargo, aunque el rendimiento del motor Stirling es muy alto, tiene poca potencia por lo que al ser introducidos los motores de combustión interna fueron olvidados. En la actualidad el motor Stirling ha cobrado nuevo interés debido a que, entre otras cosas, la fuente de calor que necesita el motor para funcionar es externa a él, por tanto y el calor puede provenir de fuentes de energía limpias como la energía solar.

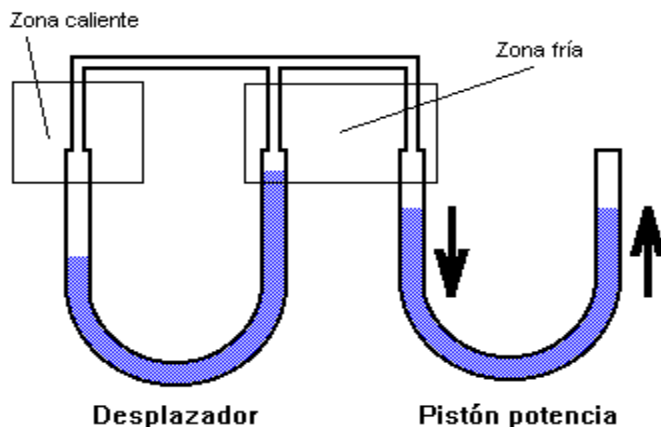


Figura 2. Motor de Stirling.

El motor de pistón líquido es una variante del motor Stirling en la que el pistón ha sido sustituido por un líquido. El motor está formado por dos tubos en forma de U rellenos de líquido, el de la izquierda actúa como desplazador y el de la derecha actúa como pistón de potencia.

Supongamos que el líquido en el tubo de la izquierda está oscilando y tal como se observa en la figura 2, el nivel del líquido ha alcanzado la parte superior en la zona fría. En este momento todo el aire está en la zona caliente por lo que la presión del conjunto aumentará y el líquido en el tubo de potencia ascenderá por la rama derecha.

En la siguiente mitad del período el líquido oscilará en el sentido contrario en el desplazador y por lo tanto alcanzará el nivel superior en la zona caliente tal y como puede observarse en la figura 2. Entonces todo el aire estará en la zona fría con lo que la presión habrá disminuido y el líquido en el tubo de potencia ascenderá por la rama izquierda.

Para que el conjunto funcione correctamente es necesario que la frecuencia de oscilación del tubo desplazador y del tubo de potencia sean las mismas, ya que de lo contrario se perderá el desfase de 90 grados que debe de existir entre el movimiento del desplazador y el del pistón de todo motor Stirling.

La realización práctica del motor de pistón líquido exige pues unos cálculos complicados en el diseño de la forma y las longitudes de los tubos desplazador y de potencia, añadiendo en algunos casos un tercer tubo llamado sintonizador que permite que el conjunto alcance una frecuencia de resonancia que permita su funcionamiento continuo.

Una de las aplicaciones prácticas del motor de pistón líquido es su utilización como bomba de agua.

Descripción: El motor de Stirling es una obra de arte público del artista alemán Oliver Hein. El motor Stirling clásico consta de una cámara que contiene aire y un pistón. Al ser calentado el aire de la cámara, éste se expande y empuja el pistón. Debido a la expansión, el aire se enfría y el pistón vuelve a su posición original.

5. Tema: Ondas

5.1 Subtema: Sonido

Equipo: Teléfonos acústicos

Objetivo: Mostrar como el sonido se propaga a través del aire en diferentes direcciones.

Conceptos: Sonido, ondas, energía sonora.

Explicación: ¿Qué es el sonido? Antes de analizar que es una onda sonora veamos que es una onda en general. En la naturaleza existen diferentes tipos de ondas, entre las cuales se encuentran las sonoras.

En general, una onda física es una perturbación que se mueve en un medio, a excepción de la luz y toda la radiación electromagnética que puede propagarse en el vacío. Cuando lanzamos una piedra dentro de un estanque, el agua se mueve. Nos damos cuenta que instantes posteriores, partes adyacentes a la

porción de agua en que cayó la piedra empiezan a moverse; nótese que estas partes no fueron tocadas por la piedra. Más tarde aún otras partes del agua lejanas al punto donde cayó la piedra también comenzaran a moverse. La piedra causó una perturbación en el agua y esta perturbación se propagó. Es decir, se creó una onda. En este ejemplo, la onda se propagó en el agua, o sea que el agua fue el medio.

Otro tipo de onda es el siguiente: consideremos un recipiente dentro del cual hay aire; supongamos que la parte superior del recipiente está cubierta con una membrana elástica que no deja pasar el aire hacia afuera. Ahora apretamos la membrana comprimiendo el aire dentro del recipiente. Para empezar la pequeña región del aire adyacente a la membrana se comprime. Al transcurrir el tiempo, deja de estar comprimida pero una nueva región adyacente a ésta se comprime y así sucesivamente, es decir, la perturbación que provocamos al apretar el aire se propagó a través del aire contenido en el recipiente. Por tanto se generó una onda y el medio en el que se propagó ésta fue el aire.

Otra posibilidad es que en vez de apretar la membrana la estiremos hacia arriba. En este caso, la región adyacente a la membrana puede ocupar un volumen mayor por lo que el aire queda diluido, es decir rarificado. Similarmente al caso anterior, una onda de rarefacción es generada y se propaga a través del aire contenido en el recipiente.

Cuando comprimimos la membrana y luego la estiramos generamos una onda en la que se propaga compresión y rarefacción del aire. El sonido es justamente una onda de este tipo: una onda de compresión y rarefacción de un medio.

Cuando hablamos, nuestras cuerdas vocales perturban el aire que está a su alrededor comprimiéndolo y rarificándolo. Estas perturbaciones se propagan a través de la atmósfera que nos rodea constituyendo una onda de sonido.

Descripción: Estos teléfonos tienen la forma de una corneta y están conectados por un tubo. ¿En cuál de los teléfonos llegará el sonido?

5.2 Subtema: Efecto termo acústico. Transformación de calor en sonido

Equipo: Tubo termoacústico

Objetivo: Mostrar cómo es posible producir sonido a partir de calor.

Conceptos: Sonido, calor, energía.

Explicación: Como hemos visto, una onda sonora generalmente es considerada como la combinación de una onda de presión y una onda de rarefacción. Sin embargo, en este fenómeno, también están presentes oscilaciones de temperatura.

Cuando una onda sonora viaja a través de un pequeño canal, por ejemplo un tubo, se producen también oscilaciones de temperatura. La combinación de estas ondas producen una gran variedad de efectos termo acústicos.

La interacción del calor y del sonido ha interesado a los científicos desde 1816 cuando Laplace corrigió el cálculo realizado por Newton de la velocidad del sonido en el aire.

Newton había asumido que las expansiones y las compresiones de una onda acústica en un gas se suceden sin afectar la temperatura. Laplace considero las pequeñas variaciones de temperatura, que de hecho ocurren, y calculo nuevamente la velocidad del sonido en el aire, un valor que es un 18 % más rápido que la estimación de Newton.

Las primeras observaciones de la producción de sonido a través del calentamiento datan de mediados del siglo XVIII y fueron hechas por los sopladores de vidrio. Ellos emplean un tubo de vidrio largo y delgado, en un extremo se encuentra el vidrio fundido y por el otro extremo, que se encuentra a temperatura ambiente, soplan. Cuando se deja de soplar, el extremo a temperatura ambiente queda abierto y emite un fuerte sonido.

Después de un siglo los científicos descubrieron el efecto opuesto: *Si una diferencia de temperaturas podía crear sonidos, podría el sonido producir una diferencia de temperaturas*

Rayleigh (1896) fue el primero en dar una explicación a este fenómeno, su explicación está en términos de la fase relativa de la oscilación de presión y la entrada de calor al fluido. Él dijo que si se transfiere calor al fluido en el momento de máxima presión aumentará aún más la presión y si se extrae calor en el momento de mínima presión, se disminuirá aún más la presión, por lo que se estará aumentando la amplitud de la perturbación de presión original, es decir la onda acústica será excitada. Si por el contrario la entrada de calor al sistema se da en el momento de mínima presión y la salida de calor en el momento de máxima presión, la onda acústica original será atenuada. El descubrimiento de que la energía de una onda acústica puede convertirse en energía térmica y producir un flujo de calor es mucho más reciente, fue hecha por Merkli y Thomann en 1975.

Un dispositivo termoacústico se compone de tres partes principalmente: stack ó parte activa; resonador que generalmente consiste en un tubo de vidrio u otro material, y fuente de calor ó de presión.

El *stack* es una cerámica porosa de alta capacidad calorífica que está dispuesto en forma parecida a un panal de abejas. El resonador hace las veces de amplificador; finalmente, se requiere de algún tipo de energía que se desee convertir. Si se quiere obtener sonido, se requiere una fuente de calor, si se busca obtener calor se requiere de una fuente de sonido.

El fenómeno termoacústico se percibe cuando entran en fase los cambios de temperatura, desplazamiento y presión dentro del resonador y dentro del *stack* mismo. Generalmente el resonador se encuentra cerrado en un extremo y abierto en el otro y el *stack* es posicionado más cerca del extremo cerrado que del extremo abierto.

Descripción: Consta de un tubo de vidrio o metal abierto de un extremo en cuyo interior se encuentra una cerámica porosa. El extremo cerrado del tubo es calentado por medio de una lente o bien por un espejo parabólico. Cuando el aire dentro del tubo se calienta produce sonido.

6 Tema: Óptica

6.1 Subtema: Ilusiones Ópticas

Equipo: Ilusión de Ouchi

Objetivo: Mostrar como el cerebro interpreta algunas imágenes.

Conceptos: Energía luminosa, cerebro.

Explicación: El encanto de las ilusiones ópticas está en la perplejidad que nos causan al transformar de manera radical la percepción que tenemos ordinariamente de la realidad exterior. Por eso, el contacto con estas imágenes puede ser, no sólo divertido, sino también darnos el impulso necesario para examinar nuestra visión del mundo.

De hecho, nuestro cerebro es a menudo víctima de errores. Y la ilusión es eso, una deformación de la realidad. Aunque no basta con calificar a la ilusión de error, al mismo tiempo es un medio de convertir a la realidad en lo que queremos que sea. Las ilusiones ópticas siempre han despertado una gran curiosidad. Ya la arquitectura clásica griega se preocupaba por los efectos visuales que producían las formas usadas en la construcción. Y como ellos, muchos otros han intentado penetrar el misterio que las rodea.

La ilusión de Ouchi, fue creada por el artista japonés Hajime Ouchi. La ilusión de Ouchi consiste en un tablero de rectángulos negros y blancos colocados horizontalmente. En el centro del dibujo se encuentra un disco con un tablero similar al del fondo pero girado noventa grados. Cuando se observa el dibujo, el disco parece flotar sobre el fondo. El efecto se magnifica cuando el dibujo se mueve en diagonal.

La ilusión de Ouchi es causada por los movimientos oculares al azar, que son independientes en las direcciones horizontal y vertical. Los dos tipos de patrones en el dibujo (los del disco y los del fondo) pueden eliminar el efecto de los movimientos oculares paralelos a cada tipo de patrón. Las neuronas estimuladas por el disco transmiten la componente horizontal de los movimientos oculares, mientras que las neuronas estimuladas por el fondo transmiten la señal de que los movimientos se deben a la componente vertical. Dado que las dos regiones provocan estímulos independientes, el cerebro interpreta las regiones como si correspondiesen a distintos objetos.

Descripción: El dibujo consiste en un tablero de rectángulos negros y blancos colocados horizontalmente. En el centro del dibujo se encuentra un disco con un tablero similar al del fondo pero girado noventa grados. Cuando se observa el dibujo, el disco parece flotar sobre el fondo. El efecto se magnifica cuando el dibujo se mueve en diagonal.

6.2 Subtema: Formación de imágenes en movimiento

Equipo: El pájaro en la jaula

Objetivo: Mostrar cómo se forman imágenes en movimiento.

Conceptos: Energía luminosa, cerebro.

Explicación: Cuando un objeto se mueve frente a nuestros ojos se va formando en nuestra retina una sucesión de imágenes. Estas imágenes se forman en distintas regiones de nuestra retina y nos dan la sensación de que el objeto se está moviendo. Sin embargo también podemos tener la sensación de movimiento producido por objetos que están en reposo y que aparecen y desaparecen de manera apropiada. Como ejemplo de esto, podemos mencionar el caso de las marquesinas de los cines, en las cuales los focos, que están en reposo y colocados muy cerca de otros, se van prendiendo y apagando en rápida sucesión y nos dan la impresión de que se mueven. Esta sucesión se llama movimiento aparente, mientras que la que experimentamos cuando un objeto se mueve se llama de movimiento real.

Cuando un objeto se mueve frente al ojo, su imagen se va formando en una sucesión de regiones distintas de la retina. Ahora bien, para que el cerebro pueda distinguir entre dos imágenes que se forman en dos regiones distintas estas imágenes se tienen que formar en intervalos de tiempo bien definidos. Así, si las dos imágenes se forman en un intervalo de tiempo muy pequeño, las señales que se envían desde la retina no se pueden distinguir una de otra.

Por otra parte, el ojo humano presenta un fenómeno muy interesante, el de la persistencia. Si en un instante te coloca un objeto frente a los ojos y después de cierto intervalo de tiempo se retira de repente, el ojo tiene la sensación de seguir viendo al objeto durante un tiempo muy corto, aun cuando el objeto ya no se encuentre frente al ojo; es decir, la visión del objeto persiste. Este fenómeno se debe, al parecer, a que al llegar la luz a la retina y enviarse la correspondiente señal nerviosa hacia el cerebro, lleva cierto tiempo para que la señal se procese, por así decirlo. El cerebro retiene la impresión de iluminación durante un intervalo de alrededor de 0.1 s. Después de que la fuente de luz se ha retirado. Este fenómeno implica lo siguiente: supóngase que ocurren dos sucesos alternadamente pero al ocurrir el segundo, el efecto del primero todavía persiste en el cerebro, por lo que no se da cuenta de que el segundo suceso ocurrió. Este hecho se ha aplicado para crear ilusiones de movimiento aparentes como la del cinematógrafo y la televisión.

Descripción: Se trata de un disco que gira sobre un eje horizontal mediante una manivela. En una cara del disco hay un dibujo, como por ejemplo un pájaro y en la cara posterior una jaula. Al hacer girar el disco el pájaro parece estar dentro de la jaula. Este equipo contará con varios de estos discos dispuestos verticalmente para que el visitante tenga oportunidad de ver distintas animaciones.

6.3 Subtema: Formación de imágenes con espejos

Equipo: Caleidoscopio

Objetivo: Mostrar cómo, a través de espejos, es posible la formación de imágenes.

Conceptos: Espejos, luz, reflexión.

Explicación: Un caleidoscopio (del griego *kalós* bella *éidos* imagen *scopéo* observar) es un tubo que contiene generalmente tres espejos, que forman un prisma tetraédrico con su parte reflectante hacia el interior, al extremo de los cuales se encuentran dos láminas traslúcidas entre las cuales hay varios objetos de color y forma diferente, cuyas imágenes se ven multiplicadas simétricamente al ir girando el

tubo mientras se mira por el extremo opuesto. Aunque lo más común es que un caleidoscopio esté integrado por tres espejos, también puede construirse con dos, o más de tres espejos para conseguir distintos tipos de efectos. El caleidoscopio moderno fue inventado en 1816 por el físico escocés David Brewster. El caleidoscopio es uno de los juguetes más populares del mundo. Cuando fue introducido a Rusia, incluso se fabricaron utilizando piedras preciosas.

Descripción: Un caleidoscopio grande que permitirá ver diferentes patrones de colores.

7. Tema: Matemáticas

7.1 Subtema: Topología

Equipo: Laberinto

Objetivo: Mostrar un ejemplo de problema topológico.

Conceptos: Patrones, historia.

Explicación: Cuando el joven Teseo penetró al laberinto de Creta en Cnosos, en busca del terrible minotauro se desenredó el ovillo de seda que le proporcionó Ariadna para no perderse al volver. Los laberintos arquitectónicos de esta clase, edificios con intrincados pasadizos diseñados para desconcertar a los no iniciados, eran frecuentes en el mundo antiguo. Herodoto describe un laberinto egipcio que tenía tres mil cámaras. Las monedas de Cnosos llevaban grabado un laberinto sencillo, y modelos de laberintos más complicados aparecieron en las aceras romanas y en las túnicas de los antiguos emperadores romanos. Durante la Edad Media, los muros y el piso de muchas catedrales en la Europa continental fueron decorados con diseños similares.

Desde el punto de vista matemático, un laberinto es un problema de topología. Si su plano se dibuja en una lámina de hule, el camino correcto desde la entrada hasta la salida es topológicamente invariante y se mantiene correcto no importa cuánto se deforme el hule. El laberinto se puede resolver rápidamente en un papel cuando se somborean todos los callejones sin salida hasta que sólo queden las rutas directas.

Si el laberinto tiene una entrada, y el objetivo es encontrar el camino a la única salida, siempre puede resolverse el problema colocando la mano contra el muro de la derecha (o el de la izquierda) y manteniéndola ahí conforme se camina. Es seguro que se encontrará la salida, a pesar de que la ruta, con mucha probabilidad, no será la más corta. Este procedimiento también funciona en el laberinto tradicional, en el que la meta está en el interior, pero partiendo de la consideración de que no hay ruta por la que se pueda caminar alrededor de la meta y regresar a donde se empezó. Si la meta está rodeada por uno o más de estos circuitos cerrados, el método de la mano en la pared con seguridad lo llevará por la ruta más larga y lo sacará del laberinto; nunca podrá llevarlo a la "isla" dentro del circuito.

Descripción: Se trata de un laberinto llamado de "mano derecha", que significa que si se pega la mano derecha a la pared, logras salir. Será un laberinto construido con plantas.

7.2 Subtema: Teoría de Gráficas

Equipo: Puentes de Königsberg

Objetivo: Mostrar un ejemplo de teoría de gráficas.

Conceptos: Gráficas, vértices.

Explicación: En la ciudad alemana de Königsberg había siete puentes sobre el río Pregel. Cuatro de ellos comunicaban las orillas opuestas con la pequeña isla Kneiphof. Otro puente unía a Kneiphof con otra isla y los dos restantes unían a esta con tierra firme. Los paseantes del río Pregel se preguntaron lo siguiente: ¿Cómo podrían alguien recorrer todos los puentes de tal forma que sólo cruce una sola vez cada uno de los puentes?. La respuesta a esta pregunta fue dada por Euler y en su honor a esta clase de problemas se les llama "paseos Eulerianos".

Euler simplificó el problema reemplazando la tierra por puntos y los puentes por líneas que unían a esos puntos, es decir redujo el problema en recorrer una gráfica. Una gráfica en matemáticas es simplemente una configuración que consiste en un número finito de puntos llamados vértice y líneas que los unen llamadas aristas.

Se dice que un vértice es par o impar, según el número de aristas que concurren en él. Se recorre una gráfica cuando se pasa por todas sus aristas exactamente una sola vez. Euler descubrió que esto puede hacerse, comenzando y terminando en el mismo punto, si la gráfica solo tiene vértices pares.

Más aun, descubrió que si la gráfica contiene, a lo sumo, dos vértices impares, puede también recorrerse pero no puede volverse al punto de partida. Con las gráficas se pueden estudiar desde problemas muy abstractos hasta problemas reales como redes de calles, sistemas de rutas aéreas, redes de comunicación, la red de agua en una ciudad, distribución de mercancías y muchos otros. Los matemáticos clasifican los distintos tipos de gráficas y encuentran el número de líneas que deben salir de cada punto para que el problema que se representa mediante la gráfica tenga solución. La teoría de gráficas se ha convertido en una herramienta muy poderosa en la solución de problemas muy complejos que sería difícil resolver de otra manera.

Descripción: El terreno donde se va a construir el jardín tiene un apantle que desemboca en un lago. Sobre ellos se construirán los siete puentes.

8. Biodiversidad

8.1 Subtema: Flora

Equipo: Flores que se mueven como engranajes

Objetivo: Conectar el tema de los autómatas con el tema de la flora.

Conceptos: Biodiversidad, preservación.

Explicación: La información está en el anexo C que tiene la identidad gráfica.

Descripción: Flores autómatas que coincidirán con el logo de Ixaya, es decir con la identidad gráfica del jardín.

8.2 Subtema: Aves

Equipo: Paloma de la paz y binoculares para observar aves

Objetivo: Hacer conciencia de la importancia de las aves en un ecosistema.

Conceptos: Biodiversidad, preservación.

Explicación: Aunque el Estado de Morelos posee sólo el .24% de la superficie de México, en él se alberga el 34% del total de especies de aves de nuestro país. Debido a la explosión demográfica, el crecimiento desmedido de las manchas urbanas, la contaminación y deforestación, muchas especies del Estado de Morelos se encuentran en peligro de desaparecer. Así, existen 21 especies de aves en peligro de extinción.

En Morelos hay 340 especies de aves diferentes. Las más abundantes son las canoras que agrupa a 198 de las 340 especies registradas, seguido de los vencejos y colibríes con un aproximado de 28 especies y por último los zopilotes que son comunes.

En un ecosistema las aves son de suma importancia pues algunas de ellas se encargan de diseminar las semillas de plantas y árboles así como de eliminar restos de animales muertos. En el anexo D se enumeran las aves que podrán verse en este jardín.

Descripción: Un autómata que es una paloma que simula vuelo y unos binoculares para observar la variedad de aves de la zona.

8.3 Subtema: Flora

Equipo: Lotería de la biodiversidad

Objetivo: Dar a conocer cuáles son los distintos ecosistemas que existen en el estado de Morelos así como algunas de las especies vegetales que en él se encuentran.

Conceptos: Biodiversidad, preservación.

Explicación: En Morelos, se encuentra el 10% de la flora de México. En la parte montañosa del Norte, donde predomina el clima semifrío, existen bosques de encino, pino, oyamel, madroño, tila, trompillo y chichicaule, entre otros. En el Sur del Estado predomina la selva baja caducifolia. Las especies más representativas son: El Casahuate, Tepehuaje, Huaje, Palo dulce, Ámate blanco, Copal y Pochote, entre otros. En el anexo E se describe la flora del estado de Morelos y la que podrá verse en este jardín.

Descripción: Este será el típico juego mexicano de la lotería, pero todas las fichas corresponderán a la flora de Morelos.

9. Astronomía

9.1 Subtema: Observatorio

Objetivo: Realizar algunas observaciones astronómicas.

Conceptos: Astronomía, cuerpos celestes.

Explicación: Generalmente, se atribuye la invención del telescopio Hans Lippershey, un fabricante de lentes alemán, pero recientes investigaciones, atribuyen la autoría a un gerundés llamado Juan Roget en 1590, cuyo invento habría sido copiado (según esta investigación) por Zacharias Janssen, quien el día 17 de octubre (dos semanas después de que lo patentara Lippershey) intentó patentarlo. Poco antes, el día 14, Jacob Metius también había intentado patentarlo.

En varios países se ha difundido la idea errónea de que el inventor fue el holandés Christian Huygens, quien nació mucho tiempo después. Galileo, al recibir noticias de este invento, decidió diseñar y construir uno. En 1609 mostró el primer telescopio astronómico registrado. Fue el primero que lo usó para observar el cielo. Gracias al telescopio, hizo grandes descubrimientos en astronomía, entre los que destaca la observación, el 7 de enero de 1610, de cuatro de las lunas de Júpiter girando en torno a ese planeta.

Conocido hasta entonces como la *lente espía*, el nombre "telescopio" fue propuesto primero por el matemático griego Giovanni Demisiani el 14 de abril de 1611 durante una cena en Roma en honor de Galileo, cena en la que los asistentes pudieron observar las lunas de Júpiter por medio del telescopio que Galileo había traído consigo.

Existen varios tipos de telescopio: refractores, que utilizan lentes; reflectores, que tienen un espejo cóncavo en lugar de la lente del objetivo, y catadióptricos, que poseen un espejo cóncavo y una lente correctora. El telescopio reflector fue inventado por Isaac Newton en 1688 y constituyó un importante avance sobre los telescopios de su época al corregir fácilmente la aberración cromática característica de los telescopios refractores.

Descripción: Observatorio con cúpula móvil y telescopio Schmidt-Cassegrain equipado con diversos oculares y filtros.

Bibliografía

1. Biodiversidad. <http://www.ceamamorelos.gob.mx/secciones/ambiente/biodiversidad.html>
2. Braun, Elizer. El saber y los sentidos. Fondo de Cultura Económica. Colección la Ciencia desde México/73. Primera edición. México, 1988.
3. Brodianski, V.M. Móvil Perpetuo antes y ahora. Editorial Mir. Moscú, 1990.
4. Gamow, George. Biografía de la Física. Alianza Editorial. España, 1971.
5. García Colín, Leopoldo. De la Máquina de Vapor al cero absoluto. Fondo de Cultura Económica. México, 1986.
6. Gardner, Martin. Nuevos rompecabezas mentales. Ed. Selector. México, 1991.
7. Jeans, James. Historia de la Física. Fondo de Cultura Económica. Segunda edición. México, 1960.

8. Halliday, D. y R. Resnick. Fundamentos de Física. Cescsa Editorial. México, 1990.
9. Ya, R. Kezerashvili, A. Sapazhnikov. Magic Fountain. eprint arXiv:physics/0310039. Internet, 2003. <http://nuweb2.neu.edu/math/cp/blog/HeroFountain.pdf>
10. Huelsz, Guadalupe. Efecto termoacústico y sus aplicaciones. Centro de Investigación en Energía, UNAM website. <http://xml.cie.unam.mx/xml/tc/teym/ghl/guadalupe.pdf>
11. Kasner, Edward y James Newman. Matemáticas e Imaginación. Consejo nacional para la Cultura y las Artes. México, 2007.
12. O'Brien, Robert. Máquinas. Colección Científica de Time Life. Segunda Edición. México, 1981.
13. Concepción Ruiz Ruiz Funes. "Los Puentes de Königsberg"
<http://redescolar.ilce.edu.mx/redescolar2008/educontinua/mate/mate.htm>
14. Strathern, Paul. Arquímedes y la palanca. Siglo XXI. Madrid, 1999.
15. Swift G. W. What is thermoacoustics? Los Alamos National Laboratory Website.
<http://www.lanl.gov/thermoacoustics/ehistory.pdf>
16. Tagüeña, Julia y Manuel Martínez, Fuentes renovables de energía y desarrollo sustentable, ADN y Consejo Nacional para la Cultura y las Artes, México, 2008.
17. Telescopio: <http://es.wikipedia.org/wiki/Telescopio>
18. Zemansky, M. W. y R. H. Dittman. Calor y Termodinámica. Mc Graw Hill. Sexta Edición. México, 1990.

Anexo B. Cédulas explicativas

Cédula de introducción

Bienvenido al Jardín Ixaya. La palabra náhuatl Ixaya significa “abrir los ojos”. El jardín se llama así porque es una mirada hacia el mundo que nos rodea, hacia la ciencia y hacia nuestra propia cultura.

Abre bien los ojos y experimenta con los equipos del jardín. A través de ellos, podrás entender algunas ideas sobre física, biología y matemáticas.

Escucha la historia que cada equipo cuenta y mira como la ciencia se ha construido gracias al pensamiento de muchas generaciones. Este conocimiento es parte de nuestro patrimonio cultural. Así, tú como heredero, tienes la oportunidad de reconocer tu propia capacidad creativa, tomar estas ideas y transformarlas.

Si tienes alguna duda sobre esta capacidad o si piensas que la ciencia se hace sólo en los laboratorios o institutos, échale un ojo a los autómatas del jardín que están inspirados en algunos de nuestros juguetes tradicionales: observa cómo sus mecanismos funcionan siguiendo algunos principios muy simples pero fundamentales de la física y cómo dan muestra del ingenio y del conocimiento de nuestros artesanos. Seguramente, después de esto, te darán ganas de crear tus propios juguetes e inventar nuevos mecanismos.

Además de abrir los ojos, queremos que abras también tu corazón; la ciencia es un bien común que nos pertenece a todos y por tanto debe ser comunicada y compartida para el desarrollo social de nuestro pueblo. En este sentido, queremos que te conviertas en un medio para la difusión del conocimiento ahí donde hace más falta. Asómate a los talleres e involúcrate en actividades sobre la conservación del medio ambiente, el ahorro de energía o bien, para llevar a otras comunidades tecnología solar y el conocimiento que les permita mejorar su calidad de vida. No importa tu edad ¡tú tienes mucho que dar!

Hidrostática: cuando los fluidos reposan

Todas las grandes civilizaciones de la historia crecieron a las orillas de algún río o lago. El agua ha sido siempre una fuente de vida para la humanidad pero también una fuerza de la naturaleza que debe ser controlada. Por esto, no debe sorprendernos que muchos avances científicos y tecnológicos de la antigüedad hayan estado relacionados precisamente con ella.

La hidrostática (del griego *hydor* “agua” y *statikos* “estático”) es la parte de la física que estudia los fluidos, o sea, líquidos y gases, en reposo. Con la hidrostática es posible explicar por ejemplo, porqué pesamos menos en el agua y porque los barcos, aun siendo tan pesados, pueden flotar.

El buzo

Algunos objetos, al colocarlos en un líquido se hunden mientras que otros, por el contrario, flotan. Los objetos que flotan tienen una **densidad** menor que la del líquido, mientras que los que quedan sumergidos tienen una densidad igual o mayor. Este buzo puede subir y bajar, es decir flotar o sumergirse porque nosotros podemos hacer que su densidad cambie metiendo o sacando agua de él.

Cuando un objeto está sumergido en un líquido, el líquido ejerce sobre él una fuerza hacia arriba que recibe el nombre de empuje. El principio de Arquímedes dice que todo cuerpo total o parcialmente sumergido en un fluido experimenta un empuje hacia arriba igual al peso del volumen del fluido que desaloja.

¿Una qué?

¡Una densidad! La cantidad de masa que tiene un objeto por unidad de volumen.

Prensa hidráulica

Cuando se aplica una presión a un líquido encerrado en un recipiente, la presión se transmite íntegramente a todas las partes del líquido y a las paredes del recipiente. A este principio se le conoce como el principio de Pascal.

La presión es el resultado de ejercer una fuerza sobre una superficie. Una fuerza puede producir una presión grande si se aplica sobre una superficie pequeña o bien, una presión pequeña si se aplica sobre una superficie grande. De igual manera, si se ejerce la misma presión sobre superficies desiguales ésta puede producir fuerzas diferentes.

En una prensa hidráulica se utiliza este hecho para elevar objetos pesados con poco esfuerzo.

La energía se conserva

Una de las ideas más importantes de la física es el “Principio de Conservación de la Energía”. Este principio dice que la energía no puede ser creada o destruida. La cantidad de energía que existe en el Universo es siempre la misma y puede ser transformada, almacenada o disipada; sin embargo, no puede ser creada a partir de la nada o reducida a la nada.

Pero, si la energía no puede destruirse ¿a dónde se va toda la energía que consumimos? ¿Por qué se habla de crisis energética? Cada vez que hacemos funcionar un aparato eléctrico, ponemos en marcha un motor, o incluso caminamos, **una parte de la energía que utilizamos se transforma en calor**. El calor es una de las formas más huidizas de la energía, no se pierde pero al difundirse por el universo como una gota de tinta en el agua, es irrecuperable para nosotros.

Este hecho es inevitable pues aun utilizando el calor como fuente de energía para producir trabajo, parte de él se disipa en el medio ambiente.

¡Por eso, cuando corro muy rápido, me da mucho calor!

La fuente de Herón

Seguramente habrás notado que cuando buceas, a medida que te sumerges, te duelen los oídos. Esto se debe a que un cuerpo sumergido en un líquido soporta el peso del líquido que hay sobre él, por eso, **la presión aumenta con la profundidad**. A esta presión se le llama presión hidrostática.

La mayoría de las fuentes utilizan bombas para mover el agua. Esta fuente fue inventada por Herón de Alejandría en el siglo I d.C. y no requiere de ninguna bomba, sino que utiliza la presión hidrostática para funcionar: cuando se vierte agua en el recipiente más alto, la presión de la columna de agua hace que el aire contenido en el recipiente más bajo sea desplazado hacia el recipiente intermedio. Este aire, a su vez, ejerce presión sobre el agua, forzándola a subir hasta el recipiente superior.

¡Claro, si te hundes más, tienes más agua encima de ti que te apachurra!

Máquina de movimiento perpetuo

Uno de los grandes sueños de la humanidad ha sido construir una máquina de movimiento perpetuo, es decir una máquina que funcione sin parar y sin tener que usar combustible o energía.

La máquina de movimiento perpetuo ocupa en la historia de la ciencia un lugar notable pese a que no existe ni puede existir. Esto podría parecer una paradoja, sin embargo, la búsqueda del movimiento perpetuo está relacionada con la noción de la conservación de la energía y con la comprensión de la naturaleza del calor.

Una máquina de movimiento perpetuo violaría el principio de conservación de la energía pues, al trabajar indefinidamente, estaría generando energía a partir de la nada.

La máquina que aquí presentamos, fue descrita por Mariano di Iacomo en 1438. Como el número de brazos de la rueda es impar, en cualquier posición que se encuentre, ésta siempre estará fuera de equilibrio pues siempre habrá más brazos de un lado que del otro. Esto provocaría en principio un giro constante; sin embargo, la rueda acaba por detenerse debido a la fricción.

Nota: Esta cedula viene acompañada por un póster con dibujos de otras máquinas simples. El contenido del póster se encuentra al final del documento.

La energía se transforma

Todos los procesos que ocurren en la naturaleza, ocurren a través transformaciones de energía: mediante reacciones nucleares, el Sol produce cantidades enormes de energía en forma de luz y calor. A su vez, la energía solar que llega a la Tierra se transforma en energía **eólica**, hidráulica e incluso química.

Cada uno de nuestros movimientos y procesos biológicos son también producto de la transformación de la energía.

Vivimos inmersos en un mar de energía, sin embargo, para poder aprovecharla, es necesario transformarla en formas que nos sean útiles como en energía

¿Energía qué?

Eólica, ¡la energía del viento!

eléctrica o mecánica. El bienestar de la humanidad depende, en gran medida, de la energía disponible. Para obtener energía, recurrimos a las llamadas fuentes de energía.

Una máquina de vapor

Esta máquina llamada eolipíla fue inventada por Herón de Alejandría en el siglo I de nuestra era y es considerada la primera máquina de vapor y el primer motor a reacción de la historia. La eolipíla nunca fue utilizada para producir trabajo y sus posibles aplicaciones prácticas tampoco fueron reconocidas.

Sin embargo, 15 siglos antes de que Newton formulara su tercera ley, la eolipíla utilizaba este principio para funcionar.

La tercera ley de Newton dice que siempre que un objeto ejerce una fuerza sobre otro, el segundo ejerce una fuerza igual y opuesta sobre el primero.

En el modelo original de Herón, el vapor era producido calentando el agua de una caldera mediante una hoguera. En este caso, utilizamos la energía solar para producir vapor.

Los péndulos

Un péndulo es simplemente un objeto que puede oscilar suspendida de un punto por un cordel o una varilla. Aunque sencillo, el péndulo sirvió para demostrar la falsedad de una creencia que perduró por

¿Cinequeeeeé?

Cinética! La energía que tiene un cuerpo debido a su movimiento. Entre más rápido se mueve un objeto, mayor energía cinética

muchos siglos: que los cuerpos más pesados caen más rápidamente que los más ligeros.

Quien demostró la falsedad de esta creencia fue Galileo Galilei; con ayuda de cordeles y algunos pesos, construyó toda clase de péndulos y encontró que el período del péndulo depende de la longitud de éste pero es independiente de su masa.

¿Y potencial?

Si, cuando subes un edificio la energía que utilizaste en subir no se pierde sino que se transforma en energía potencial. Entre más alto está un objeto mayor energía potencial tiene.

El péndulo constituye un buen ejemplo de transformación de la energía. Cuando le damos un empujón a la masa de un péndulo, su movimiento responde a la energía cinética; al llegar al punto más alto, su movimiento cesa pero la energía no se ha perdido, sino que está almacenada en forma de energía potencial, para después volver a caer con energía cinética.

Juegos de agua

En el siglo III a de C. Arquímedes se encargó de las obras de riego y de control de las inundaciones del río Nilo en Egipto. Para este fin, ideó un tornillo que no era otra cosa más que una especie de hélice

enrollada sobre un cilindro. El tornillo se colocaba a un cierto ángulo y se sumergía uno de sus extremos en el agua. Cuando se le hacía girar, podía bombear el agua del río hasta los canales de riego.

Más tarde se utilizó el agua como fuente de energía: Los molinos de agua movidos por el flujo de los ríos, permitieron aprovechar esta fuerza para moler granos.

En la actualidad seguimos utilizando estos dos inventos; el molino de agua evolucionó hasta llegar a las modernas turbinas que producen electricidad. El tornillo de Arquímedes sigue teniendo los mismos usos: para elevar granos y líquidos.

Excavadora y torre con poleas

El primer registro que se tiene sobre el uso de la polea data del siglo VIII a de C. Al principio se utilizó para subir agua de los pozos y más tarde, al unir varias poleas, se descubrió que ayudaba a reducir la fuerza empleada en elevar objetos pesados.

El plano inclinado se utilizó desde la era paleolítica hace unos 10,000 años. Un plano inclinado es una especie de rampa que forma un ángulo agudo con respecto al piso. Cuando un cuerpo descansa sobre un plano inclinado, su peso se divide en dos fuerzas más pequeñas, una perpendicular y otra paralela al plano. La única fuerza que hay que vencer para empujar el objeto es la paralela, la otra se equilibra con el plano. Sin embargo, la distancia que tendremos que recorrer para subir un objeto sobre un plano, es mayor que la distancia que recorreríamos simplemente levantando verticalmente el objeto.

Sube y baja

Cuando queremos mover una piedra enorme, no podemos hacerlo sólo con las manos. Sin embargo, cuando utilizamos un palo largo y lo metemos un poco bajo la piedra, con menos esfuerzo podremos moverla. Esta herramienta utilizada desde la era paleolítica (hace unos 10,000 años) se llama palanca.

Una palanca consiste en una barra rígida que puede girar libremente alrededor un punto de apoyo, llamado fulcro.

Entre más grande sea la distancia entre el punto de apoyo y el punto donde aplicamos la fuerza, el esfuerzo requerido para mover un objeto será menor.

Por el contrario, si el objeto que queremos mover se encuentra a una distancia mayor que la nuestra al punto de apoyo, nos costará más trabajo moverlo.

La ley que rige las palancas fue descrita por primera vez por Arquímedes en el siglo III a de C.

Engranés

La rueda dentada o engrane es, básicamente, un disco con dientes.

Dependiendo de su construcción y arreglo, los engranes pueden transmitir fuerzas a distintas velocidades, **torcas** o direcciones.

Una de las aplicaciones más importantes de los engranajes es la transmisión del movimiento desde una fuente de energía hasta otro eje situado a cierta distancia y que ha de realizar un trabajo.

El mecanismo de engranajes más antiguo de cuyos restos disponemos es el mecanismo encontrado en Anticitera, una isla griega. Se trata de una calculadora astronómica fechada entre los años 150 y 100 a. de C. y compuesta por al menos 30 engranes de bronce con dientes triangulares.

¿Una torca?

¿Recuerdas las palancas? La torca es el resultado de multiplicar el brazo de palanca por la fuerza que ejerces.

¿Pero por qué palancas?

Porque tener una rueda es como tener una palanca que puede girar 360°



Máquina de Anticitera que se encuentra en el Museo Arqueológico Nacional de Atenas.

Molino de viento

La atmósfera de la Tierra es como una gran máquina térmica. Los rayos solares, que son más intensos en el Ecuador que en los Polos, calientan el aire tropical y lo elevan, en tanto que el aire polar, más frío, se desplaza para remplazarlo. Este flujo se ve afectado por la rotación de la Tierra y las condiciones atmosféricas. El resultado es el viento. Estas fuerzas pueden crear desde una suave brisa hasta un tornado que alcance velocidades de 800 kilómetros por hora. Aunque impredecible, el viento ha sido fuente importante de energía. Por siglos ha movido veleros, bombeado agua o molido granos. En la actualidad los viejos molinos de viento se han transformado en modernas turbinas que producen electricidad para abastecer a miles de personas.

Arte y energía

Aunque hoy en día es común separar las ciencias de las artes, estas dos actividades han estado estrechamente ligadas a través de la historia. Así, en ocasiones, es difícil saber si la intención del autor fue la producción de conocimiento científico o bien la creación artística. En México un buen ejemplo de esto, está en la pirámide de Kukulcan en Chichen Itzá donde arquitectura y astronomía se conjugan produciendo una obra magnífica.

En esta sección, presentamos el trabajo de dos artistas interesados en la ciencia, en particular, en el tema de la energía.

La flor solar, obra del argentino Joaquín Fargas, pretende llevar a través del arte y la ciencia una advertencia sobre las consecuencias del cambio climático y el cuidado de nuestro planeta.

Por su parte, el artista alemán Oliver Hein, ha creado la escultura cinética llamada *Sunwash*, la cual utiliza luz solar para mover enormes columnas de agua como si se tratase de una enorme lavadora.

Flor solar

Los paneles fotovoltaicos están formados por numerosas celdas solares que convierten la luz del sol en electricidad.

La luz solar está compuesta por fotones que son partículas energéticas. La cantidad de energía de cada fotón depende de la frecuencia de la luz es decir de su color Cuando los fotones inciden sobre una celda fotovoltaica, pueden ser absorbidos, reflejados o pueden pasar a través de ella. Únicamente los fotones absorbidos generan electricidad. Los fotones que son absorbidos tiene la energía adecuada.

Cuando un fotón de la energía adecuada es absorbido por una celda, debido al llamado efecto fotovoltaico, se produce un potencial que permite que fluya una corriente eléctrica. Las celdas solares fueron desarrolladas en los inicios de la exploración espacial.

Sunwash

Sunwash obra de Oliver Hein, es una variante del motor Stirling conocida como motor de pistón líquido.

El motor Stirling original fue inventado por Robert Stirling en 1826. Este motor consta de una cámara que contiene aire y un pistón. Cuando se calienta el aire de la cámara, éste se expande y empuja al pistón. Debido a la expansión, el aire se enfría y el pistón vuelve su posición original.

Aunque el rendimiento del motor Stirling era superior a los motores de vapor, generando más trabajo a partir de la misma cantidad de combustible, con la introducción del motor de combustión interna, este motor fue casi olvidado debido a que tiene menos potencia.

En la actualidad, el motor Stirling ha cobrado nuevo interés ya que la fuente de calor que necesita para funcionar es externa a él, por tanto el calor puede provenir de fuentes de energía limpia como la energía solar.

El sonido

El sonido es una onda mecánica, es decir, una onda que **necesita de un medio** como el aire o como el agua para viajar.

El sonido se propaga en el aire de la misma manera en que se hace una “ola” en un estadio de futbol; el sonido sería la ola y el medio serían las personas.

La ola comienza cuando un aficionado se levanta y vuelve a sentarse; inmediatamente después el que está al lado hace lo mismo y así sucesivamente. La ola se propaga sin que la gente se mueva de su lugar. De la misma forma, el sonido se propaga cuando el aire se comprime y se descomprime cambiando su densidad pero sin que el aire se mueva.

Entonces, ¿Sí hablo en el vacío no se oye nada?

¡Nada de nada! En cambio la luz que es una onda electromagnética, sí puede propagarse en el vacío.

Teléfonos

Cuando hablamos, las ondas sonoras viajan en todas direcciones, por ello, no sólo alguien que se encuentra frente a nosotros puede oírnos, sino también aquellos que se encuentran a nuestros lados o atrás de nosotros. De igual forma, la energía asociada a la onda sonora se propaga en todas direcciones.

Cuando hablamos a través de un tubo las paredes de éste, guían a la onda sonora y no permiten que el sonido se propague hacia el exterior, evitando que la energía se disipe en todas direcciones. Debido a esto, utilizando un tubo, es posible escuchar a alguien que se encuentra a gran distancia de nosotros mientras que sin él, las palabras se perderían en el aire.

El teléfono acústico fue ampliamente utilizado en los barcos para comunicar entre sí las cabinas de la tripulación.

Efecto termo-acústico

Cuando una onda sonora viaja a través de un pequeño canal, por ejemplo un tubo, se producen también oscilaciones de temperatura. La combinación de estas ondas produce una gran variedad de efectos termo-acústicos.

Las primeras observaciones de la producción de sonido a través del calentamiento fueron hechas en el siglo XVIII por los sopladores de vidrio; cuando fundían el extremo de un tubo largo de vidrio y dejaban el otro extremo abierto a temperatura ambiente, éste emitía un sonido fuerte. Un siglo después, los científicos descubrieron el efecto opuesto: si una diferencia de temperaturas podía crear sonidos, el sonido podría producir una diferencia de temperaturas.

Óptica: juguemos con la luz

Durante muchos siglos las ilusiones ópticas nos han fascinado al transformar la realidad que conocemos en algo inesperado.

Sin embargo, las ilusiones ópticas no sólo han servido para entretener y asombrar, también han sido objeto de estudio tanto de la ciencia como de las artes.

En el caso de la ciencia, la fisiología ha obtenido buenas pistas acerca del funcionamiento del cerebro analizando los efectos que las ilusiones ópticas producen en las personas.

Por su parte, las artes se han valido de las ilusiones ópticas para crear efectos de profundidad o bien para corregir algunos errores de percepción.

A pesar de que los antiguos griegos construían templos y edificios en base a proporciones matemáticas y formas geométricas, sus edificios eran víctimas de ilusiones ópticas; los edificios parecían torcidos si se les observaba desde ciertas distancias o ángulos. Para corregir estos efectos los griegos desarrollaron métodos que introducían curvas e inclinaciones en los edificios para darles una apariencia regular.

Ilusión de Ouchi

La ilusión de Ouchi fue creada por el artista japonés Hajime Ouchi. Esta ilusión es causada por los movimientos oculares al azar, que son independientes en las direcciones horizontal y vertical. Los dos tipos de patrones en el dibujo (los del disco y los del fondo) pueden eliminar el efecto de los movimientos oculares paralelos en cada tipo de patrón. Las neuronas estimuladas por el disco transmiten la componente horizontal de los movimientos oculares, mientras que las neuronas estimuladas por el fondo transmiten la señal de que los movimientos se deben a la componente vertical. Dado que las dos regiones provocan estímulos independientes, el cerebro interpreta las regiones como si correspondiesen a distintos objetos.

El pájaro en la jaula

Cuando se coloca un objeto frente a nuestros ojos y después de un tiempo se retira de repente, el ojo tiene la sensación de seguir viendo el objeto durante un tiempo muy corto, aun cuando el objeto ya no se encuentre frente a él.

Este fenómeno se debe, al parecer, a que cuando llega luz a nuestra retina, el cerebro tarda cierto tiempo en procesar la información y retiene la impresión de iluminación durante un intervalo de alrededor de 0.1 segundos.

Este hecho se ha aplicado para crear ilusiones de movimiento aparente como la del cinematógrafo y la televisión.

Caleidoscopio

Un caleidoscopio (del griego *kalós* bella, *éidos* imagen, *scopéo* observar) es un tubo que generalmente contiene tres espejos, que forman un prisma que refleja en su parte interior. En uno de los extremos se ponen objetos de colores cuyas imágenes se ven multiplicadas simétricamente al ir girando el tubo mientras se mira por el extremo opuesto.

Matemáticas: la búsqueda de patrones

Muchas personas creen que, las matemáticas son poco atractivas porque se reducen a realizar aburridos cálculos numéricos.

Sin embargo, las matemáticas son mucho más que eso; diversas ramas de las matemáticas rara vez utilizan operaciones numéricas y por otra parte, tienen un gran sentido lúdico ya que han sido inspiradas en juegos y acertijos.

Si te gusta jugar, seguramente te gustará tratar de resolver estos dos retos que proponen las matemáticas: encontrar la salida de un laberinto y dar un paseíto “euleriano” por los puentes de Königsberg.

Laberinto

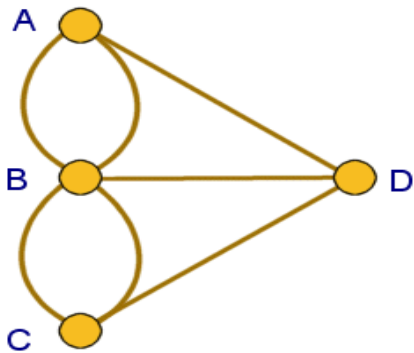
Cuenta la leyenda que Ariadna le dio a Teseo un cordel para que éste pudiera encontrar la salida del laberinto de Creta donde se encontraba un terrible minotauro. Pero, si no tuviéramos un cordel ¿Cómo encontraríamos la salida del laberinto? ¿Existe alguna regla para encontrar la salida de cualquier laberinto? Estas son algunas de las preguntas que los matemáticos se hicieron durante muchos años.

Con el desarrollo de la topología, los matemáticos comenzaron a hacerse preguntas un poco más raras: ¿si dibujamos un laberinto sobre una lámina de hule y la estiramos o la deformamos sin romperla, el camino correcto desde la entrada hasta la salida cambiará?

Puentes de Königsberg

En la ciudad alemana de Königsberg había siete puentes sobre un río que comunicaban las orillas de éste con otras dos islas. Los paseantes de los puentes se preguntaban ¿cómo podría alguien recorrer todos los puentes de tal forma que sólo pase una sola vez por cada uno de los puentes? La respuesta a esta pregunta fue dada por matemático Leonhard Euler en el siglo XVIII.

Euler simplificó el problema reemplazando la tierra por puntos (vértices) y los puentes por líneas que unían a esos puntos (aristas), es decir redujo el problema a recorrer una gráfica como esta:



Euler descubrió que esto puede hacerse, comenzando y terminando en el mismo punto, si la gráfica sólo tiene vértices pares, es decir, el número de aristas que llega a cada vértice es par.

Biodiversidad

En la tierra existe una amplia variedad de seres vivos que son el resultado de millones de años de evolución.

Aunque aparentemente algunas especies no están relacionadas directamente con nosotros y no nos sean de utilidad, éstas son parte de un delicado equilibrio ecológico, romperlo trae consigo serias consecuencias para el planeta.

Por otra parte, así como es importante conservar nuestra historia cultural también lo es conservar nuestra historia evolutiva, cuyo testimonio se encuentra en las demás especies.

México es uno de los cinco países con mayor diversidad en el mundo, en particular, gran parte de esta riqueza, se encuentra en el Estado de Morelos.

Flores que se mueven con engranes

La fotosíntesis es un proceso mediante el cual las plantas, las algas y algunas bacterias captan y utilizan la energía de la luz solar para transformar la materia inorgánica como minerales, de su medio en materia orgánica que utilizarán para su crecimiento y desarrollo. Mediante este proceso las plantas transforman la energía solar en energía química.

El contenido actual de oxígeno en la atmósfera se ha generado a partir de la fotosíntesis que llevan a cabo las plantas.

La paloma

Aunque el Estado de Morelos posee sólo el 0.24% de la superficie de México, en él se alberga el 34% del total de especies de aves de nuestro país. Debido a la explosión demográfica, el crecimiento desmedido

de las manchas urbanas, la contaminación y la deforestación, muchas especies del Estado de Morelos se encuentran en peligro de desaparecer. Así, existen 21 especies de aves en peligro de extinción.

Binoculares

Los binoculares al igual que los telescopios, son instrumentos ópticos que sirven para ver objetos lejanos, pero a diferencia de ellos, los binoculares utilizan prismas para que las imágenes que se forman no estén invertidas. Es por ello que a los binoculares se les conoce también como prismáticos. La invención de los binoculares se le atribuye a Hans Lippershey a principios del siglo XVII.

Otra de las características de los binoculares es que permiten la visión estereoscópica es decir en tres dimensiones. **Esto se debe a que las imágenes** que se forman en cada una de nuestras retinas son ligeramente distintas debido a que las retinas están separadas. Estas diferencias las percibe el cerebro y le permiten localizar un objeto espacialmente, lo que produce la sensación de volumen

Entonces, ¿con un solo ojo, no puedo ver en tercera dimensión?

Tápate un ojo e intenta agarrar un objeto enfrente de ti. Verás cómo te cuesta trabajo medir la distancia a la que se encuentra!

Lotería

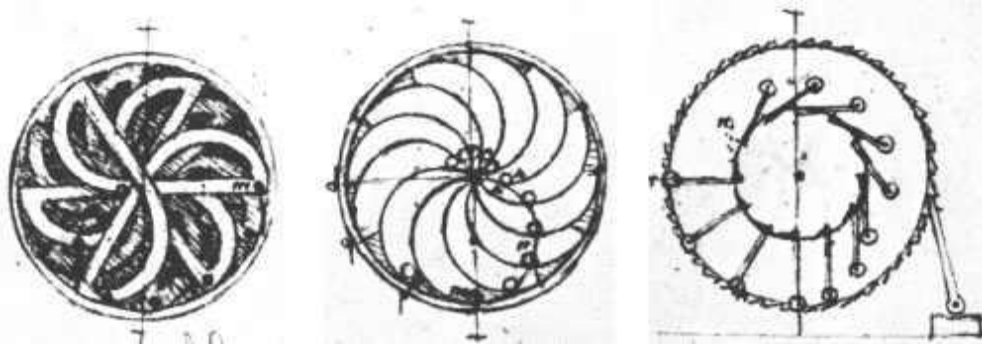
El juego de lotería tan popular en México se ha adaptado aquí para que conozcas la flora local del Estado de Morelos.

Los autómatas del Jardín.

Hace 2000 años Herón de Alejandría inventó una bola metálica que giraba por medio de vapor, un molino de viento que hacía funcionar un órgano para tocar música, un sistema hidráulico para abrir las puertas de un templo y varios autómatas como aves que gorjeaban, estatuas que servían vino y un teatro de marionetas. Durante mucho tiempo los inventos de Herón fueron considerados sólo como juguetes, pero detrás de cada mecanismo se encontraban ocultas algunas ideas que revolucionarían la ciencia e incluso la tecnología siglos más tarde.

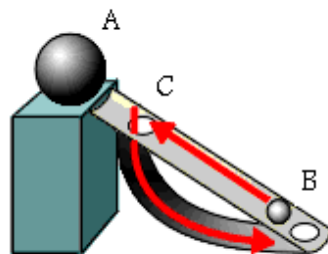
Al igual que los inventos de Herón, los juguetes tradicionales mexicanos en muchos casos utilizan mecanismos que implican conocimiento científico. Este conocimiento, aunque no haya sido escrito, ha pasado de generación en generación y representa parte de nuestra herencia cultural que da muestra del ingenio de nuestro pueblo. En el jardín podrás encontrar algunos autómatas inspirados en nuestros juguetes.

Máquinas de movimiento perpetuo: ingeniosas máquinas que no funcionan

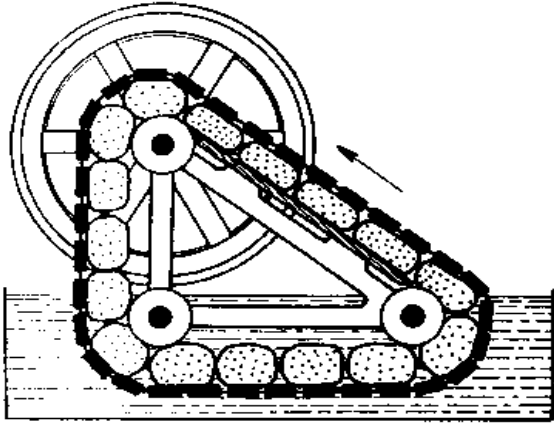


Leonardo da Vinci (1452-1519) fue quizás uno de los más celebres buscadores del movimiento perpetuo. Después de diseñar y estudiar muchas de estas máquinas Leonardo escribió:

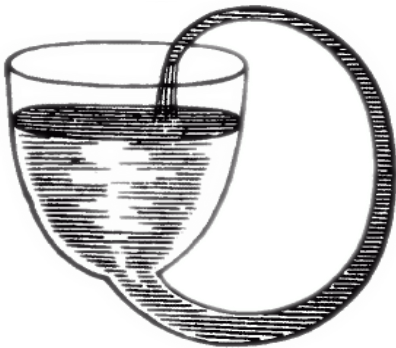
“¡Oh, especuladores del movimiento perpetuo! ¿Cuántas quimeras habéis inventado?”. En este dibujo se muestran algunos bosquejos de máquinas de movimiento perpetuo hechos por Leonardo.



En 1572 Jean Taisner describió esta máquina de Movimiento Perpetuo que debía moverse con magnetismo: Un imán A, atraería a una pequeña bola de hierro B haciendo que esta subiera por la rampa. Justo antes de llegar al imán, la bola de hierro caería por el agujero C y volvería a su posición inicial donde el ciclo volvería a comenzar. Lo malo de esta idea es que un imán con una fuerza suficiente para atraer a la bola desde esa distancia, también sería lo suficientemente potente como para no dejarla caer por el agujero C.



William Congreve (1772- 1828) inventó esta máquina hecha con esponjas. El principio del funcionamiento es simple: las esponjas en el lado izquierdo se llenan de agua y se hacen más pesadas. De esta manera, surge una fuerza hacia abajo que hace que la cadena se mueva en sentido contrario a las manecillas del reloj. Las esponjas que salen del agua en el lado derecho, son presionadas por el peso de la cadena, exprimiéndolas y haciendo que pesen menos. La máquina no funciona porque para que la cadena logre exprimir a las esponjas, ésta debe ser muy pesada, tanto como para compensar el peso de las esponjas empapadas de agua.



Vaso de auto-llenado diseñado por Robert Boyle (1627- 1691). El vaso no puede funcionar ya que el nivel del agua en el tubo en realidad no puede sobrepasar el nivel del agua en la copa.

Anexo C. Talleres

Taller de Teoría de Gráficas

Desarrollo

En esta actividad se les presentará a los visitantes varias gráficas impresas en tapetes de plástico. Se les explicará qué es una gráfica y se les pedirá a algunos voluntarios que caminen sobre ella de tal forma que recorran todas las aristas sin pasar más de una vez por cada una. A los demás visitantes se les entregará una hoja con las gráficas impresas para que hagan el recorrido sobre el papel.

Después se les pedirá que observen bien cada gráfica y que traten de decir qué características debe tener una gráfica para que pueda ser recorrida de esa forma. Cada propuesta será evaluada seleccionando las gráficas que posean las características indicadas por el visitante y se comprobará en cada caso si ésta es la condición indicada para que sea posible un paseo euleriano.

Material

Diversas graficas impresas en plástico o lona ahulada de 2X2 metros, las mismas gráficas impresas en papel, lápices, cintas de colores de 1.5 metros de largo, una bolsa o mochila de cartero con 12 sobres o cartas dentro (de preferencia las cartas deberán estar hechas de plástico grueso para evitar que vuelen con el viento y de colores vivos).

Guión para el tallerista o guía

Buenos días, en este taller vamos a hablarles un poco acerca de una rama de las matemáticas que se llama “Teoría de graficas”

Una gráfica es un conjunto de puntos llamados vértices unidos por líneas llamadas aristas.

Una gráfica puede representar muchas cosas y situaciones del mundo real, por ejemplo, los puntos o vértices pueden representar personas y las aristas o líneas que los unen, pueden representar la amistad entre dos personas o bien sus relaciones de trabajo etc. Otro ejemplo, sería que los vértices representen aeropuertos y que las aristas representen los vuelos que hay entre dos ciudades donde estos se encuentran.

Ahora vamos a jugar a representar, a través de gráficas, algunas situaciones: Para ello necesitamos 5 voluntarios. Aquí tenemos algunos listones; si dos de ustedes son amigos, deberán sostener entre ustedes, un listón para representar su amistad. Por supuesto, aquel que sea muy “amiguero” tendrá que sostener varios listones que lo una con todos sus amigos y aquel que desafortunadamente no le tocó estar con su grupo de amigos, no tendrá ningún listón.

¿Cómo sería la gráfica donde las cinco personas o vértices son amigos de todos? ¿Cuántos listones tendría que sostener una persona en este caso? A este tipo de graficas se les llama “graficas completas”

Ahora vamos a representar otra gráfica: Aquí tenemos un mapa de los puentes de Köningsberg (mostrar figura 1).

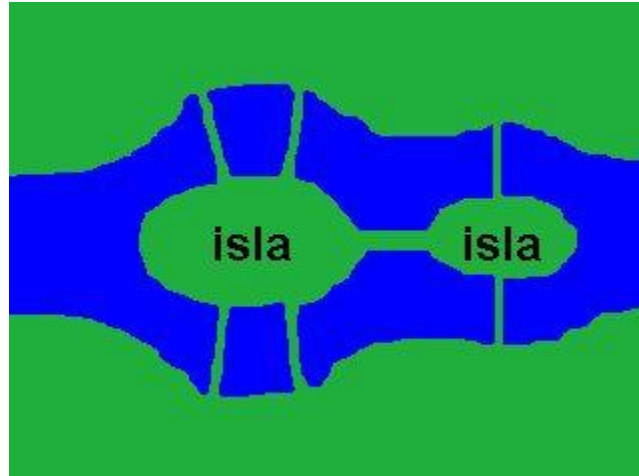


Figura 1

Vamos a representar por medio de vértices las orillas del río Pregel y las dos islas que se encuentran en él. Los puentes los representaremos por aristas utilizando nuevamente nuestros listones. Entonces ¿cuántos voluntarios necesitamos ahora? Es decir ¿Cuántos vértices necesitamos? Bien, necesitamos cuatro voluntarios, dos de ustedes serán las orillas y los otros dos serán las islas. ¿Pueden tomar ahora algunos listones para representar los 7 puentes? Fíjense bien cuántos puentes llegan a cada uno de ustedes.

Lo que hemos formado, es la gráfica de los puentes de Köningsberg. Como podrán ver, ésta gráfica es igual a la que tenemos aquí (mostrar la figura 2)

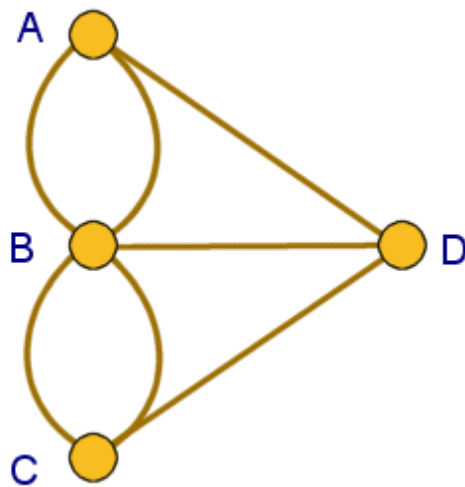


Figura 2

Ahora vamos a jugar a otra cosa: Supongamos que un cartero debe entregar diariamente las cartas de una zona de su ciudad. Así, sale de la oficina de correos llevando las cartas y tiene que repartirlas en cada calle para después regresar a su oficina. Como la bolsa de cartas es muy pesada y tiene que recorrer a pie la ciudad, el cartero quiere elegir una ruta de tal forma en que camine lo menos posible. ¿Cómo debe ser este camino? ¿Alguien tiene alguna idea? (*Escuchar y discutir las respuestas del público*)

La respuesta es que el camino de ida y vuelta a su oficina, recorriendo todas las calles que le tocan, debe ser aquel en que sólo recorra una sola vez cada calle: Si recorre más de una vez una calle, habrá perdido el tiempo caminando por una calle en la que ya entregó las cartas. Esta clase de recorrido se llama “Paseos Eulerianos” y si recordamos, se trata del mismo problema de los puentes de Königsberg. Debemos hallar un recorrido de tal forma que recorramos todas las aristas una sola vez pero regresando al punto de donde partimos.

Aquí tenemos la gráfica que representa la zona en donde el cartero tiene que repartir las cartas (mostrar figura 3), cada arista representa una calle y los vértices son simplemente los cruces entre las calles. La oficina de correos se encuentra en alguno de estos cruces.

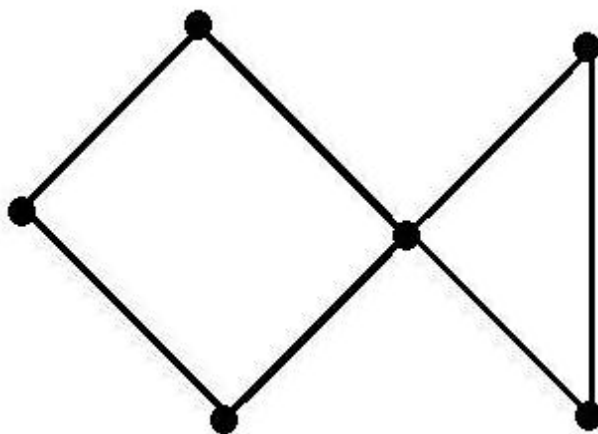


Figura 3

Necesitamos un voluntario que sea el cartero ¿Quién quiere ser el cartero? Primero, deberás elegir en qué vértice está la oficina de correos y después deberás caminar, de tal forma que sólo pases una sola vez por cada calle. Cuando pases por una arista deja sobre ella una carta para recordar que ya has entregado el correo. Aquí está la bolsa con las cartas.

Como es difícil visualizar un recorrido caminando sobre una gráfica, a todos los demás les repartiremos una hoja con varias gráficas para que desde su lugar tracen sobre ella el recorrido del cartero y puedan ayudarlo dándole sugerencias.

La gráfica primer grafica que ustedes tienen en papel corresponde a la gráfica que nuestro amigo recorrerá ahora.

En este caso hemos podido encontrar un paseo euleriano en la gráfica. Ahora pensemos lo siguiente, y si hubiéramos elegido cualquier otro vértice como la oficina de correos, es decir, otro punto de partida y de llegada ¿cambiaría la solución? ¿Encontrar un paseo euleriano depende del punto que elijamos para comenzar? (Escuchar repuestas y discutir)

La respuesta es que una vez que hemos encontrado un paseo euleriano, podemos comenzar este paseo desde cualquier punto, es decir no importa el punto de partida, pues en un ciclo, esto no importa.

Bien, ahora vamos a hacer lo mismo pero con ésta nueva gráfica (mostrar figura 4)

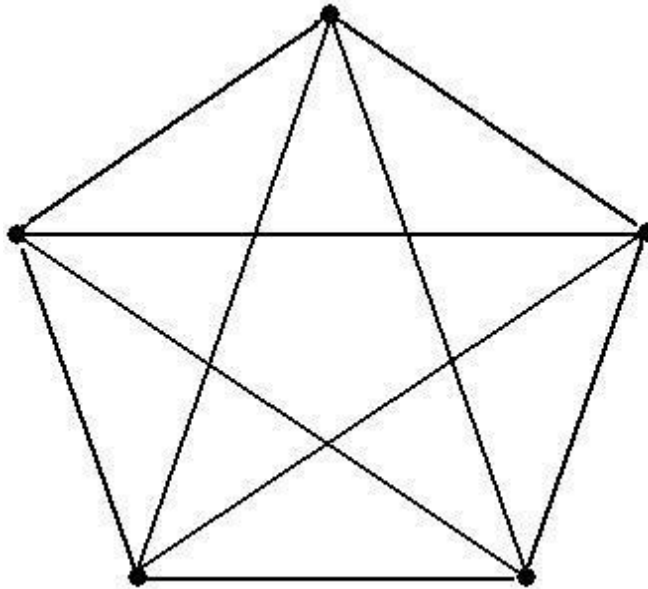


Figura 4

Necesitamos otro voluntario. Los demás pueden intentar resolver el problema y ayudar al cartero trazando un recorrido sobre la gráfica que tienen en papel.

Muy bien, también en éste caso, hemos podido encontrar una solución!

Ahora bien, el jefe del cartero que es un tipo malhumorado y esta envidioso de lo bien que hace su trabajo nuestro cartero, así que decide complicarle la vida cambiándolo a otra zona de la ciudad, donde está seguro que el cartero no podrá encontrar un paseo euleriano y por tanto dejara de ser el mejor cartero de la ciudad. Nuestro cartero, que no se da por vencido, va a intentar encontrar un paseo euleriano en esta nueva zona de la ciudad. La gráfica de esta zona es la siguiente (mostrar figura 5)

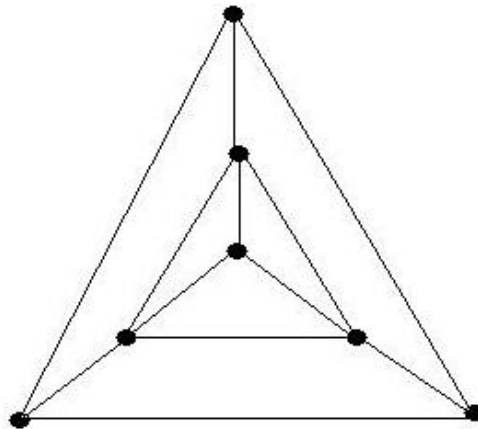


Figura 5

¿Quién quiere intentarlo? (dejar intentar a varias personas. Invitar a trazar en un pizarrón las sugerencias para que todos puedan participar de la discusión)

En éste caso, no hemos podido encontrar un paseo euleriano.

El cartero, siendo un hombre optimista y que no se deja vencer, no quiere resignarse a seguir trabajando en una zona que le quita mucho tiempo. Mejor, piensa él, sería bueno demostrarle a su jefe que las zonas en las que está dividida la ciudad, están mal planeadas, pues al no permitir paseos eulerianos, hacen que los carteros trabajen más de la cuenta. Para demostrarle a su jefe éste hecho, el cartero debe saber si cierta zona permite o no un paseo euleriano, así, desea encontrar qué condiciones debe cumplir una gráfica para que permita un paseo euleriano. Si encuentra estas condiciones, tan sólo con echarle un ojo a la gráfica, podrá decir si la zona fue bien planeada o no, y sin tener la necesidad de recorrerla!

Para ayudar al cartero, primero vamos a observar las 2 graficas que hemos recorrido primero y que sabemos, permiten un paseo euleriano. ¿Qué tienen en común estas dos graficas? Primero contemos el número de vértices y veamos si son iguales. La primera tiene 6 vértices y la segunda tiene 5. Esto no parece ser algo que nos dé una pista. Ahora contemos el número de aristas de las dos graficas y comparemos estos dos números: La primera tiene 7 aristas y la segunda tiene 10. Esto tampoco parece ser algo que tienen en común. ¿Se les ocurre alguna otra característica que podamos considerar? (Escuchar sugerencias)

Pensemos en una cosa: Habíamos dicho que, en una gráfica que permite un paseo euleriano, no importa por cual vértice comencemos, por tanto, todos los vértices tienen que poder ser el punto inicial para recorrer la gráfica en un ciclo. ¿Cómo debe ser entonces un vértice para que podamos salir de él y luego regresar? Vamos a dibujar en el pizarrón algunos de los vértices de nuestras tres graficas y observemos (mostrar la figura 6)

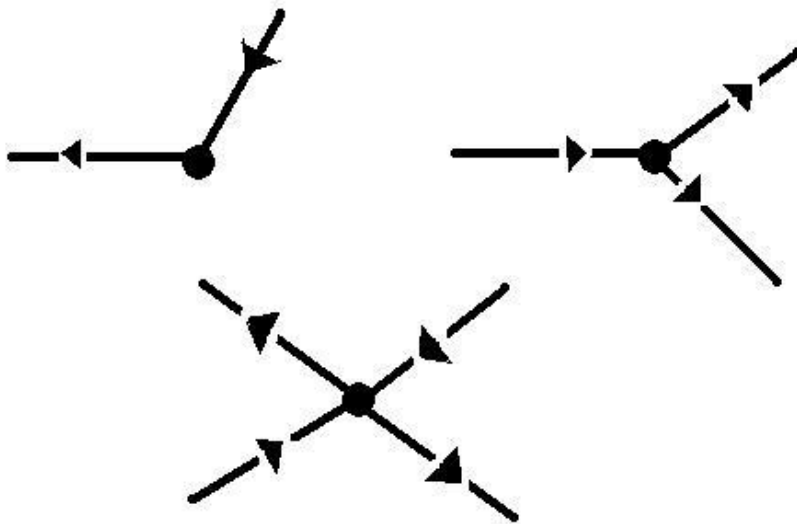


Figura 6

Para que podamos ir y regresar a un mismo vértice, necesitamos que éste al menos tenga una “entrada y una salida”. Si el vértice tiene tres aristas, por una podremos salir, por otra regresar y por la última volveremos de nuevo a salir pero ya no regresamos, porque las aristas se han terminado! Entonces, ¿Cómo debe ser el número de aristas que llegan a cada vértice? ¡Debe ser un número par! .Por cierto, al número de aristas que llegan a un vértice se le llama el “grado del vértice”. Veamos si la gráfica 5 en la que no pudimos encontrar un paseo euleriano contiene vértice de grado impar.

Así es, esta gráfica tiene 3 vértices de grado 3 (impar) y uno de grado 5 (también impar)

Gracias a ustedes el cartero podrá explicar a su jefe que si quiere que los carteros trabajen eficientemente, cada zona de la ciudad deberá ser tal que su gráfica no contenga vértices de número impar. Quizás con esto, nuestro cartero consiga un ascenso planeando estas rutas! Pero ese es otro problema en el que tendrá que pensar.

La teoría de gráficas estudia esta clase de problemas y muchos otros más que tienen importantes aplicaciones en la vida diaria. Ustedes pueden inventar algunos otros problemas, si cambian las condiciones del juego: por ejemplo, ¿podremos encontrar un ciclo poniendo como condición ahora que sólo pasemos una vez por cada vértice? Inténtenlo y diviértanse. Gracias por su atención.

Mini-curso “Cocinando con energía solar”

Público: Jóvenes a partir de 15 años

Objetivo: Explicar los distintos tipos de estufas solares que existen así como su funcionamiento. Explicar a los jóvenes cómo en muchas comunidades rurales de nuestro país, el uso de estufas de leña es la causa de muchas enfermedades respiratorias principalmente en niños y mujeres además de que la utilización de la leña como combustible promueve la deforestación. Alentar a los jóvenes para investigar y crear nuevos diseños de estufas solares de bajo costo para que ellos mismos experimenten su capacidad de crear tecnología y se sientan capaces de incidir en la resolución de un problema que puede servir a su comunidad. Además, que promuevan el uso de esta tecnología en aquellas comunidades donde hace falta, convirtiéndose así en un medio para difundir el conocimiento y ayudar a mejorar la calidad de vida de la comunidad.

Duración: 6 horas

Desarrollo:

Primer día (2 horas): En este día, se hablará en el taller acerca de la utilización de la energía solar para cocinar y del impacto que puede tener esta tecnología en todas las comunidades, principalmente, las marginadas. Muchas comunidades carecen de estufas de gas para cocinar y por tanto tienen que recurrir a la utilización de leña ya que, en muchos casos, éste es el único combustible que encuentran disponible. La utilización de leña produce serias enfermedades respiratorias principalmente en mujeres y niños además de que causa problemas de deforestación.

Se mostrará a los participantes algunos tipos de cocinas solares que hasta ahora se han diseñado: hornos solares con reflectores, concentradores solares, o bien estufas que utilizan lentes de Fresnel. En las siguientes figuras se muestran los modelos de estufas solares propuestos:



Estufa solar parabólica



Cocina solar "mínima"



Parrilla solar con lente de Fresnel

Se hablará de las características de cada una, así como de sus ventajas y desventajas no sólo desde el punto de vista de la eficiencia. Para que las cocinas sean realmente útiles deben poder adaptarse a las formas en que cocina la gente, es decir, si las personas podrán o no mover los alimentos mientras cocinan o bien los alimentos una vez puestos a cocinar, deberán de esperar a que estén completamente cocidos antes de abrir por ejemplo un horno. Particularmente ¿pueden cocinarse tortillas en ellas?

Al terminar esta jornada se proporcionarán algunos planos de construcción de estufas para que los visitantes escojan que estufa quieren fabricar, pero también se alentará a que hagan sus propios diseños o modificaciones y experimenten con materiales (de preferencia reciclados) distintos a los propuestos (por ejemplo, en lugar de utilizar papel aluminio podrían utilizar bolsas de frituras aluminizadas).

Segundo día (2 horas): En esta jornada cada participante habrá de traer los materiales que colectó para la fabricación de su estufa y se pondrá manos a la obra en la construcción bajo la asesoría del guía que ayudará en esta labor, hasta que todas las estufas quedan terminadas.

Tercer día (2 horas): En la tercera jornada, los participantes probarán sus estufas cocinando alguna receta sencilla. Se tomará el tiempo que toma cocinar cada estufa y se evaluará su eficiencia. Al finalizar este taller, los participantes podrán compartir no sólo los alimentos sino también sus experiencias en la fabricación de las estufas, algunas recetas, y se harán las siguientes preguntas:

¿Conoces alguna comunidad donde se empleen estufas de leña?
¿Qué podemos hacer para llevar las estufas solares a estas comunidades?
¿Cómo podemos organizarnos para hacer esto?
¿Conoces alguna ONG o institución que haga esta labor y en donde podemos participar?
¿Cuáles crees que sean los problemas a los que nos enfrentaríamos para hacer esta labor?
¿Cuáles crees que sean los factores que sean importantes de tener en cuenta para que las personas puedan realmente beneficiarse con las estufas solares?

Recursos necesarios: En las siguientes ligas se encuentran los planos de tres distintas estufas solares así como su fabricación paso a paso. Es conveniente fabricar estos tres modelos para tenerlos como muestra en el taller.

Cocina solar parabólica plegable:

http://images1.wikia.nocookie.net/solarcooking/es/images/6/6c/Collapsible_parabolic_cooker_%28cocina_parab%C3%B3lica_plegable%29.pdf

Cocina solar “mínima”

http://es.solarcooking.wikia.com/wiki/Cocina_Solar_%22M%C3%ADnima%22

Cocina solar con lente de Fresnel

<http://www.youtube.com/watch?v=ncswYiG93To>

<http://www.solarcooker-at-cantinawest.com/fresnel-lens-solar-grill.html>

En esta liga se encuentran algunos otros modelos interesantes:

<http://eduhosting.org/classes/windgens/solcooka.html>

Nota: Sería bueno que el jardín contara con sus propias estufas solares para que los más pequeños puedan participar cocinando alimentos sencillos como papas u otros vegetales.

Taller largo “El misterio de la corona”

Público: A partir de 10 años

Duración: 1 hora

Objetivo: En éste taller se pretende que los visitantes puedan desarrollar y entender el concepto de densidad a través de preguntas que servirán como guía para la experimentación.

Desarrollo: El taller comenzará colocando dentro de una pecera llena de agua dos cubos del mismo peso, uno hecho con madera y otro hecho de metal. El cubo de madera flotará mientras que el de metal se hundirá. Se preguntará a los niños porqué creen que algunos objetos flotan mientras que otros, por el contrario se hunden. En una balanza se pondrán el cubo de madera y el de metal para comprobar que ambos pesan lo mismo, sin embargo un cubo es más grande que el otro, es decir uno ocupa un mayor volumen que el otro. Hecho esto, se tomara otro cubo metálico del mismo tamaño que el de madera y se comprobara que a pesar de que ambos tienen el mismo volumen, el metálico no es capaz de flotar. Se explicara entonces que la densidad depende tanto de la masa como del volumen de los objetos. Para demostrar que dos trozos de distintos tamaños pero de un mismo material poseen la misma densidad, se tomara el cubo de madera pequeño y otro más grande y se pondrán a flotar.

Se contará a los niños la historia de cómo fue que Arquímedes descubrió que la corona del Rey Hierón no estaba hecha de oro puro y se repetirá el experimento que hizo Arquímedes para descubrirlo.

La historia es la siguiente:

El Rey Hierón, para agradecer a los Dioses el haber podido conquistado Siracusa, resolvió colocar en cierto templo, una corona de oro. Para ello, contrató el trabajo de un orfebre y le entregó una cierta cantidad de oro. Éste, en la fecha acordada, entregó una corona exquisitamente terminada y se vio que el peso de la corona correspondía exactamente a la cantidad de oro que Hierón le había entregado. Pero más adelante se formuló la acusación de que el orfebre, había sustraído oro y en su lugar había añadido un peso equivalente de plata en la manufactura de la corona. Hierón, ofendido por haber sido engañado y no sabiendo como probar el robo, llamó a Arquímedes para estudiar el asunto. Arquímedes pensando siempre sobre el asunto, fue un día al baño y al meterse en la bañera observó que cuanto más se sumergía su cuerpo, más agua rebosaba de la bañera. Como esto indicaba la manera de resolver el caso, sin demorarse un momento y transportado de alegría, saltó fuera de la bañera y corrió por la casa desnudo, gritando a grandes voces que había encontrado lo que estaba buscando. Mientras corría, gritaba repetidamente en griego: ¡eureka! ¡eureka!, que quiere decir, lo encontré.

A continuación, se presentara a los niños el experimento que Arquímedes hizo:

Por un lado de una balanza se colocara una corona y por el otro se irán agregando piedritas de “oro” hasta que los pesos de equilibren. Así, la masa de la corona es igual a la del oro.

A continuación se les harán las siguientes preguntas a los niños:

1. ¿Ambos cuerpos tienen el mismo volumen?
2. ¿Ambos cuerpos están hechos del mismo material?
3. ¿Ambos tienen la misma cantidad de oro?
4. ¿Ambos tienen la misma cantidad de masa?

La respuesta correcta es que ambas tienen la misma cantidad de masa, pues por medio de una balanza, no podemos medir ni el volumen ni saber de qué están hechos los objetos.

Después se meterá en un recipiente graduado lleno parcialmente de agua la corona y se medirá cuánto sube el nivel del agua al hacer esto.

¿Qué ocurre?

1. ¿El agua sube debido al peso de la corona?
2. ¿El volumen de la corona desplaza un volumen equivalente de agua?
3. ¿La masa de la corona desplaza una masa equivalente de agua?
4. ¿La subida del nivel del líquido depende de la composición de la corona?

La respuesta correcta es que el volumen de la corona desplaza un volumen equivalente de agua.

Con la misma cantidad de agua se colocaran las piedritas y se comprobaba que el agua sube menos que cuando se introdujo la corona.

¿Qué ocurre?

1. ¿Son iguales el volumen de la corona y las piedritas?
2. ¿Son distintos los volúmenes?

La respuesta correcta es que los volúmenes son distintos.

De las observaciones anteriores ¿qué podemos concluir?

1. La corona es de oro
2. La corona puede ser de oro puro pues tiene la misma masa que el contrapeso de oro
3. La corona no puede ser de oro puro pues no tiene igual volumen que el contrapeso de oro
4. La corona no puede ser de oro puro pues no tiene igual masa que el contrapeso de oro

La corona no puede ser de oro puro pues no tiene igual volumen que el contrapeso de oro.

¿Cómo es la densidad de la corona y de las piedritas de oro?

1. Iguales
2. Distintas

Distintas

Por último se entregaran a los niños 6 cubos hechos de tres distintos materiales que pueden ser madera, plástico y metal. Habrá un cubo pequeño y otro más grande de cada material, cada uno con su peso marcado. Se les pedirá a los niños que ordenen los cubos colocándolos de mayor a menor densidad en una hilera. Si piensan que hay dos cubos con igual densidad, deberán colocarlos un encima del otro.

Recursos necesarios

Una pecera, una balanza, cubos de distintos materiales y tamaños.

Anexo D. Equipos

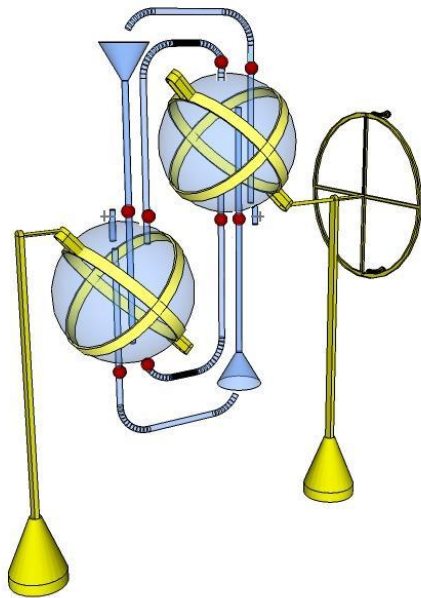
Buzos Cartesianos



Prensa hidráulica



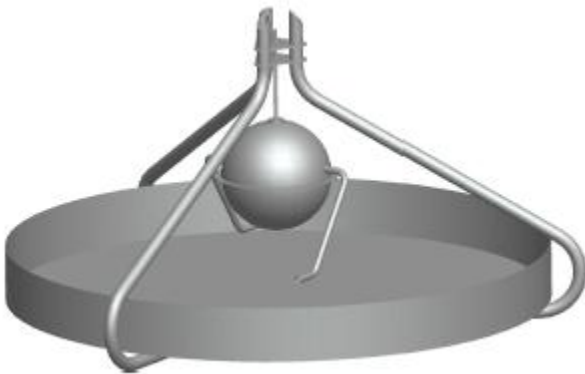
La fuente de Herón



Máquina de movimiento perpetuo



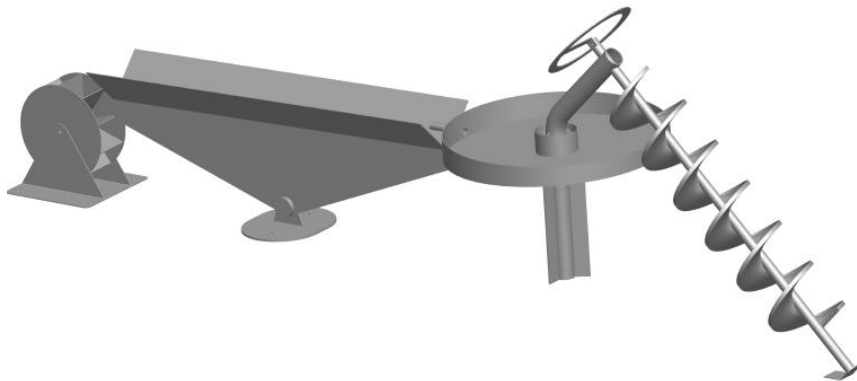
Eolípila



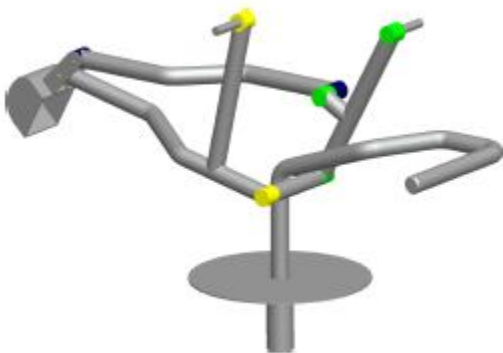
Péndulos



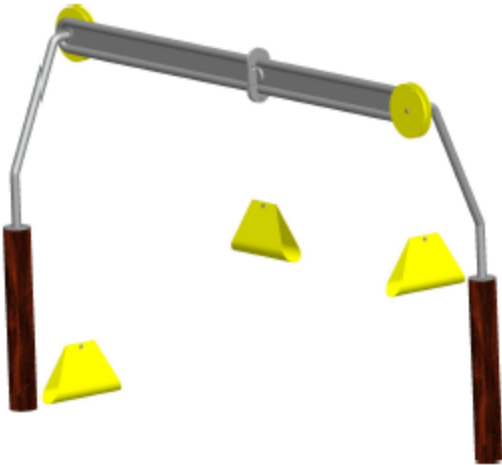
Juegos de Agua



Excavadora



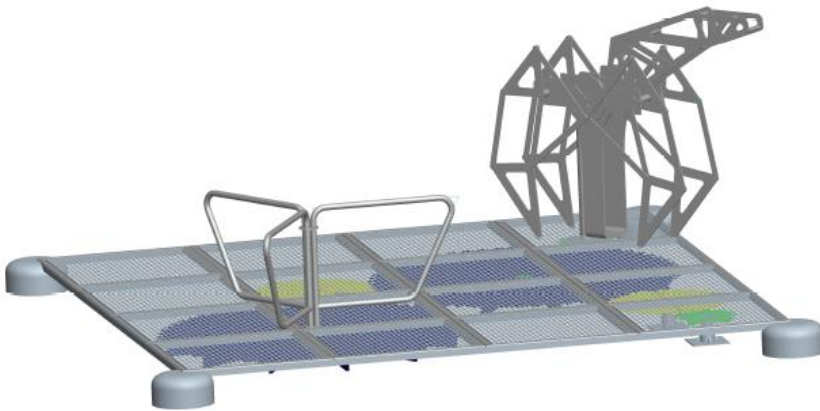
Torre con poleas



Subibaja



Engranes



Molino de viento

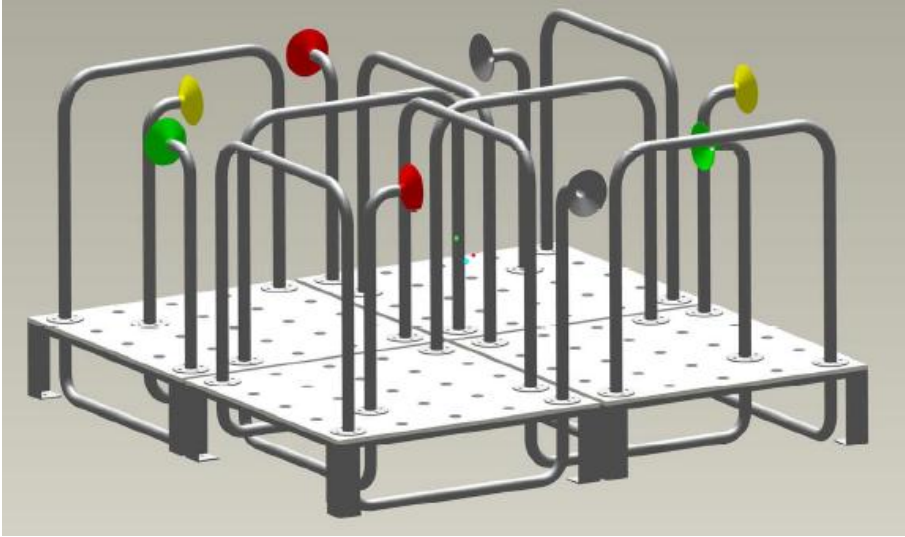


Flor Solar

Sunwash



Teléfonos



Efecto termo-acústico

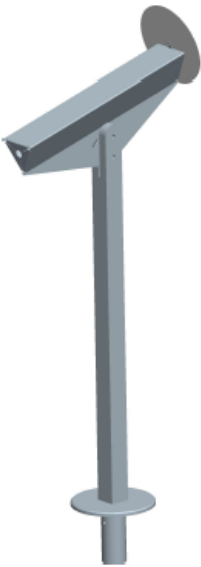
Ilusión de Ouchi



Thaumatrope



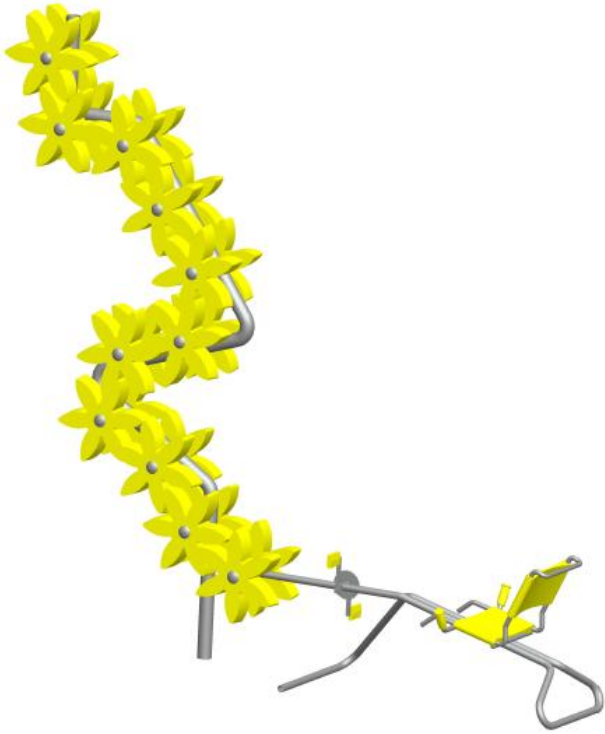
Caleidoscopio



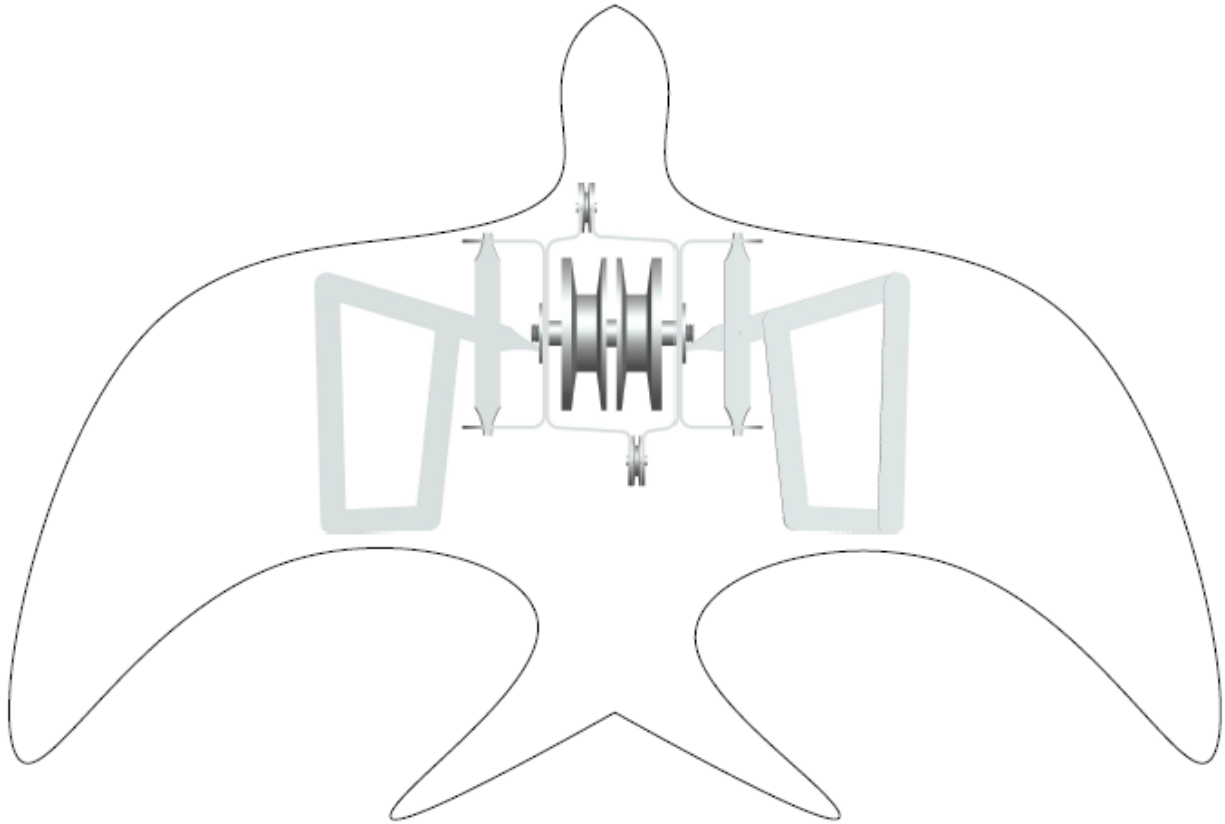
Laberinto

Puentes de Königsberg

Flores que se mueven con engranes



La paloma



Binoculares

Lotería



Bibliografía

AAAS. (2012). "AAAS Science and Human Rights Coalition"

http://srhrl.aaas.org/coalition/documents/2012_Foundational_Revised.pdf

AAAS. (2012). "Flattening the World: Building a Global Knowledge Society Program".

<http://www.aaas.org/meetings/2012/program/theme/>

Adam, David. (2006). "Royal Society tells Exxon: stop funding climate change denial". *The Guardian*, Wednesday 20 September.

<http://www.theguardian.com/environment/2006/sep/20/oilandpetrol.business>

Adas, Michael. (1990). *Machines as the Measure of Men: Science, Technology, and Ideologies of Western Dominance*. New York: Cornell University Press, pp. 154

Adorno, W. Theodor. (2007) *Dialéctica de la Ilustración*. Madrid: Akal, pp. 20

Agamben Giorgio. (1998) *Homo Sacer: Sovereign Power and Bare Life*. D. Heller-Roazen (trad.). Stanford: Stanford University Press, pp.65

Aikenhead, Glen. (1996). "Science education: Border crossing into the subculture of science". *Studies in Science Education*, Vol. 27, issue 1, pp. 1-52

Aikenhead, Glen S. and Olugbemiro J. Jegede. (1999). "Cross Cultural Science Education: A Cognitive Explanation of a Cultural Phenomenon." *Journal of Research in Science Teaching*, Vol. 36 no. 3, pp. 269-287.

Alt, Michael. B. y Shaw K. M. (1984) "Characteristics of ideal museum exhibits" *British Journal of Psychology*, Vol.75, no.1, pp. 25-36

Arendt, Hannah. (1965). *On Revolution*. London: Penguin Books, pp. 130

Arendt, Hannah. (1981). *Los Orígenes del Totalitarismo*. Madrid: Alianza, pp. 12

Ashley, Leah, and Kirsten Mackay. (2003). "Access To and Privatisation of Education." in *Highly Affected, Rarely Considered: The International Youth Parliament Commissions Report on the Impacts of Globalisation on Young People*, edited by James Arvanitakis, 33-43. Australia: Oxfam Community Aid Abroad.

Bacon, Francis, (2006), *Nueva Atlántida*. Madrid: Ediciones Akal / Básica de bolsillo.

Baez Christian y Manson, Peter (2005). *Zoológicos Humanos. Fotografías de fueguinos y mapuche en el Jardín D'acclimatation de Paris, siglo XIX*. Biblioteca Bicentenario. Santiago de Chile: Editorial Pehuen.

Ballart Hernández, J. y Tresserras, Jordi J. i .(2001). *Gestión del Patrimonio Cultural*. Barcelona: Editorial Ariel.

Barber, Benjamin (2004). *Democracia Fuerte: Política Participativa para una Nueva Época*. Córdoba: Almuzara

Barrera Osorio Antonio. (2009). "Experiencia y Empirismo en el Siglo XVI: Reportes y Cosas del Nuevo Mundo". *Memoria y Sociedad*, Vol. 13, no. 27, pp. 13-25. Julio-Diciembre.

Bauer, Martin W. (2008). "Paradigm Change in Science Communication: Commercial Science needs a Critical Public" en Cheng, D. et al. (eds.), *Communicating Science in Social Contexts: New Models, New Practices*. Springer, pp. 13

Beck, Ulrich. (2010). *La Sociedad del Riesgo. Hacia una Nueva Modernidad*. Barcelona: Paidós.

Benedict, Anderson. (2005). *Comunidades Imaginadas. Reflexiones sobre el origen y la difusión del nacionalismo*. México: Fondo de Cultura Económica.

Berlin, Isaiah. (1988). *Cuatro Ensayos sobre la Libertad*. Madrid: Alianza, pp. 191

Berman, E. H. (1971). "American influence on African education: the role of the Phelps-Stokes Fund's Education Commissions". *Comparative Education Review*, Vol. 15, no. 2, pp. 132-145.

Bertomeu Sánchez J. R, García Belmar Antonio. (2002). *Abriendo las cajas negras: colección de instrumentos científicos de la Universitat de València*. Valencia: Universitat de València, pp. 85

Bijker, W. E. (2003) citado por Wachelder, J. en "Democratizing Science: Various Routes and Visions of Dutch Science Shops" *Science, Technology and Human Values*, Sage Publications, Vol.28, No. 2, pp. 244-273

Biswas, Shampa., & Nair, Sheila. (Eds.). (2009). *International relations and states of exception: margins, peripheries, and excluded bodies*. Routledge, pp. 6

Boahen, A. Adu (Ed.). (1985). *Africa under colonial domination 1880-1935*. Unesco, Vol. 7, pp. 346

Boas, Franz. (1940). *Race, Language and Culture*. New York: Macmillan pp. 631-632

Bobbio, Norberto. (2008). *Liberalismo y Democracia*. México: Fondo de Cultura Económica.

Boltvinik, Julio (2009). "Las fuerzas esenciales humanas (necesidades y capacidades): Elemento constitutivo del progreso social" en Rojas, Mario (coordinador) *Midiendo el Progreso de las Sociedades Reflexiones desde México*. México: Foro Consultivo Científico y Tecnológico, pp. 93-95

Bonfil, Guillermo. (1988). "La teoría del control cultural en el estudio de procesos étnicos" In *Anuario Antropológico* 86:13-53. Universidade de Brasilia: Tempo Brasileiro.

Bonfil, Guillermo. (1995). *Obras escogidas. Tomo 2*. México: Instituto Nacional Indigenista, Instituto Nacional de Antropología e Historia.

Bonfil, Guillermo. (2005), *México Profundo. Una civilización negada*. México: Editorial De Bolsillo. 2005.

Bonney, Rick et al. (2009) "Public Participation in Scientific Research: Defining the Field and Assessing its Potential for Informal Science Education". A CAISE Inquiry Group Report. Washington D.C. Center for Advancement of Informal Science Education (CAISE) July

Borun, Minda, Massey, Christine y Thu Lutter. (1993). "Naive Knowledge and the design of Science Museum Exhibits". *Curator: The Museum Journal*, vol. 36, no 3, pp. 201-219.

Bourdieu, Pierre y Darbel, Alain. (2003). *El amor al arte. Los museos europeos y su público*. Barcelona : Editorial Paidós, pp. 172

Boykoff, Maxwell T. and Boykoff Jules M. (2004) "Balance as Bias: Global warming and the US prestige press". *Global Environmental Change*, Vol. 14, no. 2, pp. 125-136

Brewer, Pat (2004) en la introducción de Engels, Friedrich. *The Origin of the Family, Private Property and the State*. Australia: Resistance Books, pp. 13

Brígido, Ana María. (2006). *Sociología de la Educación*. Córdoba: Editorial Brujas, pp. 14

Brock-Unte, Birgit. (2008). "The Effects of the Neo-Liberal Agenda on the Education in some African Countries." In *Power, Voice and the Public Good: Schooling and Education in Global Societies*, edited by Rodney Kofi Hopson, Carol Camp Yeakey, and Francis Musa Boakari, 91-116. Massachusetts: Emerald Group Publishing.

Brown, Mark B. (2009). *Science in Democracy: Expertise, Institutions, and Representation*. Massachusetts: MIT Press.

Caldeira, Teresa . (1996). "Building up Walls: The New Pattern of Spatial Segregation in São Paulo". *Internacional Social Science Journal* . Vol. 48, no. 147, pp. 55- 66

Calvino, Italo. (2002). "Las aventuras de tres relojeros y de tres autómatas" en *Colección de Arena*. Madrid: Siruela, pp. 129

Carlson, John. B. (1981). "Olmec concave iron-ore mirrors: The aesthetics of a lithic technology and the Lord of the Mirror" in *The Olmec and Their Neighbors*. Washington, D.C., Dumbarton Oaks, , pp. 117-148.

Castillo Berthier H. (2003). "Espacios culturales alternos para los jóvenes de la Ciudad de México" en Ramírez Kuri, P. (Coord.) *Espacio público y reconstrucción de la ciudadanía*. México: Editorial Miguel Ángel Porrúa, pp.217

Chermayeff, Jane C., Blandford R.J., Losos C.M. (2002) "Working at play: Informal Science education on Museum Playgrounds" *Curator, The Museum Journal*, vol. 44, no. 1, pp. 47-60.

Cleaton-Jones, Peter E. (1997). "Availability of antiretroviral therapy after clinical trials with HIV infected patients are ended." *British Medical Journal (BMJ)* Vol.314. no.7084, pp.887-888

Cole, Douglas (1995). *Captured heritage: the scramble for Northwest Coast artifacts*. Vancouver, B.C: UBC Press, pp. 113

Congleton, Roger D. (2010). *Perfecting Parliament: Constitutional Reform, Liberalism, and the Rise of Western Democracy*. Cambridge, Mass: Cambridge University Press, pp. 248

Corburn, Jason (2003) "Bringing Local Knowledge into Environmental Decision Making: Improving Urban Planning for Communities at Risk". *Journal of Planning Education and Research*, Vol. 22, pp. 420-433

Cox, Paul Alan. (2000). "Will Tribal Knowledge Survive the Millennium?" *Science*, Vol. 287, Issue 5450, pp. 44-45.

Davis, Mike. (2002). *Late Victorian holocausts: El Niño famines and the making of the third world*. London: Verso, pp. 9. De Carli, Georgina. (2004). "Vigencia de la Nueva Museología en América Latina: Conceptos y Metodología". *Revista ABRA*, Facultad de Ciencia Sociales de la Universidad Nacional, Editorial EUNA, julio-diciembre.

DeFoliart Gene R. (1999) "Insects as food: why the western attitude is important". *Annual review of entomology* vol. 44, no 1, p. 21-50.

De la Peña, Guillermo, et al. (1976). "Los Museos Escolares del INAH: Un intento de innovación educativa en México". *Revista del Centro de Estudio Educativos*. Vol. VI, no. 4 pp. 115-134

De Schutter, Oliver (2010). "Food Commodities Speculation and Food Price Crises". United Nations, Briefing Note 02

Dibua, Jeremiah,I. (2006). *Modernization and the crisis of development in Africa: the Nigerian experience*. Ashgate Publishing, pp. 180

Du Plessis, Rosemary, Richard Hindmarsh and Karen Cronin. (2010). "Engaging Across Boundaries. Emerging Practices in 'Technical Democracy'." *East Asian Science, Technology and Society: An International Journal*, Vol. 4, no. 4, pp. 475-482.

Dupré, Sven. (2005). "Optic, Picture and Evidence: Leonardo's Drawings of Mirrors and Machinery". *Early Science and Medicine*, Vol. 10, no. 2, pp. 211-236.

Durant, John. (1999). "Participatory technology assessment and the democratic model of the public understanding of science". *Science and Public Policy*, Vol. 26, num. 5, October, pp. 313-319

Eisenhower, Dwight D. (1961) "Military-Industrial Complex Speech".
<http://coursesa.matrix.msu.edu/~hst306/documents/indust.html>

Eisemon, T. O., Schwille, J., Prouty, R. (1989). "Does schooling make better farmers? : Schooling and Agricultural Productivity in Burundi". Paper presented at annual meeting of BRIDGE Project, Bangkok.

Ellul Jacques. (1973). *Propaganda: The formation of Men's Attitudes*. New York: Vintage Books, pp. 127

Epps, Tracy. (2008). *International Trade and Health Protection: A Critical Assessment of the WTO's SPS Agreement*. Edward Elgar Publishing, pp.44

Epstein, Steve. (1996). *Impure Science: AIDS, Activism and the Politics of Knowledge*. Berkeley: University of California Press.

Ezrahi, Yaron. (1990). *The descent of Icarus: science and the transformation of contemporary democracy*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

Fabricant Daniel S. Farnsworth Norman R. (2001). "The Value of Plants Used in Traditional Medicine for Drug Discovery". *Environmental Health Perspectives*, Vol. 109, March, Supplement 1, pp. 69-75

Fedoroff, Nina. (2010). "Response". *Science*, Vol. 303, no. 5665, pp. 1765-1767

Fleuret, Patrick, and Anne Fleuret (1980) "Nutrition, consumption, and agricultural change." *Human Organization*, Vol. 39, no. 3, pp. 250-260.

Florescano, Enrique. (2002). *Historia de las Historias de la Nación Mexicana*, México, Taurus, pp. 205

Food and Agriculture Organization of the United Nations and World Health Organization (1992). "World declaration and plan of action for nutrition". Rome December 1992

Friedman Alan J. y Marshall, Eric D. (2002) "Outdoors Science Centers: Extending the experience outside the walls using science playgrounds" Rio de Janeiro Brasil: Implementation of Science Centers and Museums, pp. 155-158

Friend, Michael N. and Sabetai, Unguru. (2001) *Apollonius of Perga's Conica: text, context, subtext*. Leiden, The Netherlands. Brill, pp. 164.

Frison, E., Smith, I. F., Johns, T., Cherfas, J., & Eyzaguirre, P. (2005). "Using biodiversity for food, dietary diversity, better nutrition and health". *South African Journal of Clinical Nutrition*, 18(2), 112-114.

Gallup. (2009). "Awareness, Opinions About Global Warming Vary Worldwide"
<http://www.gallup.com/poll/117772/Awareness-Opinions-Global-Warming-Vary-Worldwide.aspx#2>

Giglia, Ángela. (2003). "Espacio público y espacios cerrados en la Ciudad de México" en Patricia Ramirez Kuri, (Coordinadora). *Espacio público y reconstrucción de la ciudadanía*. México: Editorial Miguel Ángel Porrúa, pp. 344

Gleeson, Brendan, and Sipe, Niel (Eds.). (2006). *Creating Child Friendly Cities: New Perspectives and Prospects*. New York: Routledge, pp. 18

Godin, Benoit, and Yves Gingras. (2000). "What is Scientific and Technological Culture and How is it Measured? A Multidimensional Model." *Public Understanding of Science*, Vol. 9, no. 1, pp. 43-58.

Goode, Pamela. M. (1989). *Edible plants of Uganda: The value of wild and cultivated plants as food*. FAO, No. 42/1, pp. iii

Goodnow, Jacqueline. (1990). "The Socialization of Cognition. What is Involved?" In *Cultural Psychology: Essays on Comparative Human Development*, edited by James W. Stigler, Richard A. Shweder, Gilbert H. Herdt, 259-286. Cambridge: Cambridge University Press.

Goven, Joanna. (2003). "Deploying the Consensus Conference in New Zealand: Democracy and De-Problematicization." *Public Understanding of Science*, Vol. 12, no. 4, pp. 423-440.

Gowdy, John M. (2008). "Evolution of Economics" en Wuketits Franz M., and Antweiler, C. (Eds.) *Handbook of Evolution: The Evolution of Human Societies and Cultures*. Wiley-Blackwell, Vol. 1, pp. 253

Greaves, Tom. (1994). *Intellectual Property Rights for Indigenous Peoples. A Source Book*. Oklahoma: Society for Applied Anthropology.

Greenhalgh, Paul. (1988). *Ephemeral vistas: the expositions universelles, great exhibitions and world's fairs, 1851-1939*, Manchester: Manchester University Press, pp.22

Gross, Paul. R., and Levitt, Norman. (1997). *Higher superstition: The academic left and its quarrels with science*. Baltimore: The JHU Press, pp.219

Habermas, Jürgen. (1994). "Three Normative Models of Democracy". *Constellations*, Vol. 1, no. 1, pp. 1-10

Habermas, Jürgen. (2005). "Tres modelos de democracia. Sobre el concepto de una política deliberativa", *Polis* (En línea), 10 | 2005, Puesto en línea el 09 noviembre 2012, consultado el 27 mayo 2013. URL : <http://polis.revues.org/7473> ; DOI : 10.4000/polis.7473

Hanauer, Stephen. B. (2009). "Outsourcing clinical trials". *Nature Reviews Gastroenterology and Hepatology*, Vol. 6, no. 4, pp. 191-191.

Harris, Marvin (2001). *The Rise of Anthropological Theory: A History of Theories of Culture*. Maryland: Altamira Press, pp. 37

Heizer, Robert F.; Gullberg, Jonas E. (1981) "Concave mirrors from the site of La Venta, Tabasco: Their occurrence, mineralogy, optical description, and function" en *The Olmec and Their Neighbors*, Dumbarton Oaks, Washington, DC, 1981, p. 109-116.

Held, David. (2006). *Models of Democracy*. Cambridge Mass: Stanford University Press, pp. 1

Hooper-Greenhill, Eilean. (1994). "A new Communication model for museums" en Hooper-Greenhill E. (Ed.) *The Educational Role of the Museums*. London and New York: Routledge, pp. 17-26

Hopwood, Nick. (1996). "Popular Knowledge: Producing a Socialist popular Science in Weimar Republic" *History Workshop Journal*. Oxford: Oxford University Press, no. 41, pp. 117-153

Howse, Robert. (2000). "Democracy, science, and free trade: Risk regulation on trial at the World Trade Organization". *Michigan Law Review*, 98(7), 2329-2357.

Huizinga, Johan. (2007). *Homo Ludens: El juego y la cultura*. Madrid: Alianza/Emecé, pp.147

Hume, David. (2004). *Investigaciones sobre el entendimiento humano*. México: Editorial Gernika, pp. 43

Hutton, Charles. (1795). *A Mathematical and Philosophical Dictionary: containing an explanation of the terms, and an account of the several subjects, comprized under the heads mathematics, astronomy, and philosophy both natural and experimental*, Volumen 1. London, Printed by J. Davis, for J. Johnson; and GG and J. Robinson, pp. 160

Huxley, George Leonard, (1959). *Anthemius of Tralles: a study of later Greek geometry*. Cambridge, Massachusetts Greek, Roman and Byzantine Studies, pp. 43

Irwin, Alan. (1995). *Citizen Science: a Study of People, Expertise and Sustainable Development*. London: Routledge.

Irwin, Alan and Brian Wynne. (1996). *Misunderstanding Science? The Public Reconstruction of Science and Technology*. Cambridge: Cambridge University Press.

Isita Tornell R. (2000) "Divulgación persuasiva de la Ciencia" en Mazón, J. T., Mora, A. M. S., Arredondo, N. C. *Antología de la divulgación de la ciencia en México*. México: UNAM, pp. 211- 222

Jasinski, James. (2001). *Sourcebook on rhetoric: key concepts in contemporary rhetorical studies*. London: Sage Publications, pp. 419

Jegede, Olugbemiro, Aikenhead, Glen. (1999). "Transcending cultural borders: Implications for science teaching". *Research in Science & Technological Education*, Vol. 17, no. 1, pp. 45-66.

Jones, Deborah. (2012). "Stark Warning Emerges from Science Summit: Humans at War with Science" Feb, 21 2012. <http://phys.org/news/2012-02-stark-emerges-science-summit.html>

- Jowett, Garth S. and O'Donnell Victoria. (1999). *Propaganda and Persuasion*. London: Sage, pp. 6
- Kahlor, Lee Ann and Patricia A. Stout. (2010). *Communicating Science*. London: Taylor & Francis.
- Kant, Immanuel. (2005). *Critica de la Razón Pura*. México, Editorial Porrúa "Sepan cuantos", pp. 27
- Keoke, E. D., & Porterfield, K. M. (2009). *Encyclopedia of American Indian contributions to the world: 15,000 years of inventions and innovations*. Infobase Publishing, pp. 218
- Kragh, Helge. (1978). "An Introduction to the Historiography of Science". Cambridge: Cambridge Univ. Press, pp. 111.
- Kreimer, Pablo. (2006). "¿Dependientes o integrados? La ciencia latinoamericana y la división internacional del trabajo." *Nómadas-Clacso* 24: 199-212.
- Kreimer, Pablo and Juan Pablo Zabala. (2006). "¿Qué conocimientos y para quién? Problemas sociales, producción y uso social de conocimientos científicos sobre la enfermedad de Chagas en Argentina." *Revista de Estudios Sociales de la Ciencia*, Vol. 12, no. 23, pp. 49-78.
- Krugly-Smolka, Eva. (1996). "Scientific Culture, Multiculturalism and the Science Classroom" *Science and Education*, Vol. 5, issue 1, pp. 21-29.
- Lander, Edgardo. (2006). "Marxismo eurocentrismo y colonialismo" en Boron, A., Amadeo, J. y González S. (compiladores), *La teoría marxista hoy: problemas y perspectivas*. Buenos Aires: CLASCO, pp. 209 - 243.
- Las Casas, Bartolomé de (1966). *Antología de la "Apologética Historia Sumaria"* en Edmundo O'Gorman *Los Indios de México y Nueva España*. México: Editorial Porrúa, pp. 189
- Las Casas, Bartolomé de. (2006). *Historia de las Indias*. Selección, edición y notas de José Miguel Martínez Torrejón. Alicante: Biblioteca Virtual Miguel de Cervantes, Libro III, Capítulo CXLV
- Las Casas, Bartolomé de. (2007). *Fray Bartolomé de Las Casas, disputa o controversia con Ginés de Sepúlveda conteniendo acerca de la licitud de las conquistas de las Indias*. Alicante: Biblioteca Virtual Miguel de Cervantes, pp. 115.
- Larroyo, Francisco. (1977) en "Análisis" de Hume, *Tratado de la naturaleza humana*. México: Editorial Porrúa, pp. 8

Laugksch, Rüdiger. (2000). "Scientific Literacy: A Conceptual Overview." *Science Education*, Vol. 84, no. 1, pp. 71–94.

Lee, Okhee. (1997). "Guest editorial: Scientific literacy for all: What is it, and how can we achieve it?" *Journal of Research in Science Teaching*, Vol. 34, no. 3, pp. 219-222.

Le Goff, Jacques. (2006). *Pensar la Historia: Modernidad, Presente y Progreso*. Barcelona: Editorial. Paidós.

Leonard-Barton, Dorothy. (1998). *Wellspring of Knowledge: Building and Sustaining the Sources of Innovation*. Harvard: Harvard Business Press.

Lerena Alesón, Carlos (1983), *Reprimir y Liberar: Crítica sociológica de la Educación y de la Cultura Contemporáneas*. Madrid: Ediciones Akal, pp. 210

Lévy-Le Blond Jean-Marc. (1992). "About misunderstandings about misunderstandings" *Public Understanding of Science*, Vol. 1, no. 1, pp. 17-21

Levidow, Les. (2007). "European Public Participation as Risk Governance: Enhancing Democratic Accountability for Agbiotech Policy?" *East Asian Science, Technology and Society: An International Journal*. Vol. 1, pp. 19-51.

Lewenstein, Bruce V. (1992) "The meaning of "public understanding of science" in the United States after de War II". *Public Understanding of Science*, January, vol. 1 no. 1, pp. 45-68

Lewenstein, Bruce., Joubert, M. (2002). "Achieving Public Understanding of Research in Developing Countries".

<http://dspace.library.cornell.edu/bitstream/1813/14276/2/PUR%20website.consolidated.pdf>

Lewenstein, Bruce (2003), "Models of Public Communication of Science and Technology." *Public Understanding of Science*, Vol. 16, pp. 1-11

Lewenstein, Bruce. (2010). "Modelos de comprensión pública: la política de la participación pública". *Artefactos*, no.3, pp. 13-29.

Likaka, Osumaka. (1997). *Rural society and cotton in colonial Zaire*. University of Wisconsin Press, pp. 45-70.

López y Rivas, Gilberto. (2004). *Autonomías*. México: Ediciones Era, pp. 25

Lowe, John. (1995). "The impact of school science on the world-view of Solomon Islands students". *Prospects*, Vol. 25, no. 4, pp.653-667.

Löwith, Karl. (2007). *Historia del mundo y salvación. Los presupuestos teológicos de la filosofía de la historia*. Buenos Aires: Katz Editores, pp. 116

- Macilwain, Colin (1995) "Smithsonian Heeds Physicists Complains". *Nature*, Vol. 374, 16 March, pp. 207
- Macilwain, Colin (1995). "Now Chemists hit at Smithsonian's "Anti-Science" Exhibits". *Nature*, Vol.374, April 27, pp. 752.
- Malinowski, Bronislaw. (1993). *Ciencia, Magia y Religión*. Barcelona, Ed. Planeta-Agostini, pp. 7
- Manent, Pierre and Jerrold Seigel. (1996). *An Intellectual History of Liberalism*. Princeton, N J: Princeton University Press, pp. 47
- Marcuse, Herbert (1987). *El hombre unidimensional*. Barcelona: Editorial Ariel, pp. 261.
- Marris, Clair, Wynne Brian et al. (2001). "Public perceptions of agricultural biotechnologies in Europe. Final Report of the PABE Research Project".
http://csec.lancs.ac.uk/archive/pabe/docs/pabe_finalreport.pdf
- Marshak, R. E. (1958). "Nature of the Soviet Scientific Challenge", *Bulletin of the Atomic Scientists*, Feb., pp. 83-86
- Martin, Andrew. (2007). "Consumers Won't Know What They're Missing." *The New York Times*, November 11.
- Marx, Karl, (1980). *El Capital*. México: Fondo de Cultura Económica. Tomo I, capítulo XIII pp. 310
- Mathur, Nalini. (2007). *Educational Reform in Post Mao China*. New Delhi: APH Publishing, pp. 48
- Mbogoni, Lawrence E.Y. (2012). *Aspects of Colonial Tanzania History*. Dar es Salaam, Tanzania, African Books Collective, pp. 81-102
- McAllister Ken S. (2004). "Tyrannical Technology and Thin Democracy" en Hauser, Gerard, Grim, Amy (Eds.) *Rhetorical democracy: Discursive practices of civic engagement*. Routledge. Pp.247
- McDougall, Walter A. (2008). *The Heavens and the Earth: A Political History of the Space Age*. Michigan: Scholarly Publishing Office, University of Michigan.
- Meier, Benjamin M. (2002). "International protection of persons undergoing medical experimentation: Protecting the right of informed consent". *Berkeley Journal of International Law.*, Vol. 20, pp. 513- 554.
- Méndez Lugo, R. A. (2004) "Teoría y método de la nueva museología en México". *Revista Digital Nueva Museología*.

Miller, Steve. (2001). "Public Understanding of Science at the Crossroads." *Public Understanding of Science*, Vol. 10, no. 1, pp. 115-120.

Miller, Steve. (2010). "Deficit model." In *Encyclopedia of Science and Technology Communication*, edited by Susanna Hornig Priest, 207-209. London: Sage Publications.

Monbiot, George (2006) "The Denial Industry". *The Guardian*, London, Tuesday 19 September. <http://www.guardian.co.uk/environment/2006/sep/19/ethicalliving.g2>

Morales T., Camarena C. y Valeriano C. (1994). *Pasos para crear un museo comunitario*. México: INAH-CNCA- Dirección General de Culturas Populares.

Morgan, John y Welton Peter. (1994). "The process of communication" en Hooper-Greenhill E. (Ed.). *The Educational Role of the Museums*. London and New York: Routledge, pp. 27-36

Morgan, Lewis H. (1944). *Ancient Society: Or, Researches in the Lines of Human Progress from Savagery, Through Barbarism to Civilization*. Calcutta: Bharti Library Booksellers and Publishers, pp.17

Nettle Daniel and Romaine, Suzanne. (2000). *Vanishing Voices: The Extinction of the World's Languages*. Oxford: Oxford University Press, pp.7

Niebuhr, Reinhold. (2005). *Moral Man and Immoral Society*. London: Continuum International Publishing Group, pp. 79

Nisbet, Matthew and Mooney Chris. (2007). "Framing Science". *Science*, Vol. 316, no. 5821, pp. 56

Nisbet, Matthew. (2009). "Framing science: A new paradigm in public engagement" en Kahlor, LeeAnn, Stout, Patricia. (Eds.) *Communicating science: New agendas in communication*. New York, Routledge, pp. 40-67.

North, John D., et al. (Ed.) (1985) *The light of nature: essays in the history and philosophy of science presented to AC Crombie*. Springer, pp. 197.

O'Gorman, Edmundo. (1979). *Cuatro historiadores de Indias*. México: Editorial SEP Setentas Diana, Primera Edición, pp. 103.

Olson, John, P. (2008) *The Oxford Handbook of Engineering and Technology in the Classical World*. Oxford University Press, pp. 528

Olivé, León y Pérez Ransanz, Ana R. (2005). *Filosofía de la ciencia: teoría y observación*. México: Ed. Siglo XXI. Segunda edición, pp. 11

Olivé, León. (2006). *Interculturalismo y Justicia Social: Autonomía e Identidad Cultural en la Era de la Globalización*. México: UNAM, pp. 24

Oreskes, Naomi and Conway, Erik M. (2010). *Merchants of Doubt: How a Handful of Scientists Obscured the Truth on Issues from Tobacco Smoke to Global Warming*. New York, Bloomsbury Publishing, pp. 238

Ortega y Gasset, José (1998) "La barbarie del especialísimo". En Gardner, Martín (coord). *Los grandes ensayos de la ciencia*. México: Nueva Imagen, pp. 91-96

Palerm, Ángel. (1976). *Historia de la Etnología: Los evolucionistas*. México: La Casa Chata INAH, pp. 114

Palerm, Ángel (1997). *Introducción a la Teoría Etnológica*. México: Universidad Iberoamericana, pp. 64

Paso y Troncoso del, Francisco. (1988). *La botánica entre los nahuas y otros estudios*. México, Secretaría de Educación Pública, pp. 151-191

Petherick, Anna (2011), "Chávez squeezes scientific freedom". *Nature*, Vol. 469, no. 7328, pp. 11

Pérez Ruiz, Maya L. (2004). "Entrevista con Guillermo Bonfil, México, D.F., realizada el 2 de mayo de 1988". *Cuadernos de Antropología y Patrimonio Cultural. Diario de Campo*. CONACULTA-INAH Enero-Febrero, pp. 8-17

Pérez Tamayo, Ruy. (2010). "Historia de la ciencia en México". México: Biblioteca Mexicana. Fondo de Cultura Económica, pp.11

Phillips, Peter W.B. and Onwuekwe Chika B. (Eds.). (2007). *Accessing and Sharing the Benefits of the Genomics Revolution*. Dordrecht, The Netherlands: Springer, pp. 119

Piaget, Jean. (1979). *Tratado de lógica y conocimiento científico*. Vol. IV Epistemología de la Física. Argentina: Editorial Paidós, pp. 33

Piaget, Jean y García, Rolando. (1989). *Psicogénesis e historia de la Ciencia*. México: Siglo XXI editores, pp. 23-24

Pinel, Sandra L and Michael J. Evans. (1994). "Tribal Sovereignty and Control of Knowledge." In *Intellectual Property Rights for Indigenous Peoples: A Sourcebook*, edited by Tom Greaves, 41-55. Oklahoma: Society for Applied Anthropology.

Pittenger, Mark, (1993), *American Socialists and Evolutionary Thought: 1870-1920*. Madison: University of Wisconsin Press, pp. 117.

Poincaré, Henri. (1981). "La moral y la ciencia" en *Filosofía de la Ciencia*. México: CONACYT, pp. 269

Pointon, Marcia R. (1994). *Art apart: art institutions and ideology across England and North America*. Manchester: Manchester University Press, pp. 76

Popper, Karl. (1991). *Conjeturas y Refutaciones. El desarrollo del Conocimiento Científico*. Barcelona: Editorial Paidós, pp. 221.

Posey, Darrell A. (1994). "International Agreements and Intellectual Property Right Protection for Indigenous Peoples." In *Intellectual Property Rights for Indigenous Peoples: A Sourcebook*, edited by Tom Greaves, 223-251. Oklahoma: Society for Applied Anthropology.

Posey, Darrell A. and Kristina Plenderleith. (2004). *Indigenous Knowledge and Ethics: a Darrell Posey Reader*. London: Routledge.

Prats Catalá, Joan. (2006). *A Los Principes Republicanos: Gobernanza y Desarrollo desde el Republicanismo Cívico*. La Paz, Bolivia: Plural Editores. Pp. 289

Prewitt, Kenneth. (1982). "The Public and the Science Policy." *Science, Technology and Human Values*, Vol. 7, no. 39, pp. 5-14.

Proctor, Robert. (2010). "Manufactured Ignorance". *American Scientist*, Vol. 98, no. 5, pp. 424

Quist, David, Ignacio Chapela. (2001). "Transgenic DNA introgressed into traditional maize landraces in Oaxaca, Mexico". *Nature*, Vol. 414, no. 6863, pp. 541-543

Rabotnikof, Nora. (1997). *El espacio público y la democracia moderna*. México: Colección Temas de la democracia. Serie Ensayo. Ed. IFE. Primera Edición, pp. 16

Rabotnikof, Nora. (2003). *En busca de un lugar común. El espacio público en la teoría política contemporánea*. México: UNAM, Instituto de Investigaciones Filosóficas, pp. 10

Ramírez, Rafael. (1981). *La escuela rural mexicana*. México: Fondo de Cultura Económica, pp. 65

Rattray, Evelyn C. (2001). *Teotihuacan: Ceramics, Chronology, and Cultural Trends*. México: INAH/ University of Pittsburgh, pp.333

Redfield, R. Linton, Herskovits M. (1936) "Memorandum for the Study of Acculturation" en Stocking, G. W. (Ed.). (2002). *American Anthropology, 1921-1945: Papers from the American Anthropologist*. University of Nebraska Press. Vol. 2, pp. 257

Restivo, Sal P. (1994). *Science, Society and Value: Toward a Sociology of Objectivity*. Bethlehem, PA: Lehigh University Press, pp. 34.

Richter, Maurice N, (1976). "Chinese Science Policy. A comparative analysis". *Bulletin of Atomic Scientist*. March, pp. 13-16

Rivero, Jean. (1957). "Técnica de la formación de L'opinion publique" citado por Ellul Jacques en (1973). *Propaganda. The formation of the men's attitude*. New York: Vintage Books, pp. 237

- Rogoff, Barbara. (2003). *The Cultural Nature of Human Development*. Oxford: Oxford University Press, pp. 19
- Rosset, Peter. (2008). "Food Sovereignty and the Contemporary Food Crisis." *Development*, Vol. 51, no.4, pp. 460–463
- Russell Hanson. (2005). "Observación" en Olivé, León y Pérez Ransanz, Ana R. (Comp.). *Filosofía de la ciencia: teoría y observación*. México: Ed. Siglo XXI. Segunda edición.
- Rydell, Robert. W. (1987). *All the world's a fair: visions of empire at American international expositions, 1876-1916*. Chicago: University of Chicago Press, pp. 43
- Rydell, R. W. (1993). *World of fairs: the century-of-progress expositions*. Chicago: University of Chicago Press, pp. 101
- Rydell, Robert W. (2001). "World Fairs and the Museums" en Macdonald, Sharon (Ed.) *A companion to museum studies*. Oxford: Wiley-Blackwell, pp. 136
- Sagan, Carl. (2000). *El Mundo y sus Demonios: La ciencia como una luz en la oscuridad*. Barcelona: Editorial Planeta pp.30
- Sahagún, Bernardino de. (1969). *Historia General de las Cosas de la Nueva España*. México: Editorial Porrúa, Tomo II, pp. 256
- Sahlins, Marshall. (1983). *Economía de la Edad de Piedra*. Madrid: Akal Editor, pp. 17
- Sánchez Mora, Carmen y Tagüeña, Julia. (2003). "Exhibir y Diseñar ¿Para quién? La Visión del Público en los Museos de Ciencia". *Elementos: ciencia y cultura*, pp. 29-35.
- Sánchez Mora, Ana M. (2010), *Introducción a la comunicación escrita de la ciencia*. Jalapa, México. Editorial Universidad Veracruzana, (en prensa).
- Sandell, Richard. (1998). "Museums as Agents of Social Inclusion". *Museum Management and Curatorship*. Vol. 17, No. 4 pp. 401-418
- Sandell, Richard. (2003). "Social inclusion, the museum and the dynamics of sectoral change." *Museum and Society*, Vol. 1, no. 1, pp. 45-62
- Samyn, Griet. (2001). *San Francisco, pueblo náhuatl en la Huasteca. Un análisis de la división del espacio*. Tesis de doctorado. México: UNAM, pp. 27
- Sarabahi, Kartikeya V. (1984) "Participatory Science Exhibits" Vikram V. Sarabhai Science Centre. <http://www.arvindguptatoys.com/arvindgupta/vikramexhibits.pdf>

- Sax, Margaret et.al. (2008). "The origins of two purportedly pre-Columbian Mexican crystal skulls". *Journal of Archaeological Science*. Volume 35, Issue 10, pp. 2751–2760
- Scheufele, Dietram A. and Lewenstein, Bruce V. (2005). "The public and nanotechnology: How citizens make sense of emerging technologies". *Journal of Nanoparticle Research*, Vol. 7, no. 6, pp. 659–667
- Schipper Irene. (2009). "Clinical trials in developing countries: How to protect people against unethical practices?" Directorate-General for External Policies of the Union. European Parliament.
- Science for the People (Organization). (1974). *China: Science Walks in Two Legs*. Avon: Discus Book
- Schechner, Sara. J. (2005). "Between knowing and doing: Mirrors and their imperfections in the Renaissance". *Early Science and Medicine*, Vol. 10, no. 2, pp. 137-162.
- Schmitt, Carl. (2005). *Political theology: Four chapters on the concept of sovereignty*, George Schwab (translator) Chicago: University of Chicago Press, pp. 5-15
- Sclove Richard E. (1995). *Democracy and Technology*. New York: Guilford Press, pp. 205
- Selin, Helaine (Ed.). (1997). *Encyclopaedia of the History of Science, Technology, and Medicine in Non-Western Cultures*. Netherlands: Kluwer Academic Publishers, pp. viii
- Sepúlveda, Juan Ginés de (1979), *Tratado sobre las Justas Causas de la Guerra contra los Indios*. México: Fondo De Cultura Económica, pp. 83
- Shenhav, Yehouda A. and Kamens, David H. (1991). "The Costs of Institutional Isomorphism: Science in non-Western Countries", *Social Studies of Science*, Vol. 21, pp. 527- 545.
- Shrader-Frechette, Kristin S. (1994). *Ethics of Scientific Research*. Maryland: Rowman & Littlefield.
- Smith, Adam. (2002). *The Theory of Moral Sentiments*. Cambridge, UK: Cambridge University Press, pp. 215
- Smith, Adam. (2004). *An inquiry into the nature and causes of the wealth of nations*. Digireads.com Publishing, pp. 465
- Smith, Mark A. (1999). "Ptolemy and the foundations of ancient mathematical optics: A source based guided study". *Transactions of the American Philosophical Society*, Vol.89 part 3, pp. 157
- Sousa Santos, Boaventura de. (2003). *Crítica de la Razón Indolente. Contra el desperdicio de la experiencia*. Bilbao: Editorial Descleé de Brouwer, pp. 52
- Sousa Santos, Boaventura de (2009), *Una Epistemología del Sur: La Reinención del Conocimiento y la Emancipación Social*. México: Editorial Siglo XXI, pp. 221
- Spicker, Paul (2006). *Liberty, Equality and Fraternity*. Bristol: The Policy Press, pp. 130

- Sponsler, George C. (1962). "Needed: Scientists on the top". *Bulletin of Atomic Scientist*, June, pp. 17-20
- Stevenson, Gail. (1991). *Adjustment Lending and the Education Sector: The Bank's experience*. Washington: World Bank.
- Stresser Péan Guy (2011). *El Sol-Dios y Cristo. La cristianización de los indios de México vista desde la Sierra de Puebla*. México, Fondo de Cultura Económica/ Conaculta, pp. 257
- Tabuti, J. R. S., Dhillion, S. S., & Lye, K. A. (2004). "The status of wild food plants in Bulamogi County, Uganda". *International journal of food sciences and nutrition*, Vol. 55, no.6, pp. 485-498.
- Tenorio Trillo, M. (1998). *Artifugio de la nación moderna. México en las exposiciones universales 1880-1930*. México: Fondo de Cultura Económica, pp. 173
- Tihs, Gerard D. and Ed Van den Berg. (1995). "Cultural Factors in the Origin and Remediation of Alternative Conceptions in Physics." *Science and Education*, Vol. 4, no. 4, pp. 317-347.
- Timbs, John. (1840). *The Year Book of Facts in Science and Arts*. London: Simpkin, Marshall, and Co., pp.172
- Thomas, William Isaac and Thomas Dorothy S. (1928). *The child in America: Behavior problems and programs*. New York: Knopf, pp. 571-572
- Trabulse, Elías. (2005). "Historia de la Ciencia en México (versión abreviada)". México: Fondo de Cultura Económica CONACYT, pp. 24
- Trench, Brian. (2008). "Towards an Analytical Framework of Science Communication Models." In *Communicating Science in Social Context: New Models, New Practices*, edited by Donghong Cheng, Michel Classens, Toss Gascoigne, Jenni Metcalfe, Bernard Schiele, and Shunke Shi,. New York, Springer, pp. 119-135
- Tzotzos, George, Roger Hull and Graham Head. (2009). *Genetically Modified Plants: Assessing Safety and Managing Risk*. Boston: Academic Press.
- UNESCO. (2009). "Nota Introductoria al programa en pro de la ciencia: Marco General de Acción." <http://www.unesco.org/uy/politicacientifica/budapest+10/gn/areas-de-trabajo/ciencias-naturales/ciencias-basicas-politica-cientifica-y-desarrollo-sostenible/iv-foro-mundial-de-ciencia-2009/documentos.html>.
- UNESCO. (1999). "Declaration of Santo Domingo" http://www.unesco.org/science/wcs/meetings/lac_santo_domingo_e_99.htm
- UNESCO (1999) "Introductory Note to the Science Agenda: Framework for Action" Version 15/06/1999 http://www.unesco.org/science/wcs/eng/intro_framework.htm#3.4

UNESCO. (2005). *Informe Mundial UNESCO; Hacia las Sociedades del Conocimiento*. Ediciones UNESCO, pp.20

United States Agency for International Development. (2002) "Questions and Answers on U.S. aid food donations containing bio-engineered crops" http://pdf.usaid.gov/pdf_docs/PNACR737.pdf

Varadarajan, Deepa. (2011). "A Trade Secret Approach to Protecting Traditional Knowledge." *The Yale Journal of International Law*, Vol. 36, no.2, pp. 371-420.

Vázquez Olvera, Carlos. (2005). *Iker Larrauri Prado: Museógrafo Mexicano*. México: Instituto Nacional de Antropología e Historia.

Vázquez Olvera, Carlos. (2008). "La participación infantil como motor del origen y desarrollo de los museos escolares" México: *Cuicuilco*. Vol.15, no. 44, pp. 111-134

Velasco Gómez, Ambrosio. (2006). *Republicanism y Multiculturalismo*. México: Editorial Siglo XXI, pp. 51-52

Velasco Gómez, Ambrosio. (2008). "Ciencia, Democracia y Multiculturalismo" en Esteban, J. M y Martínez S. F. (Comp.) *Normas y Practicas en la Ciencia*. México: Instituto de Investigaciones Filosóficas UNAM, pp. 169

Velasco Gómez, Ambrosio. (2010). "El Espacio Controversial de la Filosofía de las Ciencias Sociales" en Oscar Nudler editor. *Filosofía de la Filosofía. Enciclopedia Iberoamericana de Filosofía*, Vol.31, Madrid, Editorial Trotta CSIC, pp. 381

Vidyasagar, D. (2006). "Global notes: the 10/90 gap disparities in global health research". *Journal of Perinatology*, Vol. 26, no.1, pp. 55-56

Wachelder, Joseph. (2003). "Democratizing Science: Various Routes and Visions of Dutch Science Shops." *Science, Technology and Human Values* Vol. 28, no.2, pp. 244-273.

Waldrip, Bruce, Taylor, Peter. (1999). "Permeability of students' worldviews to their school views in a non-Western developing country". *Journal of Research in Science Teaching*, Vol. 36, no.3, pp. 289-303.

Wagensberg, Jorge. (2000). "Principios fundamentales de la museología científica moderna". *Alambique: Didáctica de las Ciencias experimentales*, Vol. 26, pp. 15-20.

Welch, Ross M., and Robin D. Graham (2002). "Breeding crops for enhanced micronutrient content." *Plant and Soil*, Vol.245, no. 1, pp. 205-214.

Wells, I. B., Douglass, F., Irvine Garland, P. E. N. N., Ferdinand, L., and Rydell, W. (1893). *The Reason Why the Colored American Is Not in the World's Columbian Exposition*. Urbana and Chicago: University of Illinois Press.

White A. Leslie. (1982). *La Ciencia de la Cultura. Un estudio sobre el hombre y la civilización*. Barcelona: Editorial Paidós, pp. 338

White Scheuering, Rachel. (2004). *Shapers of the Great Debate on Conservation: A Biographical Dictionary*. Greenwood Publishing Group, pp. 121

Williams, Rosalind H. (1991), *Dream Worlds: Mass Consumption in Late Nineteenth-Century France*. Berkeley, CA: University of California Press, pp. 58

Wynne, Brian. (1991). "Knowledges in Context." *Science, Technology and Human Values*, Vol. 16, no.1, pp. 111-121.

Wynne, Brian (1995). "Public Understanding of Science" in Jasanoff, Sheila et al. (Eds.), *Handbook of Science and Technology*. Sage Publications, pp. 361

Wynne, Brian. (2004). "May the Sheep Safely Graze? A Reflexive View of the Expert-Lay Knowledge Divide." In *Risk, Environment and Modernity: Towards a New Ecology*, edited by Scott Lash, Bronislaw Szerszynski and Brian Wynne, 44-83. London: Sage Publications.

Wynne, Brian. (2008). "Elephants in the rooms where publics encounter "science"? : A response to Darrin Durant, "Accounting for expertise: Wynne and the autonomy of the lay public". *Public Understanding of Science*, Vol.17, no. 1, pp. 21-33.

Young, Paul. (2008). "Mission impossible: Globalization and the Great Exhibition" en Auerbach, Jeffrey A. and Hoffenberg, Peter H. (Eds.) *Britain, the Empire, and the World at the Great Exhibition of 1851*. London: Ashgate Publishing, Ltd., pp. 16

Zajda, Joseph (2001). *Education and Society*. Australia: James Nicholas Publishers, pp. 31

Zajda, Joseph. (2006). "Decentralization and Privatization in Education: the Role of the State." In *Decentralization and Privatization in Education: the Role of the State*, edited by Joseph Zajda, 3-27. Dordrecht: Springer.

Zerbe, Noah. (2004). "Feeding the famine? American food aid and the GMO debate in Southern Africa". *Food Policy*, Vol.29, no.6, pp. 593-608.

Zimmerman, Andrew. (2008). "Booker T. Washington, Tuskegee Institute, and the German Empire: Race and Cotton in the black Atlantic". *German Historical Institute Bulletin*, (Fall 2008) no. 43

Zimmerman, Andrew. (2010). *Alabama in Africa: Booker T. Washington, the German empire, and the globalization of the New South*. Princeton University Press, pp. 133

