

UNIVERSIDAD DE SONORA

División de Ciencias Sociales

Departamento de Psicología y Comunicación

Modelo Teórico Metodológico desde la Comunicación Educativa para el
análisis de la divulgación científica en Educación Media Superior.

TESIS

que para obtener el título de LICENCIADO EN CIENCIAS DE LA
COMUNICACIÓN

presenta:

Guillermo López Franco

Asesor-Director

Dra. Emilia Castillo Ochoa

Asesores Sinodales:

Mtra. Lisset Oliveros Rodríguez.

Mtra. Ana I. Rodríguez Fuentes

Dra. Mariel Montes Castillo

Hermosillo, Sonora

marzo de 2013

Universidad de Sonora

Repositorio Institucional UNISON



“El saber de mis hijos
hará mi grandeza”



Excepto si se señala otra cosa, la licencia del ítem se describe como openAccess

Agradecimientos

Quisiera dedicar este trabajo, en primer lugar, como un agradecimiento, a Dios.

A mis padres y hermano, que con su apoyo y cuidados me han permitido llegar hasta la universidad. Los quiero mucho, Mamá, Papá y Xavier.

A mis abuelitos, a los cuatro, aunque ellas ya no estén presentes.

A mis tíos y primos, presentes en Hermosillo y varias ciudades del país, al que está ahora en el extranjero, a quienes les tengo mucho cariño y con los que comparto muy buenos recuerdos.

A mis amigos, con quienes he compartido mucho y con quienes disfruté mi paso por la Universidad.

A mis profesores, que trabajaron conmigo desde la infancia.

A mis profesores universitarios, con quienes me formé como profesional.

Índice

I.	Planteamiento del Problema.	5
	1. Antecedentes.	5
	2. Objetivo General.	8
	3. Justificación.	8
	4. Pregunta de investigación.	10
	5. Preguntas de investigación.	10
	6. Objetivos de investigación	11
	7. Hipótesis de investigación.	11
	8. Ubicación del objeto de estudio.	12
II.	Las políticas públicas y los procesos de implantación de los productos de divulgación científica	13
	1. Notas.	24
III.	Marco Teórico	30
III.1	Educación y Comunicación.	30
	Comunicación.	30
	Educación.	32
	Dimensión dentro de la comunicación educativa.	33
	Tecnología Educativa.	36
III.2	Dimensión de estudio	36
	Educabilidad.	36
III.3	Conceptos de estudio.	38
	Comprensión	38
	Valoración.	39
III.4	¿Qué es la divulgación científica?	40
III.5	La divulgación científica dentro de la comunicación educativa.	44
	Investigaciones sobre la divulgación científica en la enseñanza de las ciencias	44
	Investigaciones de referencia directa.	46

Modelo Teórico Metodológico desde la Comunicación Educativa para el análisis de la divulgación científica en Educación Media Superior.

	48
III. 6 Competencias científicas.	49
III.7 Educación Media Superior en México	56
III.7.1 El Colegio de Bachilleres del Estado de Sonora.	56
Currículum	57
Relaciones de las competencias científicas con el plan de estudios.	58
IV. Propuesta de metodología de la investigación.	59
IV. 1. Descripción de estudio cuantitativo.	60
Criterios para el planteamiento del problema.	61
Alcances de investigación	62
Hipótesis	64
Variables.	64
Dimensiones y propuesta de indicadores.	69
Tipos de variables.	70
IV. 2 Diseño de investigación	72
Técnica de escala	74
Propuesta de prueba de rendimiento.	74
Resumen de las finalidades del instrumento.	75
Unidad de análisis.	75
Muestreo	76
Validez.	76
IV. 3 Los productos de divulgación científica	76
Criterios de selección y uso.	78
V. Conclusiones	80
Referencias.	87
Anexo	

I. Planteamiento del Problema de Investigación

Modelo Teórico Metodológico desde la Comunicación Educativa para el análisis de la divulgación científica en Educación Media Superior.

Antecedentes

La ciencia ha sido uno de los factores que ha posibilitado el desarrollo de la civilización a través de los siglos. A través de generaciones, el ser humano se ha preocupado por conocer el mundo que lo rodea, entender mejor cómo funciona y descubrir cuál es nuestro lugar dentro del Universo. Gracias al desarrollo del conocimiento científico el ser humano ha modificado sus condiciones de vida, buscando el bienestar y la satisfacción de sus necesidades, al poder aplicar sus conocimientos desarrollando tecnología que le permite transformar su entorno.

Quizá desde la segunda mitad del XX hemos vivido uno de los períodos donde la ciencia y la tecnología han tenido una mayor presencia en nuestras vidas. Ejemplo de esto es la diversificación y el perfeccionamiento de la tecnología en la industria, la electrónica, la cibernética o la ingeniería biomédica. Las redes de comunicación e información han conseguido acercar a todos los habitantes del mundo que tengan acceso a ellas y ahora es posible tener un enlace a casi cualquier lugar del mundo, sin importar el tiempo o la distancia.

No es de extrañar que los distintos países del mundo se hayan preocupado por mejorar su situación económica y social por medio de un desarrollo científico y tecnológico. Es necesario abastecer a poblaciones cada vez mayores de alimentos, agua y energía, garantizar los servicios de salud que les permitan seguir trabajando y produciendo. Además, se requiere proporcionarles los productos que necesitan y garantizar los servicios de comunicación, información y transporte. Este modelo de sociedad ofrece la oportunidad de una vida próspera que permite que sus habitantes tengan, gracias y a través del desarrollo científico y tecnológico, una vida próspera y plena.

A este mundo de aparente conocimiento y desarrollo se le dio el nombre de “Sociedad de la Información”, término que “identifica a la sociedad posindustrial y alude a una utopía sociocultural en la cual la información se plantea como producción del ser humano” (Argudín, 2008, pág. 18) Pero hacemos notar la palabra *utopía* pues, efectivamente, sigue estando lejos de la realidad. La miseria que sufren millones de personas, la inequidad en la impartición de justicia, el uso de la tecnología para mejorar el poder destructivo de las armas o el control de pequeños grupos o sectores de la población

sobre las condiciones de vida de muchos, como es el caso de las grandes industrias energéticas y farmacéuticas.

El mundo moderno ofrece una gran variedad de oportunidades y retos para las personas. El individuo que quiera aprovechar las posibilidades de la actualidad necesita, forzosamente, comprender los principios de la naturaleza y estar capacitado para el uso de los recursos tecnológicos que tenga a su alcance. Necesita comprender la ciencia y tecnología y valorar el papel que cumplen dentro de las circunstancias en las que vive. Necesita utilizar la ciencia y la tecnología para uno de los fines que les son intrínsecos: el desarrollo del ser humano.

Pero para que la ciencia y la tecnología estén integradas a la vida del individuo, hace falta que las conozca y aprenda. Hace falta la educación, una educación que logre capacitar a los estudiantes para afrontar los retos de la sociedad actual. De hecho, Jiménez, Irigoyen y Acuña (2007) destacan a la enseñanza y aprendizaje de las ciencias como uno de los principales objetivos de la educación.

Esta condición de la importancia de la ciencia dentro de la educación es reconocida en la introducción de Carmen Polino y Dolores Chiappe para el informe Los Estudiantes y la Ciencia (2011) editado por la Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura (OEI). El estudio presenta los resultados obtenidos en la encuesta que la OEI aplicó a nueve mil estudiantes de nivel medio en las ciudades de Asunción (Paraguay), Bogotá (Colombia), Buenos Aires (Argentina), Lima (Perú), Madrid (España), Montevideo (Uruguay) y Sao Paulo (Brasil).

En la introducción del documento, se recuerda que en las Metas Educativas que la OEI fijó para el año 2021, se contempla el estímulo hacia los estudiantes para que cursen una carrera científica y así aumentar la matrícula en las áreas de ciencias exactas, ciencias naturales, ingenierías y tecnologías (OEI, 2012). En los comentarios y conclusiones sobre los resultados obtenidos por la encuesta, Ángel Vázquez Alonso señala que la mayoría de las materias científicas tienen una evaluación inferior a otras materias del plan de estudios, mientras que las actitudes hacia las clases y, en particular, valoración de la ciencia, obtuvieron resultados positivos (OEI, 2012)

Esto último es consistente con los resultados obtenidos en la prueba PISA 2006 que estuvo enfocada en las competencias científicas, donde México obtuvo resultados por encima de la media en el rubro de actitudes hacia la ciencia, pero que cuyo desempeño se ubicó en el puesto 43 de 52 países participantes, ligeramente superior a Argentina, Brasil y Colombia y por debajo de Chile y Uruguay (Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico, 2006)

La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) ha implementado una serie de pruebas encaminadas a explorar las competencias de los estudiantes en las áreas de comprensión lectora, matemáticas y ciencias. Comprendiendo a la educación como el factor de desarrollo económico y social que es, la OCDE ha implementado el Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos (PISA) que desde el año 2000 ha medido las habilidades y conocimientos de los estudiantes de los países afiliados al programa. En la prueba 2006, enfocada en las competencias científicas, los estudiantes mexicanos mostraron un desempeño por debajo de la media. Los resultados generales de México en esta prueba indican que la calidad educativa en el área de ciencias en particular ha sido deficiente, lo cual, puede entenderse como una serie desventaja de nuestro país para el desarrollo económico y social.

¿Por qué los estudiantes en México tienen dificultades en las ciencias? Tal vez podemos considerar tanto la práctica educativa en el aula como la formación previa, el modelo didáctico, la infraestructura educativa o la preparación y práctica docente. En todo caso, la formación de los estudiantes en México tiene serias dificultades: aproximadamente un 10% de los estudiantes que ingresan a primaria logran acceder a la educación superior y de éstos, sólo la mitad de los que son evaluados en la prueba voluntaria Examen de Egreso de la Licenciatura (EGEL) demuestran tener al menos el conocimiento mínimo requerido (Gil Antón, 2013)

Esta situación resulta preocupante porque significa que las recientes reformas en la educación no han logrado mejorar la calidad educativa, incluyendo, por supuesto, las ciencias. De acuerdo a los datos ofrecidos por el Instituto Nacional de Evaluación Educativa (INEE, 2011), en Educación Básica, incluyendo primaria y secundaria, hay más de 26 mil estudiantes ¿Qué pueden esperar estos niños y adolescentes de la educación que están recibiendo? Y ¿Cuál es el trabajo de la educación en ciencias dentro de la educación básica?

Esta segunda pregunta es importante porque no sería posible atribuir los malos resultados de los estudiantes sólo por lo que sucede en la secundaria o la educación media superior. De acuerdo al informe de resultados de la Evaluación Nacional de Logro Académico (ENLACE) 2012, los estudiantes de primaria registraron avances en la evaluación de Español y Matemáticas, pero el porcentaje de estudiantes con conocimientos básicos e insuficientes en Ciencias Naturales alcanzo el 79.7%, en secundaria fue de 74.5% (Secretaría de Educación Pública, 2012) Vale la pena considerar que la prueba fue aplicada a más de trece mil alumnos del país.

Por supuesto, estas pruebas no pueden abarcar toda la realidad educativa. De hecho, a las evaluaciones nacionales el ex director del INEE, Felipe Martínez Rizo, señala sus

carencia y limitaciones (Garduño, 2013). Sin embargo, no deja de resultar preocupante el bajo desempeño observado tanto en PISA como en ENLACE.

La educación en ciencias resulta un área vital desde la perspectiva que se analice y uno de los grandes retos en la educación. Para el área de la divulgación científica el desafío no sólo consiste en que los estudiantes obtengan buenos resultados en las pruebas, sino que la ciencia sea parte de su vida y su cultura y, desde la comunicación educativa, indagar sobre qué recursos y estrategias utilizar para comunicar los contenidos científicos.

Objetivo General

Diseño de modelo de divulgación científica para conocer la incidencia que tienen los productos de divulgación científica en las condiciones de educabilidad, abordadas desde la comprensión y valoración de las ciencias por parte de los estudiantes, de las asignaturas de ciencias (física, química, biología), correspondientes al plan de estudios del Colegio de Bachilleres del Estado de Sonora (COBACH)

Justificación

El modelo teórico metodológico propuesto busca ser una plataforma para el desarrollo de trabajo de carácter exploratorio que indague sobre las posibilidades de incidencia de los productos de la investigación científica sobre las condiciones de educabilidad de los estudiantes. Si las condiciones de educabilidad son modificadas, esto implicaría que los productos de divulgación científica incidirían en la calidad educativa en el área de las ciencias.

En su análisis de la calidad de la educación universitaria, De la Orden (1997) identificaba que esta estaba por una relación de coherencia del contexto sociocultural y económico, las metas y objetivos de la educación o la institución junto los productos educativos (aprendizaje, ciencia), los procesos de educación universitaria (administración, planeación, instrucción, evaluación) y las entradas en el sistema educativo, refiriéndose al número y características del estudiantado y a los recursos asignados.

Estas relaciones de coherencia son las que producen la funcionalidad, la eficacia y la eficiencia como definiciones de la calidad educativa (de la Orden, Asencio Muñoz, Biencinto López, González Barbera, Mafokozi Ndabishibe, 2007) La Oficina Regional de América Latina y el Caribe de la Organización Mundial para la Educación, la Ciencia y la Cultura (OREALC/UNESCO) amplía dicho criterio, incluyendo el respeto a los derechos, la relevancia, la pertinencia, la equidad, la eficiencia y la eficacia como dimensiones de la calidad educativa.

Estas dimensiones son explicadas por Blanco (2008) quien describe a la relevancia como el grado de satisfacción de las necesidades sociales a través de la educación. La

pertinencia indica en qué medida la educación está adaptada a los perfiles de los estudiantes y al contexto social. La calidad educativa también se encuentra en la equidad en el acceso a la educación y las oportunidades de y recursos formación de acuerdo a las necesidades de cada estudiante. Finalmente, la eficacia señala si las metas y criterios son cumplidos y en qué forma, mientras que la eficiencia hace referencia a la correcta administración de los recursos.

Tomando los elementos de calidad educativa descritos por De la Orden (2007), el presente estudio está dirigido a explorar el área de productos educativos, la cual comprende el aprendizaje de los estudiantes. Este elemento están directamente relacionados con el cumplimiento de las metas educativas de la institución, en este caso, el COBACH.

Siguiendo con las dimensiones de la calidad de la OREALC/UNESCO, la investigación puede establecer la equidad como uno de las dimensiones que atiende en forma especial, pues se explora si existe una incidencia de los productos de divulgación científica sobre los elementos de educabilidad. La mejora en la educabilidad de los estudiantes propicia un mejor proceso educativo, proporciona mejores oportunidades de aprendizaje. Esto último también impacta en la eficacia, pues se fomentan las condiciones para que los estudiantes cumplan con los objetivos educativos.

Teniendo a la calidad educativa como el resultado final de una innovación, se necesita un sustento, un referente a partir del cual se pueda abordar la educación en ciencias. Con la generación de un modelo teórico-metodológico que pueda utilizarse como guía para la elaboración de investigaciones que exploren las posibilidades de la divulgación científica dentro del campo de la educación formal, será posible la construcción gradual de un conocimiento que pueda ser utilizado para mejorar la calidad educativa.

Probablemente, si no se realizara ningún esfuerzo por ofrecer una base conceptual y metodológica, los esfuerzos de investigación en esta área de estudios tendrían poca cohesión y el conocimiento generado carecería de cimientos que le permitieran garantizar su validez, pertinencia y fiabilidad.

Desde el punto de vista de la comunicación educativa, esta investigación está dentro de la perspectiva de comunicación en educación (Crovi Druetta, 2007) particularmente el de los medios dentro de la educación. Resulta interesante indagar sobre como productos de comunicación, como es el caso de las producciones divulgativas, pueden utilizarse en la educación, en este caso particular, en la educación en ciencias.

No sólo porque explora el uso de medios de comunicación dentro de los procesos de educación formal, sino porque en este estudio están plasmadas propuestas de variables concretas susceptibles de ser medidas. Esto último resulta fundamental, porque responde a

la interrogante de qué se pretende estudiar, lo cual resulta un referente teórico para investigaciones posteriores.

De este modo, podemos ver al presente estudio como una aportación de conocimiento para explorar el valor de la divulgación científica bajo la perspectiva de la comunicación en educación y ofrecer un referente para el diseño e implementación de investigaciones que aborden los productos de divulgación científica como recursos didácticos.

Pregunta de Investigación:

En el presente marco teórico – metodológico se propone la siguiente pregunta para la realización de un estudio sobre la divulgación científica en la educación media superior:

Considerando los productos de divulgación científica. ¿Qué incidencia tienen sobre comprensión y valoración de la ciencia, entendidos como elementos de educabilidad de los estudiantes del Colegio de Bachilleres del Estado de Sonora (COBACH) en el proceso de enseñanza y aprendizaje de las ciencias?

1 **Preguntas de Investigación** Interrogantes respecto a puntos específicos del problema de investigación.

- ¿Cuál es la situación de la educación en ciencias en México?
- ¿Qué es la divulgación científica?
- ¿Cómo se relaciona la divulgación científica con la comunicación?
- ¿Qué relación tiene la divulgación de las ciencias con la educación?
- ¿Cuál es la relación de la divulgación científica y la comunicación educativa?
- ¿Cuál es la relación de las ciencias, la educación y la sociedad en las políticas públicas?
- ¿Cuáles son las variables que deben contemplarse para un estudio sobre la divulgación de las ciencias en la educación?
- ¿Cuál es el diseño metodológico adecuado para explorar la divulgación de las ciencias en la educación?

- 2 **Objetivos de Investigación** A partir de las preguntas de investigación se formulan objetivos que proporcionen información específica que contribuya a la consecución del objetivo general de la investigación.
- Explorar la situación de la educación en ciencias en México
 - Indagar conceptualmente sobre la relación de la divulgación científica con la comunicación.
 - Indagar conceptualmente sobre la relación de la divulgación científica con la educación.
 - Indagar conceptualmente sobre la relación de divulgación científica con la comunicación educativa.
 - Explorar la relación entre las ciencias, la educación y la sociedad expresada en las políticas públicas.
 - Proponer el diseño metodológico adecuado para explorar la divulgación de las ciencias dentro de la educación media superior.

Hipótesis:

Teniendo a la hipótesis como una parte esencial de la investigación, El modelo teórico-metodológico que presentamos no tiene una hipótesis por sí misma. Sin embargo, sigue la sugerencia de Best (1982) y propone contar con una hipótesis central y una hipótesis específica para cada variable en el diseño de investigación.

La hipótesis general quedaría planteada como “El contacto con los productos de divulgación científica tiene una influencia para las condiciones de educabilidad de los estudiantes de bachillerato general en el área de educación en ciencias”

Mientras que para las variables estudiadas, las hipótesis serían:

Variable Comprensión: Los productos de divulgación científica contribuyen a que los estudiantes del Colegio de Bachilleres comprendan los temas de estudio de las asignaturas de ciencia

Variable Valoración: Los productos de divulgación científica contribuyen a que los que los estudiantes del Colegio de Bachilleres otorguen importancia t valor a los temas estudiados en las asignaturas de ciencia.

Modelo Teórico Metodológico desde la Comunicación Educativa para el análisis de la divulgación científica en Educación Media Superior.

Ubicación de Objeto de Estudio

Esta investigación está tiene como objeto de estudio las condiciones de educabilidad de los estudiantes de uno de los cinco planteles del Colegio de Bachilleres del Estado de Sonora (COBACH) de la Zona Centro ubicados en la ciudad de Hermosillo. Los estudiantes tienen entre 15 y 17 años y cursan uno de los primeros cuatro semestres, por lo que aún no ingresan a una de las áreas de formación propedéutica correspondientes al plan de estudios.

II. Las políticas públicas y los procesos de implantación de los productos de divulgación científica en la educación media superior.

La enseñanza de las ciencias y la importancia de la divulgación científica han sido reconocidas por diversas instituciones desde finales del siglo XX. Es posible enumerar diversas razones para este apoyo institucional a la educación en ciencia y tecnología y el interés de los distintos países por formar a sus estudiantes en éstas áreas de conocimiento.

Por una parte se encuentra la consideración de la ciencia y la tecnología como factores de desarrollo social. Mientras más se trabaje en la investigación y desarrollo (I+D), en la generación de conocimiento, las personas encontrarán mejores formas de relacionarse con su medio ambiente, satisfacer sus necesidades y resolver las problemáticas en que viven, en áreas como la salud, la alimentación, las comunicaciones o el suministro de agua y energía, por mencionar algunas.

También encontramos el factor económico. Si bien es cierto que la ciencia y la tecnología contribuyen al desarrollo de la sociedad, el conocimiento y sus aplicaciones constituyen un factor económico cada vez más importante. Las condiciones del mercado actuales favorecen a los productores de conocimiento y tecnologías por encima de las materias primas o la industria. Hoy en día resulta más rentable el desarrollo de un nuevo portal web de redes sociales que la fabricación de computadoras. Los mercadólogos que realizan el plan publicitario de un producto obtienen mejores rentas que el obrero que lo fabrica. El país que tiene mejores tecnologías en procesamiento de hidrocarburos resulta más competitivo que aquél que posee una vasta reserva de petróleo pero que no tiene la infraestructura ni el personal capacitado para refinarlo.

Educar en ciencias como un aspecto de la formación integral y el desarrollo de la cultura es otra perspectiva a considerar. Aquí no sólo se tendría en cuenta el hecho de que los estudiantes cuenten con la preparación necesaria para comprender distintos aspectos básicos de las disciplinas científicas y la forma en que estos se relacionan con su vida diaria

sino que también puedan reflexionar sobre cuáles son los métodos válidos para generar conocimiento y cuáles son las posibilidades y limitantes del trabajo científico.

Dentro de éste último aspecto, Lévy-Leblond (2003) manifestaba su preocupación no sólo porque tal vez la visión optimista de la ciencia y la tecnología como motores del progreso humano había perdido credibilidad, sino que también el desarrollo científico había tenido en un escaso impacto en nuestra manera de pensar y actuar.

En este escenario, México presenta una situación ambivalente. Si bien el sector educativo ha sido uno en los que más se trabajó a lo largo del último siglo, prácticamente erradicando el analfabetismo y estableciendo la educación pública obligatoria hasta el nivel medio superior, nuestro país todavía no presenta un nivel competitivo a nivel internacional, especialmente por la gran desigualdad que existe entre los distintos sectores y sistemas educativos. En el artículo “Malas Noticias”, Manuel Gil señalaba un ejemplo de esta inequidad educativa: sólo un aproximado del 10% de los estudiantes mexicanos acceden a la educación superior (2013).

La reforma de la educación media superior de 2008 fue impulsada para intentar corregir esta desigualdad, al menos entre los estudiantes de este nivel. Al establecer un marco curricular común basado en competencias, se buscó que todos los estudiantes, no importando la modalidad y subsistema al que pertenezcan, desarrollen dichas competencias, denominadas “Competencias Genéricas”.

La educación en ciencias pueden encontrarse en la quinta y sexta de las once competencias genéricas descritas en el *Perfil del Egresado en Educación Media Superior* (véase cuadros 19 y 20) agrupados en la categoría “Piensa crítica y reflexivamente”, que señalan la competencia del egresado para resolver problemas, desarrollar investigaciones y evaluar la validez de argumentos e información. Aunque no existe una competencia científica dentro de las competencias genéricas, las dos mencionadas presentan varios puntos en común.

Quizá el primer precedente para la educación en ciencias en México está plasmado en el artículo 3° de la Constitución de 1917 (véanse cuadros 1 y 2) si bien se refiere en líneas generales a la ciencia y al apoyo del Estado para la investigación científica y la difusión de la cultura. Esto significaría que las iniciativas de divulgación de la ciencia para comunicar el conocimiento y difundir el aspecto científico de la cultura también debería ser un área apoyada por el Estado.

La Sociedad Mexicana para la Divulgación de la Ciencia y la Técnica A.C. (SOMEDICYT) en su Manifiesto de 1986 dejó asentada la preocupación e interés de sus miembros por llevar el conocimiento científico a toda la sociedad (véanse los puntos 19 al 27). Un aspecto especialmente relevante de este documento es que se adelantó a los

principios contemplados en la Ley General de Educación de 1993 y a la Ley de Ciencia y Tecnología promulgada en 2002 e incluso a la Declaración sobre la ciencia y el uso del saber científico adoptada por la Conferencia Mundial sobre la Ciencia de 1999.

La Ley General de Educación presenta en el artículo 7° fines adicionales a los establecidos en el artículo 3° constitucional para la educación. En esta Ley se indica que la educación debe favorecer a las facultades de análisis y reflexión (véase cuadro 3) y a las actividades que estimulen la investigación y la innovación científica y tecnológica (véase cuadro 4). La Ley General de Educación fue promulgada en una época de cambio social profundo tanto en México como en el mundo, el cuál entraba al fenómeno conocido como “Globalización” y en una nueva dinámica económica que privilegiaría la generación de conocimiento y la innovación.

La Ley de Ciencia y Tecnología, promulgada en 2002, estableció el Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación y las instituciones que lo integran. Tiene especial relevancia el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) creado en 1970 y en cuál se hizo un énfasis especial en sus atribuciones y funciones. Esta Ley fija los principios de la agenda política para la ciencia, abarcando el sector educativo de una forma más explícita que en la Ley General de Educación. Destacan la promoción de la divulgación de la ciencia y la tecnología para favorecer a la cultura científica nacional (véase cuadro 6) y el fomento a las vocaciones científicas y tecnológicas (véase cuadro 7).

Dos documentos de la Organización Mundial para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) pueden considerarse intermedios entre la Ley General de Educación y la Ley de Ciencia y Tecnología en México. El primero de ellos, publicado en 1996, es el informe titulado “La Educación encierra un tesoro” de la Comisión Internacional sobre la Educación para el siglo XXI marca los que se consideran los saberes necesarios para las nuevas generaciones y en donde se reconoce la importancia de la ciencia dentro de éstos (véase cuadro 33). La Declaración sobre la ciencia y el uso del saber científico de 1999 es donde no sólo reconoce la importancia de las ciencias (véanse cuadros 36 al 39) sino la necesidad del acceso al conocimiento científico (véase cuadro 39).

Un año después de la promulgación de la Ley de Ciencia y Tecnología se celebró la primera etapa de la Cumbre Mundial sobre la Sociedad de la Información, con la participación de una delegación mexicana, estableció la importancia y compromiso de los participantes en favorecer a la ciencia y a la divulgación del conocimiento para la construcción de la Sociedad de la Información (véanse cuadros 40 al 42).

No obstante el lugar ocupado por la ciencia, la educación en ciencias y la divulgación científica y tecnológica en las declaraciones de organismos nacionales e internacionales, llama la atención que las referencias a la educación en ciencias en el Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012 del Gobierno Federal anterior (véanse cuadros 10 al 14)

y el Programa Sectorial de Educación 2007-2012 (véanse cuadros 15 al 17) tenga unas cuantas referencias en vez de colocarse como un apartado principal.

En lo que respecta a la educación media superior, la atención gira en torno a la educación basada en competencias. El Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012 expresa que la educación en ciencias se promoverá desde la educación básica (véase cuadro 12) y el Programa Sectorial de Educación 2007-2012 se refiere a la enseñanza del método de investigación científica y tecnológica (véase cuadro 18) sin proporcionar un programa más detallado.

Figura II.1 Cuadro de Resumen de Políticas Públicas

Políticas Nacionales	
Documento u Organización	Ley o Propuesta
Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.	La educación impartida por el Estado estará basada “en los resultados del progreso científico, luchará contra la ignorancia y sus efectos, las servidumbres, los fanatismos y los prejuicios.”(1)
Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.	El Estado no sólo se ocupará de la educación pública sino que también “apoyará la investigación científica y tecnológica, y alentará el fortalecimiento y difusión de nuestra cultura.” (2)
Ley General de Educación	La educación en México deberá “Favorecer al desarrollo de las facultades para adquirir conocimientos, así como la capacidad de observación, análisis y reflexión críticos.”(3)
Ley General de Educación	La educación en México deberá “Fomentar actitudes que estimulen la investigación y la innovación científicas y tecnológicas”. (4)
Ley de Ciencia y Tecnología	Dentro del objeto de esta Ley se encuentra “Vincular a los sectores educativo, productivo y de servicios en materia de investigación científica, desarrollo tecnológico e innovación” (5)
Ley de Ciencia y Tecnología	“Se promoverá la divulgación de la ciencia y la tecnología con el propósito de ampliar y favorecer la cultura científica y tecnológica en la sociedad.”(6)
Ley de Ciencia y Tecnología	“Se fomentarán las vocaciones científicas y tecnológicas desde los primeros ciclos educativos para favorecer su vinculación con

	la investigación científica, el desarrollo tecnológico, y,” (7)
Ley de Ciencia y Tecnología	“El Programa Especial de Ciencia y Tecnología a cargo del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) entre sus aspectos básicos, debe abordar el “Fortalecimiento de la cultura científica y tecnológica nacional” (8)
Ley de Ciencia y Tecnología	“El Gobierno Federal apoyará la investigación científica y tecnológica que contribuya significativamente a desarrollar un sistema de educación, formación y consolidación de recursos humanos de alta calidad.” (9)
Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012	“Actualizar los programas de estudio, sus contenidos, materiales y métodos para elevar su pertinencia y relevancia en el desarrollo integral de los estudiantes, y fomentar en éstos el desarrollo de valores, habilidades y competencias para mejorar su productividad y competitividad al insertarse en la vida económica” (10)
Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012	La educación integral “debe abordar, junto con las habilidades para aprender, aplicar y desarrollar conocimientos, el aprecio por los valores éticos, el civismo, la historia, el arte y la cultura, los idiomas y la práctica deportiva”. (11)
Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012	“Promover la educación de la ciencia desde la educación básica (...) el Gobierno Federal pondrá especial énfasis en el estímulo a la enseñanza, difusión y divulgación de la ciencia y la tecnología en todos los niveles educativos (...)”(12)
Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012	“Fortalecer el acceso y la permanencia en el sistema de enseñanza media superior, brindando una educación de calidad orientada al desarrollo de competencias.” (13)
Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012	“Impulsar una reforma curricular de la educación media superior para impulsar la competitividad y responder a las nuevas dinámicas sociales y productivas”. (14)
Programa Sectorial de Educación 2007-2012	“Elevar la calidad de la educación para que los estudiantes mejoren su nivel de logro educativo, cuenten con medios para tener

	acceso a un mayor bienestar y contribuyan al desarrollo nacional”. (15)
Programa Sectorial de Educación 2007-2012	“Establecer competencias para la vida y el trabajo que todos los estudiantes de bachillerato deban desarrollar y que sean la unidad común que defina los mínimos requeridos para obtener una certificación nacional de educación superior” (16)
Programa Sectorial de Educación 2007-2012	“Incorporar a los planes y programas de estudios contenidos y actividades de aprendizaje dirigidas al desarrollo de competencias tanto para la vida como para el trabajo” (17)
Programa Sectorial de Educación 2007-2012	“Incluir en los programas de estudios contenidos y actividades de aprendizaje orientados a la comprensión y aplicación de metodologías de investigación científica y tecnológica, así como trabajar de forma sistemática y con discernimiento sobre criterios propios y ajenos y fuentes de información distintas, con el fin de plantear y resolver adecuadamente los problemas de los diversos campos del conocimiento.” (18)
El Perfil del Egresado en Educación Media Superior	“Desarrolla innovaciones y propone soluciones a problemas a partir de métodos establecidos” (19)
El Perfil del Egresado en Educación Media Superior	“Sustenta una postura personal sobre temas de interés y relevancia general, considerando otros puntos de vista de manera crítica y reflexiva” (20)
Organizaciones Nacionales	
Sociedad Mexicana para la Divulgación de la Ciencia y la Técnica A.C. (SOMEDICyT).	“La divulgación del conocimiento científico y técnico permite establecer los vínculos entre la investigación, la docencia, la tecnología y la industria; entre el científico, el maestro, el técnico y el industrial.” (21)
Sociedad Mexicana para la Divulgación de la Ciencia y la Técnica A.C. (SOMEDICyT)	“La divulgación del conocimiento científico permite entender, analizar y prever el efecto de la ciencia y la técnica sobre la sociedad.” (22)
Sociedad Mexicana para la Divulgación de la Ciencia y la Técnica A.C. (SOMEDICyT)	“La divulgación del conocimiento científico y técnico construye otra forma de enseñanza de las ciencias y de orientación vocacional a los estudiantes.” (23)
Sociedad Mexicana para la Divulgación de	Los miembros de la SOMEDICyT reconocen

la Ciencia y la Técnica A.C. (SOMEDICyT)	la necesidad de “Lograr que el conocimiento científico y técnico sea accesible a toda la población.” (24)
Sociedad Mexicana para la Divulgación de la Ciencia y la Técnica A.C. (SOMEDICyT)	Entre los objetivos de la SOMEDICyT se encuentra “Propugnar porque el conocimiento científico y técnico sea accesible a todos los sectores de la población.” (25)
Sociedad Mexicana para la Divulgación de la Ciencia y la Técnica A.C. (SOMEDICyT)	“Favorecer el acercamiento y enlace entre la comunidad científica y el resto de la sociedad.” (26)
Sociedad Mexicana para la Divulgación de la Ciencia y la Técnica A.C (SOMEDICyT)	“Conseguir que la divulgación del conocimiento científico y técnico sea reconocida como un labor fundamental igual que la investigación y la docencia.” (27)
Sociedad Mexicana para la Divulgación de la Ciencia y la Técnica A.C (SOMEDICyT)	“Propiciar la evaluación de actividades de divulgación científica” (28)
Sociedad Mexicana para la Divulgación de la Ciencia y la Técnica A.C. (SOMEDICyT)	Una de las propuestas de la SOMEDICyT para cumplir sus objetivos es “Propiciar encuentros entre divulgadores y educadores para enriquecer la enseñanza de la ciencia y la técnica” (29)
Asociación Mexicana de Museos y Centros de Ciencia y Tecnología (AMMCCyT)	“La AMMCCyT se creó el 15 de julio de 1996 como la red de museos y centros de ciencia y tecnología de la República Mexicana. Tiene como tarea común divulgar la ciencia y la tecnología y busca que sus afiliados compartan sus experiencias respecto a su organización y funcionamiento; encuentren soluciones a problemas comunes; intercambien ideas, información, materiales y recursos humanos; favorezcan al desarrollo profesional de sus integrantes; e impulsen la formación de nuevos museos y centros en el país.” (30)
Organismos Internacionales	
Documento u Organización	Contenido
Red de Popularización de la Ciencia y la Tecnología en América Latina y el Caribe (Red-POP).	“La Red-POP fue creada en 1990, en Río de Janeiro, a instancias del Programa de Ciencia, Tecnología y Sociedad de la UNESCO” (31)
Red de Popularización de la Ciencia y la Tecnología en América Latina y el Caribe (Red POP)	“Resulta imprescindible alcanzar una mejor comprensión del rol que juegan los factores científico y tecnológico en el proceso de desarrollo, concebido éste como integral, endógeno y centrado en el hombre” (32)

Red de Popularización de la Ciencia y la Tecnología en América Latina y el Caribe (Red POP)	“(…) los distintos programas de popularización de la ciencia y la tecnología que funcionan en la región frecuentemente enfrentan límites a su acción, en el marco generalizado de restricciones presupuestarias a nivel nacional(…) (33)
Red de Popularización de la Ciencia y la Tecnología en América Latina y el Caribe (Red POP)	“(…) Hasta el presente no existe un mecanismo regional para potenciar los diversos esfuerzos nacionales” (34)
Red de Popularización de la Ciencia en América Latina y el Caribe (Red-POP)	“La Red de Popularización de la Ciencia en América Latina y el Caribe (Red POP) persigue movilizar los potenciales nacionales y regionales, a través de diferentes mecanismos de cooperación, con el propósito de fortalecer la popularización de la ciencia y la tecnología en la Región” (35)
Red de Popularización de la Ciencia y la Tecnología en América Latina y el Caribe (Red-POP)	“El objetivo general de la Red POP es contribuir al fortalecimiento, intercambio y activa cooperación entre los centros y programas de popularización de la ciencia y la tecnología en América Latina y el Caribe.” (36)
Documentos u Organización	Contenido
Informe “La educación encierra un tesoro”.	Frente a la sociedad del conocimiento se encuentra “la necesidad, entre otras, de una iniciación temprana a la ciencia, a sus formas de aplicación, al difícil esfuerzo por dominar el progreso dentro del respeto a la persona humana y su integridad” (37)
Informe “La educación encierra un tesoro”.	“Incumbe a la educación la tarea de inculcar tanto a los niños como a los adultos las bases culturales que les permitan descifrar en la medida de lo posible el sentido de la mutaciones que están produciéndose. Para ello se requiere efectuar una selección en la masa de informaciones para poder interpretarlas mejor y situar los acontecimientos en una historia global.” (38)
Informe “La educación encierra un tesoro”.	“Los sistemas educativos deben responder a los múltiples retos que les laza la sociedad de

	la información, en función siempre de un enriquecimiento continuo de los conocimientos y del ejercicio de una ciudadanía adaptada a las exigencias de nuestra época.” (39)
Informe “La educación encierra un tesoro”.	“La necesidad –que mañana será aun más aguda- de abrirse a la ciencia y a su mundo, que es la llave para entrar en el siglo XXI con sus profundos cambios científicos y tecnológicos.” (40)
Declaración sobre la ciencia y el uso del saber científico.	“En nuestros días, aunque se perfilan avances científicos sin precedentes, hace falta un debate democrático vigoroso y bien fundado sobre la producción y la aplicación del saber científico.” (41)
Declaración sobre la ciencia y el uso del saber científico.	Se considera “la necesidad cada vez mayor de conocimientos científicos para la adopción de decisiones, ya sea en el sector público o en el privado, teniendo presente en particular la influencia que la ciencia ha de ejercer en la formulación de políticas y reglamentaciones.” (42)
Declaración sobre la ciencia y el uso del saber científico.	Se considera “que el acceso al saber científico con fines pacíficos desde una edad muy temprana forma parte del derecho a la educación que tienen todos los hombres y mujeres, y que la enseñanza de la ciencia es fundamental para la plena realización del ser humano, para crear una capacidad científica endógena y para contar con ciudadanos activos e informados.” (43)
Declaración sobre la ciencia y el uso del saber científico.	“Hoy, más que nunca, la ciencia y sus aplicaciones son indispensables para el desarrollo. Mediante los apropiados programas de educación e investigación, las autoridades, sea cual fuere su ámbito de competencia, y el sector privado deben prestar más apoyo a la construcción de una capacidad científica y tecnológica adecuada y distribuida de manera equitativa, fundamento indispensable de un desarrollo económico, social, cultural y ambiental racional.” (44)

<p>Declaración sobre la ciencia y el uso del saber científico.</p>	<p>“La enseñanza, en sentido amplio, sin discriminación y que abarque todos los niveles y modalidades, es un requisito previo fundamental de la democracia y el desarrollo sostenible. En los últimos años se han tomado medidas en todo el mundo para promover la enseñanza básica para todos (...) (respecto al papel esencial de las mujeres en el progreso científico) “La enseñanza, la transmisión y la divulgación de la ciencia deben construirse sobre esta base.” (45)</p>
<p>Declaración sobre la ciencia y el uso del saber científico.</p>	<p>“La igualdad de acceso a la ciencia no sólo es una exigencia social y ética para el desarrollo humano, sino que además constituye una necesidad para explotar plenamente el potencial de las comunidades científicas de todo el mundo y orientar el progreso científico de manera que se satisfagan las necesidades de la humanidad. (...)” (46)</p>
<p>Declaración de Principios. Construir la Sociedad de la Información: Un desafío global para el nuevo milenio.</p>	<p>“Reconocemos que la ciencia desempeña un papel cardinal en el desarrollo de la Sociedad de la Información. Gran parte de los elementos constitutivos de esta sociedad son el fruto de los avances científicos y técnicos que han sido posibles gracias a la comunicación mutua de los resultados de la investigación.” (47)</p>
<p>Declaración de Principios. Construir la Sociedad de la Información: un desafío global para el nuevo milenio.</p>	<p>“La capacidad universal de acceder y contribuir a la información, las ideas y el conocimiento es un elemento indispensable en una Sociedad de la Información integradora.” (48)</p>
<p>Declaración de Principios. Construir la Sociedad de la información: un desafío global para el nuevo milenio.</p>	<p>Los países participantes en la Cumbre “Nos esforzamos en promover el acceso universal, con las mismas oportunidades para todos, al conocimiento científico y la creación y divulgación de información científica y técnica, con inclusión de las iniciativas de acceso abierto para las publicaciones científicas.”(49)</p>

En esta sección se revisó la reconocida importancia de la educación en ciencias y el acceso al conocimiento científico como áreas fundamentales para las nuevas generaciones. Pese a que en México existieron iniciativas importantes en el desarrollo de la cultura científica nacional, las últimas políticas públicas en educación tuvieron una escasa atención hacia el papel de la educación científica y tecnológica y la divulgación. Esto habla de una falta de congruencia entre lo expresado en leyes y declaraciones y los programas elaborados por las autoridades educativas.

El hecho de que las políticas públicas mexicanas en materia educativa contemplen la educación en ciencias, la promoción de la investigación y el apoyo a actividades como la divulgación científica debería traducirse en mejores niveles educativos en el país. Sin embargo, en la prueba del Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos (PISA) de la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE) implementada en 2006, los resultados fueron negativos, México estuvo entre el lugar 48 y 49 de los 57 países que participaron en la prueba (OCDE, 2007).

Pese a que la reforma en educación media superior se implementó dos años después de la evaluación, resulta preocupante que toda la legislación previa no haya brindado mejores resultados. Posiblemente si la educación en ciencias haya sido un área de resultados satisfactorios, iniciativas como la SOMEDICyT habrían sido de otra naturaleza.

Esta situación resulta preocupante, la falta de una adecuada educación en ciencias dificulta la inserción de las nuevas generaciones de ciudadanos mexicanos en el nuevo entorno mundial, capacitados para ser creadores y difusores del conocimiento. La educación media superior es un área que merece especial atención ya que es el último nivel de preparación previo a la educación superior y, en varios casos, el último nivel educativo antes de que el estudiante ingrese al mercado laboral.

La divulgación de la ciencia, el acceso al conocimiento debería ser un punto clave para preparar a los estudiantes de éste nivel, que recientemente ha sido clasificado como obligatorio. Se hace necesario insistir en que el sistema educativo mexicano es profundamente desigual, la divulgación de la ciencia se vuelve un auxiliar para procurar cubrir los vacíos de la educación científica de la sociedad, promover el interés por la ciencia y la tecnología y fomentar las vocaciones de estudiantes inclinados hacia la ciencia.

Probablemente, cuanto mayor sea el acceso de las personas a una educación de calidad, la divulgación tendrá una labor más específica. Es necesario hacer valer las disposiciones oficiales expresadas en las leyes correspondientes e impulsar la educación en ciencia como un área fundamental para la formación de los estudiantes, futuros ciudadanos.

Recordemos que las recomendaciones de los organismos internacionales y el diseño de políticas públicas para la mejora de la enseñanza de las ciencias y el futuro de la tecnología

parten de diagnósticos que se generan de procesos de evaluación. Es por eso que resulta relevante la implementación de acciones que permitan el logro de metas en las áreas de ciencia y tecnología.

NOTAS

- 1 Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, 1917, 2012, Capítulo I, De los Derechos Humanos y sus Garantías. Artículo 3º, sección II, pág. 4. Disponible en <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/1.pdf>
- 2 Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, 1917, 2012, Capítulo I, De los Derechos Humanos y sus Garantías. Artículo 3º, sección V, pág. 5. Disponible en <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/1.pdf>
- 3 Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 1993, 2012, Capítulo I De los Derechos Humanos y su Garantías. Artículo 7º, sección II, pág. 2. Disponible en <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/137.pdf>
- 4 Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 1993, 2012, Ley General de Educación, Capítulo I, Disposiciones Generales. Artículo 7º, sección VII, pág. 2. Disponible en <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/137.pdf>
- 5 Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 2002, 2009,2012, Ley de Ciencia y Tecnología, Capítulo I, Disposiciones Generales. Artículo I, sección V, pág. 2. <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/242.pdf>
- 6 Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 2002, 2012, Ley de Ciencia y Tecnología, Capítulo III, Principios orientadores del apoyo a la investigación científica, desarrollo tecnológico e innovación. Artículo 12, sección XII, pág. 9. Disponible en: <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/242.pdf>
- 7 Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 2002, 2009, 2012, Ley de Ciencia y Tecnología, Capítulo III, Principios orientadores del apoyo a la investigación científica, desarrollo tecnológico e innovación. Artículo 12º, sección XIX, pág. 10. Disponible en: <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/242.pdf>
- 8 Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 2002, 2012, Ley de Ciencia y Tecnología, Capítulo IV, Instrumentos de apoyo a la investigación científica, el

- desarrollo tecnológico y la innovación, sección III, Programa Especial de Ciencia y Tecnología. Artículo 21°, párrafo II, inciso e. Pág. 13. Disponible en: <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/242.pdf>
- 9 Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 2002, 2012, Ley de Ciencia y Tecnología, Capítulo VIII, Relaciones entre la Investigación y la Educación. Artículo 42°, pág. 25. Disponible en: <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/242.pdf>
- 10 Gobierno Federal, Presidencia de la República, 2007, Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012, Eje 3 Igualdad de Oportunidades, apartado 3.3 Transformación Educativa, Objetivo 9 Elevar la calidad educativo, Estrategia 9.3, pág. 184. Disponible en: http://pnd.calderon.presidencia.gob.mx/pdf/PND_2007-2012.pdf
- 11 Gobierno Federal, Presidencia de la República, 2007, Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012, Eje 3 Igualdad de Oportunidades, apartado 3.3 Transformación Educativa, Objetivo 12 Promover la educación integral de las personas en todo el sistema educativo, pág. 190. Disponible en: http://pnd.calderon.presidencia.gob.mx/pdf/PND_2007-2012.pdf
- 12 Gobierno Federal, Presidencia de la República, 2007, Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012, Eje 3 Igualdad de Oportunidades, apartado 3.3 Transformación Educativa, Objetivo 12 Estrategia 12.6, pág. 192-193. Disponible en: http://pnd.calderon.presidencia.gob.mx/pdf/PND_2007-2012.pdf
- 13 Gobierno Federal, Presidencia de la República, 2007, Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012, Eje 3, Igualdad de Oportunidades, apartado 3.3 Transformación Educativa, Objetivo 13, pág. 193. Disponible en: http://pnd.calderon.presidencia.gob.mx/pdf/PND_2007-2012.pdf
- 14 Gobierno Federal, Presidencia de la República, 2007, Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012, Eje 3, Igualdad de oportunidades, apartado 3.3, Transformación Educativa, Objetivo 13, estrategia 13.4, pág. 195. Disponible en: http://pnd.calderon.presidencia.gob.mx/pdf/PND_2007-2012.pdf
- 15 Secretaría de Educación Pública, 2007, Programa Sectorial de Educación 2007-2012, Objetivo 1, pág. 11. Disponible en: http://promep.sep.gob.mx/infgene/prog_sec.pdf
- 16 Secretaría de Educación Pública, 2007, Programa Sectorial de Educación 2007-2012, Objetivo 1, inciso 1.7, pág. 25. Disponible en: http://promep.sep.gob.mx/infgene/prog_sec.pdf

- 17 Secretaría de Educación Pública, 2007, Programa Sectorial de Educación 2007-2012, Objetivo 1, inciso 1.7, tercer párrafo, pág. 25. Disponible en: http://promep.sep.gob.mx/infgene/prog_sec.pdf
- 18 Secretaría de Educación Pública, 2007, Programa Sectorial de Educación 2007-2012, Objetivo 4, inciso 4.5, segundo párrafo, pág. 44. Disponible en: http://promep.sep.gob.mx/infgene/prog_sec.pdf.
- 19 Secretaría de Educación Pública, sin fecha, Perfil del Egresado en Educación Media Superior, Competencia Genérica 5, pág. 2. Disponible en:
http://www.reforma-iems.sems.gob.mx/work/sites/riems/resources/FileDownload/126/triptico_perfil_egresado.pdf
- 20 Secretaría de Educación Pública, sin fecha, Perfil del Egresado en Educación Media Superior, Competencia Genérica 6, pág. 2. Disponible en:
http://www.reforma-iems.sems.gob.mx/work/sites/riems/resources/FileDownload/126/triptico_perfil_egresado.pdf
- 21 Sociedad Mexicana para la Divulgación de la Ciencia y la Técnica A.C. (SOMEDICyT), 1986, Manifiesto de la SOMEDICyT, cuarto párrafo. Disponible en <http://www.somedicyt.org.mx/historia.html>
- 22 Sociedad Mexicana para la Divulgación de la Ciencia y la Técnica A.C. (SOMEDICyT), 1986, Manifiesto de la SOMEDICyT, quinto párrafo. Disponible en <http://www.somedicyt.org.mx/historia.html>
- 23 Sociedad Mexicana para la Divulgación de la Ciencia y la Técnica A.C. (SOMEDICyT), 1986, Manifiesto de la SOMEDICyT, sexto párrafo. Disponible en: <http://www.somedicyt.org.mx/historia.html>
- 24 Sociedad Mexicana para la Divulgación de la Ciencia y la Técnica A.C. (SOMEDICyT), 1986, Manifiesto de la SOMEDICyT, inciso B). Disponible en: <http://www.somedicyt.org.mx/historia.html>
- 25 Sociedad Mexicana para la Divulgación de la Ciencia y la Técnica A.C. (SOMEDICyT), 1986, Manifiesto de la SOMEDICyT, Objetivos, inciso a). Disponible en: <http://www.somedicyt.org.mx/historia.html>
- 26 Sociedad Mexicana para la Divulgación de la Ciencia y la Técnica A.C. (SOMEDICyT), 1986, Manifiesto de la SOMEDICyT, Objetivos, inciso c). Disponible en: <http://www.somedicyt.org.mx/historia.html>

- 27 Sociedad Mexicana para la Divulgación de la Ciencia y la Técnica A.C. (SOMEDICyT), 1986, Manifiesto de la SOMEDICyT, Objetivos, inciso e). Disponible en: <http://www.somedicyt.org.mx/historia.html>
- 28 Sociedad Mexicana para la Divulgación de la Ciencia y la Técnica A.C. (SOMEDICyT), 1986, Manifiesto de la SOMEDICyT, Objetivos, inciso i). Disponible en: <http://www.somedicyt.org.mx/historia.html>
- 29 Sociedad Mexicana para la Divulgación de la Ciencia y la Tecnología A.C. (SOMEDICyT), 1986, Manifiesto de la SOMEDICyT, Propuestas, inciso 4). Disponible en <http://www.somedicyt.org.mx/historia.html>
- 30 Asociación Mexicana de Museos y Centros de Ciencia y Tecnología (AMMCCyT), sin fecha, ¿Qué es la AMMCCyT? Disponible en: <http://museosinteractivos.org/ammccyt.pl>
- 31 Red de Popularización de la Ciencia en América Latina y el Caribe (Red-POP), sin fecha, Principios de Funcionamiento, en ¿Qué es la Red POP? Disponible en: <http://www.redpop.org/redpopasp/paginas/pagina.asp?PaginaID=3>
- 32 Red de Popularización de la Ciencia en América Latina y el Caribe (Red-POP), 2011, *Prólogo*, en Estatuto de la Red POP, pág. 1. Disponible en: <http://www.redpop.org/redpopasp/paginas/pagina.asp?PaginaID=54>
- 33 Red de Popularización de la Ciencia en América Latina y el Caribe (Red-POP), 2011, *Prólogo*, Estatuto de la Red-POP, pág. 1. Disponible en: <http://www.redpop.org/redpopasp/paginas/pagina.asp?PaginaID=54>
- 34 Red de Popularización de la Ciencia en América Latina y el Caribe (Red-POP), 2011, *Prólogo*, en Estatuto de la Red-POP, pág. 1. Disponible en: <http://www.redpop.org/redpopasp/paginas/pagina.asp?PaginaID=54>
- 35 Red de Popularización de la Ciencia en América Latina y el Caribe (Red-POP), 2011, *Prólogo*, en Estatuto de la Red-POP, pág. 1. Disponible en: <http://www.redpop.org/redpopasp/paginas/pagina.asp?PaginaID=54>
- 36 Red de Popularización de la Ciencia en América Latina y el Caribe (Red POP), 2011, *Objetivo General*, (inciso 1.1) en Estatuto 2011 de la Red-POP, pág. 2. Disponible en: <http://www.redpop.org/redpopasp/paginas/pagina.asp?PaginaID=54>
- 37 Comisión Internacional sobre la Educación para el siglo XXI, “La Educación encierra un tesoro” (compendio), 1996. Prólogo, pág. 14. Disponible en: http://www.unesco.org/education/pdf/DELORS_S.PDF

- 38 Comisión Internacional sobre la Educación para el siglo XXI, 1996, “La Educación encierra un tesoro” (compendio), Capítulo 2, Pistas y Recomendaciones, séptimo punto, pág. 32. Disponible en: http://www.unesco.org/education/pdf/DELORS_S.PDF
- 39 Comisión Internacional sobre la Educación para el siglo XXI, 1996, “La Educación encierra un tesoro” (compendio), Capítulo 2, Pistas y Recomendaciones, último párrafo, pág. 32. Disponible en: http://www.unesco.org/education/pdf/DELORS_S.PDF
- 40 Comisión Internacional sobre la Educación para el siglo XXI, 1996, “La educación encierra un tesoro” (compendio), Capítulo 6, Pistas y Recomendaciones, segundo párrafo, pág. 36. Disponible en: http://www.unesco.org/education/pdf/DELORS_S.PDF
- 41 Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), 1999, Declaración sobre la ciencia y el uso del saber científico, Preámbulo, inciso 4. Disponible en: http://www.unesco.org/science/wcs/esp/declaracion_s.htm
- 42 Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), 1999, Declaración sobre la ciencia y el uso del saber científico, Preámbulo, consideraciones, inciso 9. Disponible en: http://www.unesco.org/science/wcs/esp/declaracion_s.htm
- 43 Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, (UNESCO), 1999, Declaración sobre la ciencia y el uso del saber científico, Preámbulo, consideraciones, inciso 10. Disponible en: http://www.unesco.org/science/wcs/esp/declaracion_s.htm
- 44 Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), 1999, Declaración sobre la ciencia y el uso del saber científico, Capítulo 3, La ciencia al servicio del desarrollo, inciso 33. Disponible en: http://www.unesco.org/science/wcs/esp/declaracion_s.htm
- 45 Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), 1999, Declaración sobre la ciencia y el uso del saber científico, Capítulo 3, La ciencia al servicio del desarrollo, inciso 34. Disponible en: http://www.unesco.org/science/wcs/esp/declaracion_s.htm
- 46 Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), 1999, Declaración sobre la ciencia y el uso del saber científico, Capítulo 4, La ciencia en la sociedad y la ciencia para la sociedad, inciso 42. Disponible en: http://www.unesco.org/science/wcs/esp/declaracion_s.htm

- 47 Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) y la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), Cumbre Mundial sobre la Sociedad de la Información Ginebra 2003 – Túnez 2005, 2004, Declaración de Principios. Construir la Sociedad de la Información: Un desafío global para el nuevo milenio. Apartado A, inciso 7. Disponible en: <http://www.itu.int/wsis/docs/geneva/official/dop-es.html>
- 48 Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) y la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), Cumbre Mundial sobre la Sociedad de la Información Ginebra 2003 – Túnez 2005, 2004, Declaración de Principios. Construir la Sociedad de la Información: un desafío global para el nuevo milenio. Apartado B, sección B3, inciso 24. Disponible en: <http://www.itu.int/wsis/docs/geneva/official/dop-es.html>
- 49 Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) y la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), Cumbre Mundial sobre la Sociedad de la Información Ginebra 2003 – Túnez 2005, 2004, Declaración de Principios. Construir la Sociedad de la Información: un desafío global para el nuevo milenio. Apartado B, Sección B3, inciso 28. Disponible en: <http://www.itu.int/wsis/docs/geneva/official/dop-es.html>

III. Marco Teórico

Esta es la construcción de un modelo teórico metodológico para explorar la incidencia que tienen los productos de divulgación científica sobre las condiciones de educabilidad de los estudiantes de bachillerato en el estudio de una asignatura científica dentro del marco de la Reforma Integral de la Educación Media Superior (RIEMS).

Para el desarrollo del modelo estructuraremos nuestros referentes teóricos a partir de una breve conceptualización de los elementos del estudio y las aportaciones de autores en el campo de la divulgación científica.

III.1 Educación y Comunicación

Comunicación

Dado que para entender la comunicación educativa primero debemos tratar qué es la comunicación, un término que se utiliza a menudo pero que, como señaló Aparici (2003) ha sufrido una tergiversación, pues se utiliza para designar fenómenos que en realidad no la representan.

La comunicación es un proceso importante para el desarrollo del ser humano y sociedad y, como es un concepto que abarca dimensiones antropológicas, filosóficas y sociológicas, podría parecer complicado. Podemos utilizar la idea inicial de Arreguín (1986) y definir la educación como la relación establecida entre dos sujetos, A y B, de forma sincrónica o asincrónica, a través de distintos medios transmitiendo mensajes. En su perspectiva, tomando la comunicación desde un sentido amplio, comunicación sería tanto leer una novela escrita hace siglos como recibir la llamada de un amigo y conversar con él. Esto sucede porque tanto el autor de la novela como nuestro amigo nos habrían enviado un mensaje, tendríamos contacto con éste y habríamos emitido una respuesta, que en caso de la novela, serían los sentimientos y reflexiones que nos provoca. Hasta este punto tenemos ya una idea inicial, pero convendría revisarla para llegar a un concepto más depurado.

Para ampliar nuestra perspectiva en torno a la comunicación, podemos consultar el libro *El Proceso de la Comunicación* de David K. Berlo, publicado originalmente en 1960. Berlo hacía una serie de consideraciones sobre el estudio existente en torno a la

comunicación, ya fueran textos de Aristóteles o el modelo de comunicación propuesto por Shannon y Weaver unas décadas antes. Berlo propuso su propio modelo, ampliando o añadiendo elementos para poder explicar la comunicación como un proceso que tiene una finalidad.

Hemos mencionado que la comunicación es una relación entre dos o más sujetos. La definición de Berlo la hace más concreta: la comunicación como proceso es la base para la interacción social y los sistemas sociales. Es la forma en la que logramos tener influencia o efecto sobre nosotros mismos, nuestros semejantes y el mundo que nos rodea (1993).

En efecto, la sociedad no puede existir si no hay un grupo de individuos que interactúan y comienzan a trabajar en conjunto, satisfaciendo sus necesidades mutuamente y siguiendo una serie de reglas aceptadas y reconocidas por la mayoría. Esto se logra gracias a la comunicación, que permite que los individuos se relacionen y comiencen a definir las características del proceso en el que lo hacen, el proceso comunicativo (1993). Por ejemplo, los procesos comunicativos que se tienen en la infancia nos enseñan la forma correcta de expresarnos y las situaciones en las que hay que guardar silencio y aquellas donde no conviene ser demasiado francos. Si un niño no aprende las reglas de comunicación, tendrá constantes problemas para interactuar con otros, aunque maneje un amplio vocabulario y domine más de un idioma. Esto sucedería porque no se ajustaría a las reglas o características del proceso de comunicación que son condicionados por los sistemas sociales y que son base para nuevos procesos de comunicación. Es decir, la comunicación y la sociedad tienen una relación de mutua interdependencia.

Tomando en cuenta la importancia de la relación entre A y B podemos buscar la forma en la que su comunicación será más efectiva. El modelo de Berlo proporciona una lista de elementos para el análisis. Pensando que A es quien inicia el proceso, jugaría el rol de *Fuente*. Para poder comunicarse necesita de las habilidades comunicativas de hablar o escribir, según sea la forma en que se comunicará, y la reflexión. Tendrá un conjunto de actitudes hacia B y hacia sí mismo, ya sean favorables o desfavorables, un nivel de conocimiento respecto a lo que va a decir y una posición sociocultural determinada, similar o distinta a la de B.

Para comunicarse con B, puede utilizar un medio como el habla o una carta, incluso sólo tendría que hacer un gesto determinado, apelando al oído o la vista de B, que identificaríamos como *canales* (Berlo, 1993). Si A decidiera hablar lo que diría constituye el mensaje. El mensaje está constituido por un grupo de símbolos llamado *código* (que en este caso serían las palabras), un contenido: lo que quiere decir y un tratamiento: la forma en lo que lo dice.

B, en su papel de *Decodificador-receptor* escucharía el mensaje de B. Al igual que A, también cuenta con habilidades comunicativas, que en este caso serían el escuchar y la reflexión, las actitudes, un nivel de conocimientos y una posición sociocultural. Una vez que recibe y entiende el mensaje, si el proceso de comunicación fue exitoso B responderá de una forma esperada por A.

La descripción anterior resulta sencilla, pero Berlo (1993) nos advierte de la complejidad que existe al analizar distintas situaciones ¿y si A fuera ciego y B sordo? Además resalta que, en la realidad, la distinción entre A y B no existe. Nunca se es solamente emisor ni solamente receptor. Se diferenció ambos elementos únicamente para poder desarrollar el modelo.

En la realidad, la comunicación es una interrelación más profunda y dinámica de lo que puede apreciarse. Para Aparici (2003) la comunicación implica que los sujetos que participan en ella establezcan un diálogo que los haga tomar conciencia mutua y los transforme de forma continua. Cualquier otro fenómeno, como la propaganda, la difusión de información o la llamada “interactividad” tecnológica no son realmente hechos comunicativos.

De ese modo, podemos conjuntar las tres perspectivas descritas y ver a la comunicación sí como una relación, establecida a través de un proceso y donde los involucrados establecen un diálogo donde influyen mutuamente y se transforman, creando las bases para la vida en sociedad.

Educación

El otro fenómeno involucrado es la educación. La educación es tema de constante debate: los padres se preocupan por la educación que reciben sus hijos en la escuela, los mayores se escandalizan por la mala educación de los jóvenes y la educación es un tema relevante en las campañas y discursos de los políticos. La educación es, cómo se ha visto, muy importante para la sociedad, pero ¿qué es?

Al igual de lo que sucede con la comunicación, es posible encontrar que la palabra es usada en varias ocasiones sin entender a qué se refiere. Tomemos la definición de Feroso Estébanez como punto de partida para entender la educación, la cual sería: “Proceso exclusivamente humano, intencional, intercomunicativo y espiritual, en virtud del cual se realizan con mayor plenitud la instrucción, la personalización y la socialización del hombre” (2007, pág. 137). Gracias a la educación aprendemos a conocernos a nosotros mismos y a los demás; desarrollamos nuestras facultades y adquirimos el conocimiento que necesitamos para vivir en nuestro contexto. A lo anterior, Irigoyen, Jiménez y Acuña añaden que su función es “la preservación de la cultura.” (2007, pág. 13)

La educación, aunque normalmente se asocia con el aula de clase, no está encerrada en el plantel escolar. De hecho, en la actualidad se reconocen tanto la educación formal como la no formal y la informal. Reynoso Haynes (2012) describe estas tres clasificaciones: La primera categoría corresponde a todos los procesos educativos que tienen lugar en instituciones que están organizadas de acuerdo a una jerarquía y una sucesión cronológica.

En México, la educación formal la constituyen las instituciones que conforman los niveles de educación básica, educación media superior y educación superior. El estudiante inicia a una edad determinada en preescolar y debe completar cada nivel educativo para acceder al siguiente.

La educación no formal también tiene reconocimiento, pero que no están dentro del programa escolarizado y atiende a poblaciones específicas con una necesidad educativa determinada. Por ejemplo, los cursos de capacitación docente, los centros de educación en matemáticas o un programa de diplomado.

Por último, la educación informal es la que tiene lugar en las experiencias y situaciones de la vida diaria. Ha diferencia de la educación formal y no formal, que tienen una duración determinada, Reynoso Haynes (2012) nos señala que esta educación dura toda la vida. Situaciones de educación informal podemos observarlas en la educación familiar, el comportamiento en espacios públicos, el adiestramiento en una actividad laboral o el aprendizaje que obtienen las personas al utilizar medios como la televisión, la Internet o los libros.

Dimensión dentro de la Comunicación Educativa

En los dos apartados anteriores puede observarse que tanto la comunicación como la educación son fenómenos importantes para la vida en sociedad, de hecho, se puede decir que sin ellos ni la sociedad ni el ser humano podrían existir. Además, podemos encontrar que tienen una relación profunda entre sí ¿cómo puede un maestro enseñar a un estudiante o una madre a su hijo sin comunicarse? Covi Drueta sentencia: “Enseñar siempre es comunicar” (pág. 14)

Esta idea tiene bastante sentido. Si nos remitimos al aula de clase, el profesor se comunica con sus estudiantes y éstos se comunican con él y con sus compañeros. Es por eso que Fermoso Estébanez entiende a la comunicación educativa como “una comunicación especial, en la que la participación, la donación y las demás características son cualificadas y específicamente aplicadas” (2007, pág. 71) Si retomamos el concepto comunicativo de Berlo, el profesor y los estudiantes participan en un proceso donde se tiene un efecto sobre la forma en que piensan, actúan y se relacionan.

El estudiante aprende a contar, sumar y restar, lo cual lo ayuda a comprender un poco mejor cómo utilizar el dinero que le dan sus padres y el docente busca maneras en que pueda ejercitar ese conocimiento y reflexiona sobre la mejor forma de enseñar aritmética a otros niños. A esto Arreguín (1983) agrega que el aprendizaje es la respuesta a los estímulos de información que el profesor le hace llegar.

Hasta el momento, parece bastante clara la relación que existe entre la comunicación y la educación. No obstante, vale la pena que hagamos algunas consideraciones. Para empezar, podemos distinguir entre los tipos de comunicación educativa. Feroso Estébanez (2007) habla acerca de la comunicación pedagógica objetiva y la comunicación pedagógica subjetiva. El primer tipo se desarrolla en razón de conseguir un aprendizaje, que el estudiante complete una tarea. El segundo toma la forma de un diálogo cuyo objetivo es el perfeccionamiento mutuo de educador y educando. Sin embargo, debido a que la condición de superioridad del docente impide un diálogo de igual a igual, Feroso Estébanez considera que, hasta antes de la universidad, toda la comunicación pedagógica pertenecería a la primera categoría.

Más allá de esta reflexión, existen numerosos estudios que buscan abordar la comunicación educativa. En la introducción al libro *Comunicación Educativa en la Sociedad de la Información*, Aparici (2003) narra brevemente la historia de los estudios en comunicación educativa que se desarrollaron desde mediados del siglo XX y que tuvieron un auge desde la década de 1990. A lo largo de esos años se han desarrollado modelos de comunicación educativa. Algunos investigadores y docentes han hecho énfasis en la enseñanza de la tecnología y los medios. Otros han hecho que los estudiantes jueguen el rol de técnicos y productores de medios y otros más se han dedicado al análisis de contenido de los medios. Por último, podemos identificar el modelo que integra las perspectivas anteriores.

Estos no son los únicos modelos existentes. En complemento a los descritos por Aparici, Crovi Drueta (2007) indica que “algunos autores sostienen que la relación entre comunicación y educación puede ser entendida desde perspectivas: a) comunicación en la educación, b) la educación para la recepción (de mensajes), c) educación en red” (pág. 11). La primera abordaría las estrategias y medios de comunicación dentro del proceso educativo. La segunda capacitaría a los estudiantes para comprender y analizar lo que leen, ven y escuchan en los medios de comunicación y la última perspectiva centra la actividad en el uso de recursos cibernéticos para las actividades didácticas.

Hasta el momento contamos con una noción de lo que es la comunicación educativa. Puede verse como una categoría especial de la comunicación humana y también como un área educativa que emplea los conocimientos y recursos de la comunicación para la formación de sus estudiantes, ya sea como receptores, usuarios, técnicos y/o críticos de los mensajes de comunicación.

Podríamos quedar satisfechos con las concepciones anteriores, sin embargo, corremos el riesgo de naufragar en conceptos. Mario Kaplún (2003) comenta que el uso de las tecnologías informáticas y audiovisuales y la noción de “educar es comunicar” están muy presentes en lo que personas del medio educativo relaciona con la comunicación educativa. Para ilustrar el significado de esto, Kaplún narra en forma breve la historia del educador francés Célestine Freinet (1896-1960).

Buscando la manera de mejorar el aprendizaje de los niños en una escuela multinivel marginada de Provenza, Freinet montó una pequeña imprenta para que los estudiantes imprimieran composiciones y textos que preparaban. Más tarde, en una escuela con estudiantes de mayor edad, Freinet organizó un periódico escolar elaborado con el material que los estudiantes investigaban y redactaban. El periódico era distribuido en la localidad, lo que exigía que los estudiantes elaboraran material de calidad, buscando formas de despertar el interés de los lectores, entretenerlos e informarlos.

El periódico escolar de Freinet llegó a otras escuelas y no pasó mucho tiempo para que otros profesores y sus estudiantes organizaran su propio periódico e intercambiándolo con publicaciones de otras escuelas. Fue así que los estudiantes provenzales de Freinet, acostumbrados al campo y a la montaña, conocieron la vida cercana a la costa y a los puertos del Atlántico gracias a la lectura del periódico que les enviaban estudiantes de Bretaña, y éstos aprendieron sobre la vida en Provenza.

Como podemos ver, ahora los estudiantes podían utilizar lo que aprendían en las clases de gramática, geografía, historia, biología y matemáticas para elaborar un producto y compartirlo con otros e intercambiar información con otros niños de regiones cercanas o apartadas de su país. Es decir, su conocimiento era importante, ya no era sólo un requisito para aprobar el curso sino que tenía un impacto social. Kaplún (2003) resalta que el hecho de *comunicar* de forma efectiva los temas de estudio permite que el estudiante aprenda mejor porque para comunicar un conocimiento hace falta tratarlo para que pueda ser entendido por otros y esto no se logra si no se comprende de qué se está hablando o escribiendo.

Es así que la comunicación educativa adquiere una nueva dimensión. No es solamente un conjunto de estrategias o recursos para que los estudiantes y docentes trabajen mejor y consigan cumplir los objetivos del programa, sino que también favorece a que los estudiantes puedan comunicar lo que aprenden, comunicar el conocimiento con impacto social. Es por eso que Kaplún sentencia “dime qué comunicación practicas y te diré qué educación propugnas” (2003, pág. 76) La comunicación educativa debe plantear la interrogante: ¿Los espacios y canales de interacción del espacio educativo corresponden a los objetivos educativos?

Como ya hemos dicho, es verdad que la comunicación está presente en la educación, pero no como un fenómeno anexo o secundario, porque “si educarse es involucrarse en un proceso de múltiples interacciones, un sistema será tanto más educativo cuanto más rica sea la trama de flujos comunicativos que sepa abrir y poner a disposición de los educandos” (Kaplún, 2003, pág. 78) Trabajar por mejorar el proceso y los canales de comunicación en contextos educativos, ya sean formales, no formales o informales, es mejorar la educación y de eso se encarga la comunicación educativa.

Tecnología Educativa

Aunque la tecnología educativa ha sido un término que ha contado con mucha popularidad en épocas recientes no es para nada novedosa. El uso de las tablillas de arcilla y punzones para que los estudiantes practicasen la escritura es una tecnología educativa, lo mismo que el lápiz y los cuadernos. Sin embargo, el auge de la informática y los medios de comunicación audiovisuales han abierto nuevos campos.

Lo importante no es usar la tecnología educativa, sino saber para qué y cómo hay que utilizarlos para que sean efectivos. Además de la comunicación interpersonal, el docente y el educando cuentan con otros medios para interactuar. Pueden utilizar el pizarrón, los cuadernos, exámenes y listas de calificaciones. Medios menos tradicionales pero que han ganado mucho terreno serían los proyectores y las computadoras. En todo caso, lo importante es, como revisamos en el apartado anterior, ampliar las posibilidades de interacción.

III.2 Dimensión de Estudio

Educabilidad

Este estudio está enfocado en experimentar con las condiciones de educabilidad de los estudiantes. Feroso Estébanez define esta propiedad como:

“La cualidad específicamente humana o conjunto de disposiciones y capacidades del educando, básicamente su plasticidad y ductilidad, que le permiten recibir influencias y reaccionar ante ellas, con lo que elabora nuevas estructuras espirituales, que lo personalizan y socializan” (1990, pág. 235)

La educabilidad es lo que permite que el ser humano aprenda, que se perfeccione. Es lo que hace posible el desarrollo de la personalidad y la socialización del individuo (Feroso Estébanez, 2007). Para este autor, la educabilidad existe gracias a la autoconciencia, la capacidad de comunicarse y la libertad humanas (2007).

El concepto de educabilidad es revisado por Neufeld y Thisted (2004) quienes exploran algunos de los autores que han trabajado con dicho concepto. De acuerdo a la revisión que hacen del artículo “Las condiciones de educabilidad de los niños y adolescentes en América Latina” de Néstor López y Juan Carlos Tedesco publicado en 2002. En este artículo, López y Tedesco (citados por Neufeld y Thisted, 2004, pág.86) define la educabilidad como: “el conjunto de recursos, aptitudes o predisposiciones que hacen posible que un niño o adolescente pueda asistir exitosamente a la escuela”. También se hace referencia a la definición que dio Luis Navarro sobre las condiciones de educabilidad que comprenden “el conjunto y la dinámica de factores y condiciones socioculturales y familiares que juegan en la relación entre escuela, familia y sociedad” (2003, citado por Neufeld y Thisted, 2004, pág. 86)

Aunque hablan en términos menos concretos que la definición de Feroso Estébanez, tienen similitudes al momento de hablar de educabilidad como un conjunto de disposiciones o predisposiciones. La diferencia es que Feroso Estébanez habla de una dimensión espiritual (2007) mientras que López y Tedesco hablan de una “construcción social” (citado por Neufeld y Thisted, 2002, pág. 86) desarrollada por las condiciones familiares del niño y que pueden estar en tensión con lo que la escuela (o como lo plantean Neufeld y Thisted), los docentes esperan de ellos. Mientras que Navarro agrega a la sociedad en su conjunto dentro de la relación. (2004)

En realidad es posible tratar a la educabilidad como un factor social y cultural que se configura de manera diferenciada en cada individuo, pero que no deja de estar presente en ninguno. Otro aspecto a considerar es que, siguiendo el desarrollo del concepto que realiza Feroso Estébanez (2007) al considera la educabilidad como *potencia* para ser educado, el hecho de recibir educación hace el perfeccionamiento una realidad.

A lo anterior es posible añadir que la educación también impacta en la misma educabilidad. Si un niño es educable para enseñarle a leer y a escribir, al completar dicho aprendizaje será educable para las reglas de gramática y ortografía. De manera semejante, resulta complicado enseñar a un estudiante el cálculo de aceleración si primero no ha comprendido el concepto de la velocidad.

III.3 Conceptos de estudio.

Comprensión

Para abordar la educabilidad el trabajo de investigación comprende dos variables: La comprensión y la valoración de los estudiantes de educación media superior en el área de ciencias.

Una primera idea de lo que puede entenderse como comprensión es la definición que proponen Carpio, Virginia, Flores y Canales en el artículo *La naturaleza conductual de la comprensión* (2000):

“(…) el empleo del término “comprensión” está orientado a identificar la correspondencia entre el comportamiento de los individuos y las demandas que deben satisfacerse en una determinada situación y no al estado mental de los individuos. De hecho, hablar de comprensión en el ámbito de lenguaje ordinario equivale a hablar de la correspondencia efectiva entre el actuar y su circunstancia, siempre como adecuación social funcionalmente pertinente del comportamiento” (pág. 206)

En este artículo se dan algunos ejemplos sobre situaciones de interacción social, en particular, expresiones lingüísticas, donde los individuos responden de manera distinta de acuerdo a la situación de acuerdo a si comprendieron o no la expresión.

Hacemos uso de la definición anterior como base para un concepto de comprensión más específico para el campo de la educación en ciencias. Ésta se encuentra en el texto *¿Qué son las competencias científicas?* de Carlos Augusto Hernández (2005) quien menciona que: “El problema es que se da con frecuencia el caso de que muchos estudiantes repiten lenguajes científicos sin comprenderlos” (pág. 6). Este autor denuncia la adquisición del conocimiento como ejercicio memorístico y señala la importancia de apropiarse del conocimiento para cambiar la perspectiva de uno mismo y su mundo (Hernández, 2005) como puede verse en el texto “Hemos añadido la idea de *comprensión* a nuestra noción general de competencia porque el conocimiento que se aplica sin comprenderlo contradice el criterio fundamental de racionalidad de las ciencias, las cuales tienen en común la aspiración a la claridad y a la coherencia” (2005, pág. 21)

Para una formación integral, Hernández expone lo siguiente:

“comprensión teórica, que permite conocer una validez y otros modos de ser distintos al nuestro, y que hace posible interpretar los fenómenos como expresiones de regularidades generales o de leyes universales, debe llevar paralelamente a un desarrollo de la sensibilidad que permite actuar en situaciones que no examinamos bajo la perspectiva de leyes o conceptos universales. Se requiere una especial sensibilidad para imaginar relaciones no conocidas entre variables de un fenómeno; se requiere cierta disposición aprendida para encadenar un acontecimiento a una serie de experiencias y conocimientos que permiten asignarle un sentido” (2005, pág. 19)

Para hablar de comprensión en el área científica, resulta necesario entonces que los estudiantes, manejando el conocimiento, puedan intervenir en una situación,

describiéndola o modificándola de acuerdo a lo que se necesite, e inclusive, generar nuevas hipótesis utilizando el conocimiento previo.

Valoración

La segunda variable de estudio es la Valoración. La definición utilizada como guía está expresada en un listado de competencias científicas elaborado por Hernández (2005) de acuerdo a las modalidades para abordar las ciencias. Tomando a las ciencias como “Ciencias como escuelas de racionalidad o prácticas paradigmáticas”, una de las competencias consiste en: “capacidad de reconocer y valorar críticamente el impacto social de los conocimientos científicos y de reconocer relaciones entre ciencia, técnica y sociedad.” (2005, pág. 27)

A lo anterior añadimos una de las habilidades reconocidas en el informe de la prueba 2006 del Programa Internacional de Evaluación de Alumnos aplicada por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE). Esta prueba estuvo enfocada en la evaluación de la competencia científica y una de las habilidades que confirman dicha competencia es la “Conciencia de cómo las ciencias y la tecnología dan forma a nuestros entornos materiales, intelectuales y culturales.” (OCDE, 2007, pág. 39).

Una segunda habilidad relacionada es “Voluntad de involucrarse como ciudadano reflexivo en cuestiones relacionadas con la ciencia y as ideas científicas. Esto se refiere al valor que los alumnos otorgan a las ciencias, tanto en los temas como en el enfoque científico para comprender el mundo y resolver los temas” (ibíd.).

El informe PISA 2006 (OCDE, 2007) añade que, además de la adquisición de conocimientos, la educación en ciencias también deben fomentar actitudes favorables a las ciencias, porque éstas “desempeñan un papel importante en las decisiones que toman los alumnos para desarrollar sus conocimientos sobre las ciencias, optar por carreras científicas y utilizar conceptos y métodos científicos de manera productiva a lo largo de sus vidas” (pág. 44)).

De esta forma, se hace necesario evaluar la valoración de los estudiantes hacia las ciencias y su estudio, lo cual repercute en su disposición hacia el aprendizaje en esta área. Según lo expresado en la cita anterior, una valoración desfavorable disminuiría la disposición de los estudiantes al estudio de las ciencias.

III.4 ¿Qué es la divulgación científica?

“Divulgación” es el término usado en forma convencional en México cuando se habla de transmitir información y ayudar a que el público comprenda cómo se hace ciencia y cuál es su propósito. También se busca dar a conocer cómo se genera tecnología a partir del conocimiento científico, cómo se construyen teorías y cómo se conduce una investigación. (Tagüeña, Rojas y Clara, 2006)

Para Tagüeña y de Regules (2003), la comunicación de la ciencia puede tomar cuatro facetas: difusión, popularización, apropiación y divulgación. En la difusión, la comunicación de la ciencia se da entre especialistas que comparten saberes y descubrimientos. La popularización lleva la ciencia y los principios de investigación a todos los sectores de la sociedad, mientras que la apropiación implica la participación del público en el acercamiento y comprensión del saber científico.

La divulgación de la ciencia es, en un concepto simple “la comunicación de la ciencia al público no especializado” (Tagüeña y de Regules, 2003, pág. 55) Algunas definiciones más amplias nos dicen que la divulgación científica es “una labor multidisciplinaria cuyo objetivo es comunicar, utilizando una diversidad de medios, el conocimiento científico a distintos públicos voluntarios, recreando ese conocimiento con fidelidad, contextualizándolo para hacerlo accesible.” (Sánchez, citada por Reynoso Haynes, 2012, pág. 89) Esta última es la que Reynoso Haynes señala como la más aceptada en México (2012)

A partir de las definiciones anteriores es posible desarrollar la forma en que los individuos pueden entrar en contacto con la ciencia.

Para la creación de nuevo conocimiento resulta necesario que los conocimientos, propuestas, hipótesis, experimentos y hallazgos sean compartidos entre los especialistas. Sería imposible que un científico descubriera todo lo que necesita saber por su propia cuenta. No obstante, si la comunicación del conocimiento científico existiera sólo entre unos cuantos eruditos, la ciencia se empobrecería al no ser un bien común para la sociedad.

Resulta entonces necesario que cualquier individuo de una sociedad tenga acceso a los conocimientos científicos sin necesidad de ser un experto en la materia. Debido a que probablemente resultaría complicado poder comunicarse personalmente con un investigador y obtener la información deseada, las personas requieren medios que le permitan tener acceso a la ciencia y al quehacer científico.

La comunicación de los saberes científicos a través de medios especializados comenzó en 1655 con las publicaciones de “*Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, en Inglaterra, y la *Journal des Scavans*, en Francia” (Mendoza Álvarez, 2003, pág.62), más de dos siglos después de que Johann Gutenberg inventará la imprenta de tipos móviles que permitían una mayor facilidad para la reproducción de textos y trece años después de la muerte de Galileo Galilei, cuya obra es conocida como el inicio de la ciencia moderna.

Resulta acertada la consideración de Mendoza Álvarez acerca de que a medida que se incrementaba la importancia de la ciencia y su aplicación (es decir, la tecnología) para el desarrollo económico e industrial de las naciones, resultó más importante que el público comprendiera la ciencia, se interesara por ella y así facilitar que hubiera más profesionales en distintas áreas de investigación y tecnología. De esto último, el autor comenta el caso de Michael Faraday (1791-1867), célebre químico y físico inglés que se interesó por la ciencia al leer artículos de la Enciclopedia Británica y el libro “*Conversations on Chemistry*” en su adolescencia (2003)

De esta forma la comunicación de la ciencia, abordada desde la divulgación científica para efectos del presente estudio, resulta no sólo una herramienta para acercar al público al saber científico, sino también para comprender el método y la filosofía de la ciencia. Además, puede funcionar como un medio para fomentar el interés y valoración por el estudio de la ciencia. Es un incentivo a la formación de vocaciones científicas, necesarias para el desarrollo de la investigación y la tecnología, áreas importantes para el desarrollo social.

1.1. ¿Cómo comunicar la ciencia?

Bruce Lewenstein desarrolló una serie de modelos para explicar cómo se llevaba a cabo la divulgación científica. Los modelos de Lewenstein son descritos por Mendoza Álvarez (2003), quien menciona que el modelo convencional a mediados del siglo XX era el modelo de déficit, en el cuál se daba por sentado que el público contaba con una comprensión elemental de las ciencias y que resultaba necesaria la divulgación para cubrir esa falta de conocimiento.

Sin embargo Lewenstein desarrolló nuevos modelos que buscaba superar las presuposiciones del modelo de déficit, que reducía el acercamiento del público al conocimiento científico. Mendoza Álvarez (2003) señala que el trabajo de Lewenstein y otros académicos consistió en identificar y describir otros criterios que intervenían en la relación del público y los contenidos de ciencia:

- Tensión entre conocimiento científico y sus efectos. Lo que el público aprecia son los resultados de la actividad científica y las personas e instituciones relacionadas a ella. Por ejemplo, un aspecto como el monopolio de las medicinas ejercida por ciertos laboratorios farmacéuticos provoca que la percepción de la ciencia se vuelva negativa, mientras que un adelanto en el tratamiento del cáncer propiciaría una percepción positiva.
- Tensión entre el conocimiento de los expertos y el conocimiento de personas legas en contextos de interacción cotidiana. Retomando la medicina como ejemplo, puede existir tensión entre una persona que toma el remedio natural para los efectos de la “cruda” y el de un médico que le recomienda lo que considera más efectivo para aliviar los síntomas de una intoxicación alcohólica
- Tensión entre los expertos científicos y el control público en las democracias modernas. Los científicos adquieren gran influencia debido a que sus investigaciones ofrecen conocimientos necesarios para la toma de decisiones por parte del Gobierno e instituciones públicas. Sin embargo, los científicos y las personas con alto nivel de formación en ciencias constituyen una minoría frente a una gran cantidad de personas que no tienen la preparación adecuada para participar ni cuestionar el trabajo e iniciativas del ramo de los investigadores. Estos, en cierto modo, pueden llegar a conformar una clase diferenciada del resto de la sociedad, con el riesgo limitar el acceso de la población al conocimiento científico e impedir que participen en la generación de ciencia y en la toma de decisiones. Esto sería viciar la naturaleza misma de la ciencia, que no puede verse como propiedad de un grupo de personas, pues es un patrimonio de la sociedad.

Mendoza Álvarez (2003) señala que frente a estas tensiones, la divulgación científica ha sido reorientada a nuevos modelos que fomenten la integración del público a la ciencia. Estos modelos serían el de contexto, que reconoce públicos de características diferenciadas, el modelo lego-experto para la investigación y el modelo de foro para la participación del público en debates con respecto a la ciencia y su incidencia en el sector público.

Sin embargo, conviene hacer una reflexión sobre lo que “comunicar la ciencia” puede implicar. En su artículo *Una cultura sin cultura. Reflexiones críticas sobre la “cultura científica”* (2003) el físico Jean-Marc Lévy-Leblond señala que comunicar la ciencia pensando que un grupo de sabios lleve el conocimiento científico al gran público lego, es decir, sin conocimientos, resulta equivocado.

Sucede que aunque los científicos sean especialistas en un tema, no significa que estén mejor preparados que cualquier otra personas en otra área del conocimiento. Él mismo reconocía que, como físico, tenía poco que decir respecto a la ingeniería de una central nuclear.

Junto a esta ilusoria supremacía del científico sobre la gente normal, Levy-Leblond también explicaba que muchas veces se daba por sentado que la gente no se interesaba por la ciencia porque no la comprendía. No obstante, como lo explicaba Mendoza Álvarez en la tensión referente al control público en las democracias modernas (2003), se puede atribuir buena parte de la aparente apatía del público hacia la ciencia debido al escaso poder (o control) con el que se perciben para influir sobre las orientaciones, procedimientos y finalidades del quehacer científico.

Para ejemplificar dicha situación, en México existe un Foro Consultivo Científico y Tecnológico (FCCyT). Este órgano está formado por investigadores y especialistas en ciencia y tecnología que proporcionan asesoría a los gobernantes y legisladores en la implementación y evaluación de políticas públicas.

Los integrantes del FCCyT son titulares de distintos centros académicos y de investigación en México, de manera que la mayor parte de los ciudadanos no tiene capacidad de elegirlos o proponer candidatos, por lo que este órgano no es representativo de la sociedad y refuerza la percepción de alejamiento del sector científico con la ciudadanía.

Para Levy-Leblond la necesidad y el objetivo está claro, se trata de reintegrar la ciencia a la cultura como un bien compartido por toda la sociedad (2003). Esta “dimensión científica de la cultura común” contendría algunos de los elementos básicos descritos por Reynoso Haynes:

“los contenidos mínimos requeridos, procurando un balance entre el conocimiento global y las aplicaciones y propuestas locales; las herramientas y destrezas básicas para poder acceder a la información y emplearla para construir conocimiento nuevo para el contexto local; y los valores y actitudes que deben acompañar cualquier decisión relacionada con ciencia y tecnología, tanto a nivel personal como colectivo. Además, se debe promover la comprensión sobre cómo se construye el conocimiento desde la perspectiva del pensamiento complejo (...) Por último, toda propuesta de cultura científica debe favorecer el desarrollo humano, para que la población y todos sus individuos tengan mejor calidad de vida.” (2012, pág. 70).

Cabe hacer una precisión: la comunicación con el público que establecen los profesionales de la divulgación científica, los divulgadores, debe contar con una verdadera interacción. El divulgador de la ciencia debe llevar el contenido científico y dar cuenta a la comunidad académica o científica de la respuesta que ha obtenido, de las características y necesidades de las personas a las que ha llevado el mensaje. El anterior es el *Modelo de Información de Información Ecológica* de Alicia Castillo y que describe Reynoso Haynes (2012)

Siguiendo los puntos anteriores, no es posible entender el proceso de la divulgación científica como la simple acción de proporcionar información con la que la población no cuenta, sino que es el proceso auxiliar para integrar la ciencia a la cultura de la población. Éste debe dar a conocer la ciencia de acuerdo a las características del público al que está dirigido, permitiendo no sólo la “traducción” de conocimientos técnicos a un lenguaje más accesible para las personas no especializadas, sino que también dé a conocer la naturaleza y principios de la ciencia, la forma en que se aplica y puede aplicarse e incentivando el interés por estudiar, despertar la curiosidad científica y promover una mayor participación de la sociedad en el debate sobre cómo debe ser empleado el conocimiento científico para el bienestar común.

III.5 La divulgación científica dentro de la comunicación educativa.

En referencia a la comunicación educativa, vale la pena mencionar que los productos de divulgación científica quedan como recursos para llevar los contenidos educativos a los estudiantes. Ya sea en libros, formatos de audio, video o contenido multimedia alojado en un portal web.

Pero como se ha visto, lo importante no es que los estudiantes tengan otro material didáctico, sino que tengan opciones de utilizar el conocimiento. Para garantizar que los productos de divulgación científica tengan opciones de retroalimentación para los estudiantes, el docente debería utilizar el contenido de los productos de divulgación científica como base para actividades didácticas donde el estudiante pueda demostrar lo aprendido y, especialmente, compartirlo con otros.

Investigaciones sobre la divulgación científica en la enseñanza de las ciencias

No todos los recursos didácticos fueron elaborados expresamente para serlo, depende de la creatividad e intenciones del docente. Lo mismo sucede con la divulgación científica, algunos productos funcionan como tales para acercar al público a la ciencia, tal es el caso del cine.

Guerra Retamosa (2004) trabajó con secuencias cinematográficas de dos películas para que estudiantes de secundaria tuvieran una nueva forma de conocer el proceso para realizar una investigación, las condicionantes políticas, sociales y culturales del proceso y la ética del investigador. El estudio concluyó en que, con la adecuada planeación didáctica,

las secuencias cinematográficas pueden ayudar a que el estudiante relacione la ciencia con la realidad.

El uso de secuencias cinematográficas fue retomado por García Borrás (2005) que realizó un estudio en el que usaba una secuencia de ciencia ficción para ilustrar las leyes de la dinámica a estudiantes de Escuela Secundaria Obligatoria (ESO) de España. La planeación de la actividad contempla comenzar con los estudiantes contestando un cuestionario previo de ideas generales, después ven la escena y el docente explica lo que sucede con relación a la dinámica. Después se aplica un segundo cuestionario con preguntas específicas acerca de lo visto y su relación con el tema de estudio. Borrás concluye que el cine es un recurso versátil que no sólo puede emplearse para presentar situaciones diversas, sino que también entretiene y capta la atención del espectador.

Una segunda publicación de Borrás (2008) recalca las posibilidades del cine como medio de divulgación científica gracias a su popularidad entre los jóvenes. Proponía dos variantes para el uso del cine: como introducción a un tema o como un repaso a la lección, pudiendo utilizarse fragmentos de una cinta o la película completa. Para Borrás, la calidad cinematográfica de las secuencias es un asunto secundario. En cambio, subraya la necesidad de una adecuada planeación didáctica.

La propuesta de Borrás resulta interesante no sólo por el uso del cine como medio divulgador, sino para que los estudiantes puedan reflexionar acerca de lo que ven, pues en el cine es común encontrar versiones tergiversadas o erróneas del conocimiento y la labor científica. Esto último resulta una propuesta de educación para los medios.

Otro medio de comunicación que ha sido estudiado es la Internet. Díez Rodríguez (2005) realizó un estudio piloto con un grupo de estudiantes de Bachillerato de las áreas de Ciencias de la Naturaleza y Ciencias e Ingeniería. Buscaba averiguar si el uso de recursos de Internet mejoraba la comunicación entre docentes y estudiantes. Este estudio explora la importancia que los estudiantes concedían a las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), su facilidad de uso y la valoración que otorgaban a la experiencia. El estudio concluye que los estudiantes valoran de forma positiva la actividad, sin embargo, encontró necesaria una previa capacitación en el uso de las TIC y una adecuación de los recursos dentro de la planeación didáctica.

Dos investigaciones ofrecen una visión distinta en la divulgación científica para el estudio de las ciencias. Tanto Torres Climent (2009) como Carretero Gómez (2010) realizaron un estudio donde estudiantes del último grado de secundaria desarrollaban sus propios productos de divulgación.

En el estudio de Torres Climent, los estudiantes realizaban videos donde presentaban las instrucciones y el desarrollo de experimentos sencillos para ilustrar temas

de estudio en Física. Los videos eran colocados en el portal web de videos Youtube. Además de evaluar la calidad técnica de las producciones, se exploró la valoración de los estudiantes hacia la experiencia. Éstos se mostraron entusiasmados con la actividad y manifestaron que comprendían mejor los contenidos de la asignatura, lo cual se reflejó en un mayor promedio de calificaciones con respecto a los trimestres donde trabajaron con actividades de laboratorio convencionales.

Los estudiantes que participaron en el estudio de Carretero Gómez prepararon una exposición similar a un museo para compartir los temas que estudiaban en las clases de biología celular con los compañeros del plantel, montando paneles informativos, maquetas y fotografías de microscopio en las instalaciones del colegio.

De esa forma, los docentes buscaron propiciar una experiencia de investigación y comunicación de conocimiento. Los estudiantes mostraron entusiasmo para el montaje de la exposición y buscaron documentarse con fuentes de información adicionales, manifestando una mejor comprensión de los contenidos de la clase revisados.

En los estudios mencionados, se abordaron tanto las dimensiones de actitudes como de conocimiento. En general, los estudiantes valoraron de forma positiva las actividades y manifestaron una mejor comprensión de los temas de estudio. Conviene recalcar que los autores expresaron la necesidad de una adecuada planeación didáctica para las actividades.

Investigaciones de referencia directa.

García Borrás en su artículo *Las escenas cinematográficas: una herramienta para el estudio de las concepciones alternativas de física y química* (2011), presentó los hallazgos de una nueva investigación acerca de las posibilidades del cine en la enseñanza de las ciencias.

El objetivo de la investigación era averiguar si los estudiantes de los tres últimos grados de ESO y primero de Bachillerato eran capaces de identificar ideas científicas en secuencias cinematográficas, la mayoría de las cuáles del género de ciencia-ficción, seleccionadas para los contenidos de cada grado. El coordinador de la actividad presentaba un video y luego los estudiantes contestaban un breve cuestionario sobre lo que habían visto y el contenido científico que habían identificado.

En general, los resultados de la prueba mostraron que los estudiantes tenían un conocimiento superficial de los temas de estudio, pues sus respuestas adolecen de imprecisiones y de escasa comprensión de los principios físicos y químicos.

En cuanto a la atención y participación de los estudiantes, García Borrás indica que el bajo número de preguntas sin respuesta es un indicador del interés y motivación de los estudiantes por participar en la actividad.

Lo anterior sería una consecuencia de la novedad de la actividad y al contacto habitual de los estudiantes con el cine y la televisión. El informe concluye al señalar la pertinencia del cine para explorar las preconcepciones de los estudiantes en el área de ciencias y motivarlos a su estudio.

Una investigación de los recursos multimedia como apoyos a la enseñanza de las ciencias fue la que presentó Torres Zuñiga en el informe *Aplicación de los weblogs para incrementar el aprendizaje sobre termodinámica a nivel preuniversitario* (2011).

Esta investigación fue de corte cuasiexperimental, pues utilizó dos parejas distintas de grupos escolares del último grado preuniversitario. Uno de los grupos fue de control y el otro experimental, trabajando con una pareja distinta para cada semestre. Los grupos de control trabajaron únicamente con el material didáctico y se les recomendó constantemente utilizar los libros de consulta. En cuanto a los grupos experimentales, sumaron un blog o bitácora en línea como recurso didáctico.

El objetivo de la investigación era conocer el efecto que tenían los contenidos multimedia publicados en un blog sobre su motivación, actitudes y rendimiento académico en el estudio del material correspondiente a los temas de termodinámica para una asignatura de física.

La metodología empleada siguió el modelo de *preprueba y posprueba*, Al inicio del semestre, los estudiantes (quienes ya habían estudiado mecánica clásica en semestres anteriores) contestaron un cuestionario sobre sus actitudes hacia la física y una prueba de evaluación respecto a la termodinámica.

Un mes después, al comenzar a revisar los contenidos del curso correspondientes a la termodinámica, el docente comenzó a compartir los contenidos del blog *El Tao de la Física* aún disponible en la dirección <http://vicente1064.blogspot.mx> actualizando los contenidos cada dos sesiones de clase.

Los estudiantes consultaban el sitio fuera de clase y debían publicar comentarios e información complementaria para el material, los cuales eran revisados por el docente para valorar la calidad del aporte y determinar si eran tomados en cuenta o no.

Al terminar el estudio de la termodinámica y proseguir con el programa de la materia, el blog dejó de utilizarse. Un mes después de que terminaron el estudio, se aplicaron de nuevo las pruebas de actitudes y rendimiento académico, esto con el fin de observar los cambios a mediano plazo.

Al inicio de cada semestre, los cuatro grupos obtuvieron promedios con pocas variaciones. Un mes después de revisar los temas de termodinámica, las pruebas indicaron que tanto los grupos de control y los experimentales habían incrementado sus puntuaciones en actitudes y en su rendimiento académico, pero el promedio de los grupos experimentales tenía un incremento mayor al de los grupos control.

Estos resultados llevaron a la conclusión de que un blog es un aporte relevante para el aprendizaje de las ciencias y fomenta las actitudes positivas y motivación para su estudio. El autor señala que el blog ayuda a la interacción de docentes y estudiantes tomando en cuenta el tiempo relativamente corto para cubrir el programa de estudios completo, que incluye varios módulos de distinta temática. Sugiere que se utilice el blog a lo largo de todo un semestre para cubrir material de mayor relación entre sí a lo largo de todo un semestre.

III.6 Competencias Científicas

Vale la pena hacer una breve consideración sobre el concepto de la competencia científica. Hernández dedica buena parte del texto *¿Qué son las competencias científicas?* (2005) para describirlas. Una competencia sería un “conjunto de saberes, capacidades y disposiciones que hacen posible actuar e interactuar de manera significativa en determinados contextos” (pág. 20) Es decir, el estudiante que cuente con una competencia en ciencias tiene la capacidad de actuar y realizar tareas de manera apropiada cuando sea necesario, ya sea para realizar un trabajo escolar o para resolver un problema fuera de la escuela.

Pensando en que éstas competencias pueden aplicarse tanto para ciencias naturales como para ciencias sociales, las competencias científicas se refieren a “capacidades indispensables para producir, apropiar y aplicar comprensivamente los conocimientos científicos en las ciencias” (pág. 23)

La definición que proporciona la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) en su *Informe PISA 2006* resulta también de utilidad para formar una idea de lo que son las competencias científicas, comprendiendo las siguientes habilidades:

“Conocimiento científico y utilización de ese conocimiento para identificar cuestiones, adquirir nuevos conocimientos, explicar, fenómenos científicos y sacar conclusiones a partir de pruebas en problemas relacionados con las ciencias (...) *Comprensión de los rasgos característicos de las ciencias como forma humana de conocimiento e investigación (...) Conciencia de cómo las ciencias y la tecnología dan forma a nuestros entornos materiales, intelectuales y culturales (...) Voluntad de*

involucrarse como ciudadano reflexivo en cuestiones relacionadas con las ciencias y con las ideas científicas (...)” (2007, pág. 39)

Todas estas consideraciones dan la pauta para considerar que un estudiante competente que un estudiante “competente en ciencias” está capacitado para investigar, aprender y aplicar conocimientos, comprendiendo en qué consisten, no sólo los principios científicos que está manejando y los fenómenos a los que se acerca, sino que también tiene conciencia de cómo estos conocimientos influyen en su situación social y cultural, frente a lo cual se siente dispuesto a trabajar y proponer.

Lo anterior nos lleva a los conceptos de comprensión y valoración, las cuales aparecen como elementos importantes de la competencia científica y como esta competencia científica es la que también favorece a que los estudiantes a “adquirir nuevos conocimientos”, encontramos su impacto en las condiciones de educabilidad. Es decir, la educabilidad estaría constituida por diversas competencias, incluyendo la científica.

III.7 Educación Media Superior en México

Para tener una noción respecto a la composición y estructura del sistema educativo mexicano, conviene revisar el informe *Panorama Educativo 2011* publicado por el Instituto Nacional de Evaluación Educativa (INEE). En la sección de *Estructura y Dimensión del Sistema Educativo Mexicano* es donde es posible encontrar la información general de los niveles educativos, incluyendo el nivel medio superior.

El informe del INEE (2012) indica que este nivel es obligatorio desde 2010 y las autoridades educativas del país esperan que alcance la cobertura total en el 2020, por el momento, la obligatoriedad será gradual. Esto debido a que se debe conseguir una cobertura total de toda la población escolar.

El bachillerato general, el bachillerato tecnológico y la modalidad profesional técnico son los tres modelos educativos principales. El bachillerato general tiene un énfasis en la formación propedéutica de estudiantes para que ingresen a instituciones de educación superior. El bachillerato tecnológico y la educación técnica profesional también cuentan con esta formación propedéutica y ofrecen a los estudiantes la preparación para participar en el mercado laboral.

Las tres modalidades educativas agrupadas en este nivel concentran una gran variedad de subsistemas e instituciones que varían no sólo en su normatividad y programa de estudios, sino también en tipo de sostenimiento, control administrativo y gestión (INEE, 2012) como puede consultarse en la figura x.

El hecho de que la educación media superior (EMS) en México se encontrara tan diversificada en distintos programas que atendían las tres modalidades educativas, fue la razón para que en la pasada administración federal se propusiera conseguir una mayor integración de este nivel educativo, tanto para facilitar su gestión y estandarizar los criterios de calidad (SEP, 2008) como para garantizar que los estudiantes recibieran la preparación adecuada para responder a

“la triple necesidad a la educación media: ser el vínculo entre la educación básica y la superior, dar elementos relevantes para que quienes la cursan puedan desempeñarse como ciudadanos y, en su caso, en la educación superior, y responder a la necesidad de una buena parte de los estudiantes de prepararse para el mundo laboral” (SEP, 2008, Anexo Único, sección III, inciso c).

FIGURA III.1 CLASIFICACIÓN DE LA EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR EN MÉXICO POR SU TIPO DE SOSTENIMIENTO, ADMINISTRACIÓN Y GESTIÓN.

TIPO DE SOSTENIMIENTO	Administración	Gestión	Programas incluidos
CENTRALIZADO DEL GOBIERNO FEDERAL.	Centralizado de la Subsecretaría de Educación Superior.	DGTEI	CETIS
			CBTIS
			Escuela Nacional para Ciegos Lic. Ignacio Trigueros.
		DGETA	CBAT
			CBTF
		DGECyTM	Celmar
			CETAC
		DGB	CEB
			Preparatoria Federal Lázaro Cárdenas (Tijuana, B.C)
		Desconcentrado de la Secretaría de Educación Pública	INBA
	IPN	CET	
		CECyT	

Modelo Teórico Metodológico desde la Comunicación Educativa para el análisis de la divulgación científica en Educación Media Superior.

	Centralizado de otros organismos o secretarías.	Sedena, Sagarpa, Senmar, PGR, ISSSTE, etc.	
DESCENTRALIZADO DEL GOBIERNO FEDERAL.			Conalep (D.F. y Oaxaca) CETI Guadalajara Cobach México
DESCENTRALIZADO DE LAS ENTIDADES FEDERATIVAS.			CECyTE Cobach Conalep Emsad Telebach Otros programas.
CENTRALIZADO DE LAS ENTIDADES FEDERATIVAS	Estados		Telebach Emsad Bic CET Instituto Nacional de Bellas Artes Otros programas de los gobiernos estatales.
	Distrito Federal	Instituto de Educación Media Superior D.F.	Preparatorias del gobierno del Distrito Federal
AUTÓNOMO		UNAM	CCH ENP Bachilleratos de las Universidades Autónomas
PRIVADO	Subsidiados (SEP)	DGB	Prefecos
	Subsidiados de las entidades federativas.		Prefecos Telebachillerato por cooperación

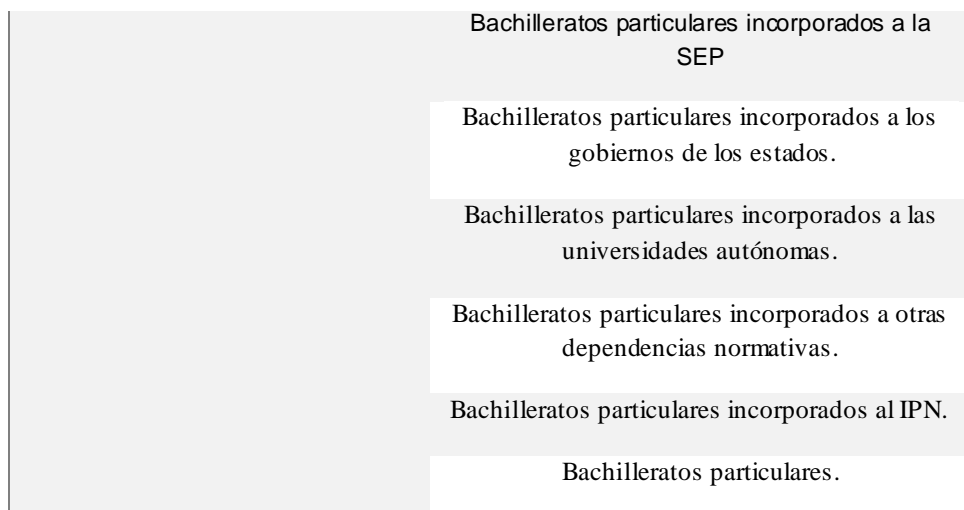


Figura x. Fuente: Estructura y Dimensión del Sistema Educativo Nacional, en Panorama Educativo en México, Instituto Nacional de Evaluación Educativa (INEE). Pág. 51

<http://www.inee.edu.mx/images/panorama2011/estructuraydimension.pdf> **Elaboración propia**

En el año 2008 tuvo lugar la Reforma Integral de la Educación Media Superior (RIEMS). Esta reforma contó con cuatro principios básicos. Estos son: el establecimiento de un Marco Curricular Común para todos los programas de este nivel educativo, la definición de las distintas modalidades de estudio, mecanismos de gestión tales como la actualización docente, establecer criterios de calidad para cada modalidad o el sistema de evaluación. El último eje sería la certificación de las instituciones (Diario Oficial de la Nación, DOF, 2008, art. 2º) que establecía un marco curricular común (MCC) basado en el modelo de educación por competencias, que lograría que todos los estudiantes, sin importar el programa en el que hayan estudiado, compartieran aspectos básicos al completar este nivel de estudios. (SEP, s/f)

Las competencias son definidas por el acuerdo 442 de la SEP como “la integración de habilidades, conocimientos y actitudes en un contexto determinado” (DOF, art. 2º, inciso I, segundo párrafo, 2008) y fueron agrupadas de acuerdo a su orientación y especificidad: genéricas, disciplinares básicas, disciplinares extendidas, profesionales básicas y profesionales extendidas. Para efectos de esta investigación, no se abundará en el contenido de cada una de estas categorías, sino en lo que se refiere a las primeras dos.

Este documento indica que las primeras dos categorías de competencias están presentes en todos los programas de estudio de este nivel, mientras que, de acuerdo a la orientación de cada institución, se adoptarán algunas de las otras categorías (DOF, 2008). Una vez que cada programa adopte el MCC, es necesario que se apropie de éste y o adapte a sus condiciones. Este proceso pasa por lo que la SEP señala como “Niveles de Concreción” (DOF, Anexo único, parte III, inciso c) que inician con el MCC, luego se adapta en los modelos educativos de cada institución y se integran a los planes de estudio.

Éstos se adecuan a las condiciones específicas de cada plantel escolar y finalmente las actividades didácticas implementan los planes de estudio para cada grupo escolar dentro del aula de clases (DOF, 2008).

Perfil de Egreso.

Como revisamos anteriormente, las competencias genéricas y las competencias disciplinares básicas son compartidas por los distintos planes de estudio de cada programa de EMS y constituyen el perfil de egreso para cada estudiante de este nivel. Las competencias disciplinares básicas las podemos identificar con las áreas de conocimiento en idiomas, ciencias naturales y ciencias sociales, cada una abordada en distintas asignaturas de acuerdo a cada plan de estudios.

Por otro lado, las competencias genéricas, tienen un menor grado de especificidad y son la base para el desarrollo de las demás competencias del MCC. Estas competencias cumplen con las características de poder aplicarse en distintos contextos y situaciones. Los estudiantes formados en el MCC, encuentran que las competencias genéricas son un apoyo importante para sus estudios y actividades académicas, además de que adquieren facilidad para entrenar nuevas competencias (SEP, s/f) En el cuadro x observamos a detalle las once competencias reconocidas, agrupadas en distintas categorías de acuerdo a su contenido.

Figura III.2. Competencias Genéricas del Perfil de Egreso en Educación Media Superior.

Categoría	Competencia	Descripción
El alumno se autodetermina y cuida de sí.	Se conoce y valora a sí mismo y aborda problemas y retos teniendo en cuenta los objetivos que persigue.	El estudiante reconoce sus aptitudes, debilidades y emociones. Sabe reconocer cuando necesita ayuda. Elige en base a criterios y objetivos de su proyecto de vida. Asume las consecuencias de sus actos. Administra sus recursos.
	Es sensible al arte y participa en la apreciación e interpretación de sus expresiones en distintos géneros.	Aprecia el arte y su expresión de ideas y emociones. Entiende el arte como una forma de comunicación con otras culturas y épocas. Participa en actividades artísticas.

Modelo Teórico Metodológico desde la Comunicación Educativa para el análisis de la divulgación científica en Educación Media Superior.

	<p>Elige y practica estilos de vida saludables.</p>	<p>Reconoce la importancia de la actividad física para su desarrollo integral.</p> <p>Valora hábitos y conductas de riesgos y actúa en consecuencia.</p> <p>Establece relaciones interpersonales.</p>
<p>Se expresa y se comunica.</p>	<p>Escucha, interpreta y emite mensajes pertinentes en distintos contextos mediante la utilización de medios, códigos y herramientas apropiadas</p>	<p>Expresa ideas y conceptos mediante distintos lenguajes.</p> <p>Aplica estrategias de comunicación para contextos diferenciados.</p> <p>Identifica las ideas clave de un discurso oral o escrito.</p> <p>Maneja una segunda lengua.</p> <p>Utiliza las tecnologías de información y comunicación para investigar y expresarse.</p>
<p>Piensa crítica y reflexivamente</p>	<p>Desarrolla innovaciones y propone soluciones a problemas a partir de métodos establecidos.</p>	<p>Sigue un procedimiento para conseguir objetivos.</p> <p>Ordena y clasifica información.</p> <p>Identifica los principios esenciales de una serie de fenómenos.</p> <p>Desarrolla hipótesis y los modelos para probar la validez de éstas.</p> <p>Genera conclusiones y nuevas preguntas a partir de experimentos.</p> <p>Utiliza las tecnologías de información y comunicación para el manejo de datos.</p>
	<p>Sustenta una postura personal sobre temas de interés y relevancia general, considerando otros puntos de vista de manera crítica y reflexiva.</p>	<p>Evalúa la relevancia y confiabilidad de distintas fuentes de información.</p> <p>Analiza la validez de argumentos.</p> <p>Reflexiona de forma crítica sobre su propia mentalidad e integra nuevos conocimientos y perspectivas.</p> <p>Elabora argumentos de forma coherente y clara.</p>
<p>Aprende de forma autónoma.</p>	<p>Aprende por iniciativa e interés propio a lo largo de la</p>	<p>Define metas y sigue un procedimiento para generar conocimiento.</p>

Modelo Teórico Metodológico desde la Comunicación Educativa para el análisis de la divulgación científica en Educación Media Superior.

	vida	Identifica el interés y la dificultad que tiene para realizar distintas actividades. Relaciona el conocimiento de distintas áreas y la experiencia de la vida diaria.
Trabaja de forma colaborativa	Participa y colabora de manera efectiva en equipos diversos.	Propone soluciones y procesos de acción. Comparte y discute distintos puntos de vista. Cumple un rol propositivo en tareas de equipo.
Participa con responsabilidad en la sociedad.	Participa con una conciencia cívica y ética en la vida de su comunidad, región, México y el mundo.	Utiliza el diálogo para resolver conflictos. Sus decisiones contemplan el bienestar de la sociedad. Es consciente de sus derechos y obligaciones y la necesidad de ejercerlos. Equilibra el bienestar individual y el comunitario. Se involucra en participar e informarse acerca de fenómenos sociales. Es consciente de la interdependencia global.
	Mantiene una actitud respetuosa hacia la interculturalidad y la diversidad de creencias, valores, ideas y prácticas sociales.	Respeto la equidad y derechos de todas las personas. Dialoga con individuos de otras culturas. Es consciente de la importancia de la integración de los individuos en el contexto local y global.
	Contribuye al desarrollo sustentable de manera crítica, con acciones responsables.	Tiene una actitud favorable a resolver problemas medioambientales. Reconoce las distintas implicaciones del deterioro del medio ambiente. Contribuye a una perspectiva equilibrada en la satisfacción de necesidades y la conservación del ambiente.

Figura III.2. Competencias Genéricas del Perfil de Egreso en Educación Media Superior. Secretaría de Educación Pública, s/f, pág. 2. Tomado de: http://www.reforma-iems.sems.gob.mx/work/sites/riems/resources/FileDownload/126/triptico_perfil_egresado.pdf.

Elaboración propia.

Para la educación en ciencias resultan especialmente relevantes las competencias clasificadas dentro de la categoría “Piensa Crítica y Reflexivamente” pues hacen referencia tanto a las facultades del estudiante para seguir procesos de investigación, generar conocimiento, identificar información válida e integrar nuevas perspectivas a su conocimiento, las cuales son condiciones necesarias para la actividad científica.

III.7.1 El Colegio de Bachilleres del Estado de Sonora.

Dentro de los programas de educación media superior que integran este nivel en el estado de Sonora, esta investigación se concentra en el Colegio de Bachilleres del Estado de Sonora (COBACH) el cuál fue creado en 1975 y que hasta 2010 atendía a poco más de 28 mil estudiantes en 23 de los 72 municipios del Estado (COBACH, reseña histórica, s/f). En particular, la ciudad de Hermosillo, capital del Estado y ubicación del modelo de investigación, cuenta con cinco planteles escolares que conforman la Zona Centro.

Revisando la figura x, se observa que es una institución descentralizada del gobierno del Estado, por lo que tiene una personalidad jurídica y patrimonio propios (COBACH, Quiénes somos, s/f) regido por una Junta Directiva integrado por los directores y rectores de las principales instituciones de educación superior de Sonora, los titulares de las secretarías de Educación y Cultura (SEC) y Hacienda (SH) del gobierno y estatal y la Dirección General, cuyo titular actual es el Prof. Julio Alfonso Martínez Romero. (COBACH, s/f)

Currículum

El COBACH es un programa de bachillerato general que integra capacitación para el trabajo, por lo que sus planes de estudio abarcan todas las categorías de competencias excepto de las profesionales extendidas (SEP, 2008). Los estudiantes reciben asignaturas de Formación Básica en los seis semestres de estudio. A partir de quinto semestre eligen una de las áreas de Formación Propedéutica en las áreas de Químico-Biólogo, Físico-Matemático, Económico-Administrativo o Humanidades y Ciencias Sociales (COBACH, Componentes del plan de estudios, s/f) donde es posible identificar la formación en competencias disciplinares extendidas.

La Formación para el Trabajo ofrece capacitaciones para el Desarrollo Microempresarial, Idiomas, Informática, Contabilidad, Comunicación, Servicios Turísticos y Gastronomía y Nutrición desde cuarto semestre “de acuerdo al contexto y necesidades de

la población estudiantil en cada uno (plantel)” (COBACH, Componentes del Plan de estudios, s/f). Es en esta área donde los estudiantes desarrollan las competencias profesionales básicas.

De acuerdo al plan de estudios (COBACH, s/f), las materias de educación en ciencias naturales son impartidas desde primer semestre con las asignaturas de Matemáticas y Química, las cuales continúan en segundo semestre. Física y Biología son estudiadas en tercero y cuarto. Llama la atención que lo correspondiente a Métodos de Investigación y Ecología no sea estudiado sino hasta el último semestre. Lo mismo ocurre con la Filosofía, que aunque no es una ciencia, si puede entenderse como el inicio del pensamiento científico.

Lo anterior sugiere que la prioridad del plan de estudios consiste en que los estudiantes sean formados en las asignaturas que les proporcionan las nociones elementales respecto a cada área de conocimiento, mientras que las asignaturas de último semestre mencionadas, que tendrían la posibilidad de ser módulos que integren estos distintos conocimientos son revisadas al final de la trayectoria escolar. La pregunta que surge aquí es ¿cuáles serían las implicaciones de que los estudiantes prendieran los principios de la investigación, la filosofía y la ecología desde una etapa más temprana en su formación?

Relación de las competencias científicas con el plan de estudios.

Retomando las ideas en torno a las competencias científicas, encontramos que, de acuerdo a la revisión del plan de estudios del COBACH, los estudiantes adquieren los conocimientos necesarios para cada disciplina científica desde el primer grado. Sin embargo, no cuentan con una reflexión inicial en una metodología de investigación o la filosofía, por lo que su comprensión de la manera de realizar una investigación en distintas áreas bajo distintas perspectivas, o su reflexión sobre la naturaleza del pensamiento o la ciencia, se abordarían de forma tardía.

De ese modo podemos preguntarnos si la *comprensión* y la *valoración* que tienen hacia las ciencias se desarrollan de forma parcial o incompleta. El hecho de que la Ecología y el Medio Ambiente no se estudia sino hasta el último semestre, tomando en cuenta que es un área donde intervienen los conocimientos adquiridos en Física, Química, Biología, Historia y el estudio de las condiciones socioeconómicas del país, además de los conocimientos específicos que adquieren según el área propedéutica que escogieron, sugiere que los estudiantes no se enfrentan a situaciones donde manejen la interrelación de conocimientos sino hasta que están a punto de egresar.

III. Propuesta de Metodología de Investigación

Productos de divulgación científica dentro de la enseñanza de Física en Educación Media Superior

El marco teórico-metodológico que presentamos propone la interrogante “¿Qué incidencia tienen los productos de divulgación científica en los elementos de educabilidad entre los estudiantes de la asignatura de Física I del Colegio de Bachilleres de Estado de Sonora?” como la pregunta que guíe el diseño de la investigación.

El objetivo de esta investigación es desarrollar un modelo teórico-metodológico que funcione como sustento para indagar sobre la incidencia que los productos de divulgación científica en los elementos de educabilidad de los estudiantes en la asignatura de Física I correspondiente al plan de estudios del Colegio de Bachilleres del Estado de Sonora.

La investigación puede considerarse como “una actividad sistemática dirigida hacia el descubrimiento del desarrollo de un cuerpo de conocimiento organizado” (Best, 1982, pág. 25). La investigación proporciona conocimiento útil para la producción de nuevos conocimientos, los cuáles pueden aplicarse para la resolución de problemas, para mejorar procesos o desarrollar nuevos productos que faciliten algún aspecto de la vida social. Sin embargo, la contribución más importante de la investigación es mejorar nuestra comprensión nuestra naturaleza y del mundo en que vivimos.

La metodología de la investigación, basada en la observación, la descripción y el registro riguroso de los datos observados (ibídem, 1982) permite que los resultados o conclusiones sean verificables y repetibles, de manera que las posibilidades de error sean reducidas y el conocimiento generado pueda utilizarse de manera confiable para integrar una teoría que de una explicación convincente y comprobada sobre un fenómeno.

Tradicionalmente, la investigación ha contado con dos enfoques de razonamiento. El primero, llamado deductivo, cuenta con una premisa mayor que se reconoce como

verdadera, a partir de la cual las demás premisas se consideran casos relativos que siempre deben estar en concordancia con la premisa mayor (ibídem, 1982)

Por otra parte, el método inductivo se basa en la observación de los fenómenos, para luego elaborar una explicación basada en los datos obtenidos sin necesidad de contar con una teoría o investigaciones precedentes, sin la problemática de estar basado en una teoría errónea o incompleta (ibídem, 1982)

Cada uno de los métodos señalados presenta sus propias conveniencias y defectos, sin que uno sea mejor que el otro. Como lo explica Dávila Newman (2006) “La deducción permite establecer un vínculo de unión entre teoría y observación y permite deducir a partir de la teoría los fenómenos de objeto de observación. La inducción conlleva a acumular conocimientos e informaciones aisladas.” (pág. 181)

Best (1982) y Dávila Newman (2006) coinciden en que la integración de ambos métodos es ejemplo del desarrollo del método científico. Dávila Newman profundiza en esta concepción al establecer que la investigación científica es “una actividad que combina experiencia y razonamiento” de manera que la ciencia se define como “un conjunto organizado de conocimientos que han sido adquiridos mediante el método científico” (pág.190) Best (1982) recoge el modelo del autor estadounidense John Dewey (1859-1952) para ilustrar las fases del método científico: Se comienza por identificar y definir un problema y se desarrolla una hipótesis. Posteriormente se recolectan, organizan y analizan datos a partir de los cuales se elaboran conclusiones. Al finalizar, se contrasta la hipótesis con los resultados obtenidos, aprobándola, modificándola o rechazándola. No obstante la gran aceptación con la que ha contado este modelo, no puede considerarse el único y en el que es admisible comenzar con ideas confusas o algo desordenadas con la intención de formular un problema de investigación definido en forma precisa (Best, 1982)

Si bien la investigación científica nació con el propósito de contestar interrogantes sobre la naturaleza, llegó el momento en que se sintió la necesidad de poder explicar lo que sucedía con los seres humanos y las sociedades que formamos, de manera que sea posible dar respuesta a las preguntas sobre los hechos sociales de una manera tan certera y válida como se hace en las ciencias que estudian la naturaleza, es así que aparecen las llamadas ciencias sociales

Con el desarrollo de las ciencias sociales a lo largo de la historia, se han desarrollado paradigmas, es decir, visiones del mundo social (Corbetta, íbidem, 2007) que determinan el método de investigación y la manera en que ésta se lleva a cabo, es así que aparecen los dos tipos de investigación en ciencias sociales. La investigación cuantitativa y la investigación cualitativa. Entre ambos tipos de investigación la diferencia principal “probablemente se encontraría en la estructuración de las fases que abarcan desde el planteamiento de la pregunta inicial hasta las conclusiones finales.”(Corbetta, 2007, pág.40) Hernández

Sampieri, Fernández Collado y Baptista Lucio (íbidem, 2010) ilustran esta diferencia entre ambos tipos mostrando a la investigación cuantitativa como una secuencia rigurosa de fases que siguen un orden para responder a la pregunta de investigación elaborando un marco teórico a partir de la cual se formula una hipótesis, una posible respuesta al problema, la cual se pone a prueba a través de la recolección y análisis de datos, expresados de forma numérica, cuyos resultados deben poder ser generalizables a otros casos estudiados, dado que se enmarcan en el mismo marco teórico elaborado.

Por otra parte, el método cualitativo, a partir de un marco de referencia respecto a cierto hecho social, formado a partir de investigaciones y datos previos, lleva al investigador a entrar en contacto directo con su objeto de estudio, elaborando un sistema de recolección de datos que se considera *no estadístico* ya que la información obtenida no se expresa numéricamente, sino que atiende a descripciones, observaciones, narraciones y testimonios recogidos de los sujetos de estudio. A partir de la información el investigador puede desarrollar una hipótesis o conclusión general que de explicación al fenómeno estudiado, pudiendo regresar a etapas previas del estudio siempre que sea necesario (Hernández Sampieri, Fernández Collado y Baptista Lucio, 2010).

Tomando esto como referencia, la presente investigación se identifica dentro del tipo cuantitativo, Busca trabajar en base a hipótesis formuladas dentro de un esquema teórico las cuales deberán ser comprobadas de acuerdo a la información recabada a lo largo del proceso para luego llegar a una conclusión válida para casos similares

IV.1 Descripción de Estudio Cuantitativo

Criterios para el planteamiento del problema

Tomando como base los criterios de Kerlinger y Lee retomados en la quinta edición de la *Metodología de la Investigación* de Hernández Sampieri, Fernández Collado y Baptista Lucio publicada en 2010, se comienza a analizar la definición del problema propuesto: “¿Qué incidencia tienen los productos de divulgación científica en las condiciones de educabilidad de la asignatura de Física entre estudiantes del Colegio de Bachilleres del Estado de Sonora?”.

El primer criterio implica que el problema planteado debe expresar la relación entre dos o más conceptos o variables, en este caso dos conceptos relacionados son los productos de divulgación científica y el proceso de enseñanza y aprendizaje de la Física.

El segundo criterio hace referencia a la pregunta con la que se inicia la definición del problema, la cual debe ser clara y precisa, en este caso *¿Qué incidencia...?* se entiende

como la influencia de los productos de divulgación científica dentro del proceso de enseñanza y aprendizaje de la Física.

El proceso de enseñanza y aprendizaje es un fenómeno conformado por elementos observables y medibles de la realidad, tanto los que pueden apreciarse por medio de una observación sistemática como aquellos a los que se puede acceder a través de instrumentos de investigación, en este caso, las actitudes de los estudiantes hacia los contenidos científicos. De esta forma se cumple con el tercer criterio propuesto por Kerlinger y Lee.

Alcances de la Investigación

Debido a que se pretende conocer la relación que existe entre el contacto de los estudiantes de la asignatura de Física I con productos de divulgación científica y las variables de comprensión y valorización hacia los contenidos de estudio manifestados por los estudiantes, de manera que se pueda comprender hasta qué punto los productos de divulgación influyen sobre las variables mencionadas. Esta investigación se identifica como de tipo *correlacional*. Hernández Sampieri, Fernández Collado y Baptista Lucio (ibídem, 2010) identifican la utilidad de esta clase de estudios en la capacidad de pronosticar cómo se comporta una variable de acuerdo al comportamiento de otra u otras, otorgando cierto grado de explicación sobre como las variables estudiadas interactúan dentro del fenómeno.

Hipótesis:

De acuerdo a Hernández Sampieri, Fernández Collado y Baptista Lucio (ibídem, 2010), la hipótesis, las posibles explicaciones o respuestas al problema de estudio resultan la parte central de las investigaciones cuantitativas. Resulta importante recordar que al ser esta una propuesta de estudio correlacional, las hipótesis deben señalar la relación que existe entre dos o más conceptos.

Best (1982) menciona que puede resultar apropiado formular una hipótesis central y algunas hipótesis secundarias, siguiendo esta orientación, se propone la siguiente hipótesis principal:

- *El contacto con los productos de divulgación científica, tiene una influencia favorable para las condiciones de educabilidad de los estudiantes para la asignatura de Física I entre los estudiantes del Colegio de Bachilleres*

De manera que las hipótesis secundarias se formulan para cada una de las dimensiones de estudio contempladas:

- Dimensión Comprensión: *Los productos de divulgación científica contribuyen a que los estudiantes del Colegio de Bachilleres comprendan los temas de estudio de la asignatura de ciencias*
- Dimensión Valoración: *Los productos de divulgación científica contribuyen a que los estudiantes del Colegio de Bachilleres otorguen importancia y valor a los temas estudiados en la asignatura de ciencias*

Variables

Los conceptos funcionan adecuadamente para desarrollar el planteamiento del problema, el marco teórico y la hipótesis, Corbetta los llama “ladrillos de la teoría” (2007, pág. 77) sin embargo, el autor recalca la necesidad de trasladar los conceptos al campo empírico, operacionalizarlos y medirlos apropiadamente para comprobar la teoría.

Para realizar este proceso, Corbetta (ibídem, 2007) propone una fórmula de razonamiento, donde los conceptos se trasladan a una unidad de análisis, es decir el campo de observación. En este caso, los conceptos de *Comprensión* y *Valoración* se trasladan al campo del estudio de las ciencias (*Valoración de las ciencias por parte de los estudiantes*) integrando una propiedad. Ahora la propiedad de *valoración de las ciencias* necesita una definición operativa, estableciendo cómo van a ser estudiadas. Continuando con la propiedad de *valoración de las ciencias*, se puede traducir en una escala de actitudes cuyas respuestas tengan distinta puntuación y que al final sumen el grado de interés manifestado por el sujeto. La siguiente etapa consiste en aplicar los instrumentos elegidos para que las propiedades sean operacionalizadas, que adquieran un valor que pueda ser medido, clasificado u ordenado de acuerdo a los datos obtenidos de los sujetos de estudio. De esta forma, la propiedad de *valoración de las ciencias* cuya definición operativa consiste en una escala de actitudes, se operacionaliza al ser aplicada entre los estudiantes, obteniendo distintos valores de acuerdo a las respuestas obtenidas.

Estos conceptos operacionalizados, se denominan variables (Hernández Sampieri, Fernández Collado y Baptista Lucio, ibídem, 2010) ya que pueden *variar* en el valor que se obtiene de ellos, de forma que en la variable *valoración de las ciencias* se pueden obtener valores de 35, 55, 80, 120 y 200 que corresponderían a distintas modalidades o “estados operacionalizados de la propiedad” (Corbetta, 2007, pág.78) expresados como “Valoración negativa”, “Valoración parcialmente negativa”, “Valoración neutra”, “Valoración parcialmente positiva” y “Valoración positiva”.

Realizando este proceso, obtuvimos la tabla que puede consultarse en la Figura IV.1

Cuadro IV. 1 Variables de Estudio

	Concepto	Definición Teórica	Definición Operacional
Educabilidad	Comprensión	“La comprensión teórica, que permite reconocer una validez a otros modos de ver distintos al nuestro, y que hace posible interpretar los fenómenos como expresiones de regularidades generales o leyes universales” (Hernández, 2005, pág. 19)	Clasificación del conjunto de respuestas a una prueba que examine la correspondencia entre la definición de uno o varios principios científicos en clase y su identificación y explicación dentro de una situación problema planteada.
	Valorización	“Capacidad de reconocer y valorar críticamente el impacto social de los conocimientos científicos y reconocer relaciones entre ciencia, técnica y sociedad” (Hernández, 2005, pág. 27)	Clasificación del conjunto de respuestas a escala de actitudes tipo Likert hacia la relevancia y necesidad del estudio de la ciencia y su importancia para la vida y sociedad.

Figura IV.1 Elaboración propia

Dimensiones y propuesta de indicadores

Una vez que las variables han sido definidas, es necesario definir qué aspectos son los que van a definir a cada variable, es aquí donde hablamos de dimensiones e indicadores. Siguiendo las explicaciones de Corbetta (ibídem, 2007) Un concepto, en particular de ciencias sociales, puede resultar difícil de trasladar en forma directa a la experiencia. Hace falta determinar conceptos empíricos específicos que permitan observarlo y “medirlo”.

La Comprensión y la Valoración son conceptos que no son directamente observables en la realidad, es por eso que debemos pensar en los aspectos específicos que lo componen. Esto es lo que se conoce por dimensiones (Corbetta, ibídem, 2007.) las cuáles permiten encontrar las operaciones empíricas necesarias para ser medidas.

En el informe de la prueba PISA 2006 (OCDE, 2007) se manejan tres competencias en el área de conocimientos (Figura IV.2) y cuatro en el área de actitudes (Figura IV.3), cada una dividida en distintos rasgos principales.

Conocimiento

Identificar cuestiones científicas

Reconocer cuestiones que se pueden identificar de forma científica.

Identificar palabras clave para buscar información científica.

Reconocer las características principales de la investigación científica.

Explicar fenómenos de manera científica.

Aplicar el conocimiento de las ciencias en una situación determinada.

Describir o interpretar fenómenos de manera científica y predecir cambios.

Identificar descripciones, explicaciones y predicciones apropiadas.

Utilizar pruebas científicas

Extraer pruebas científicas y extraer y comunicar conclusiones.

Identificar los supuestos, las pruebas y el razonamiento que subyacen en las conclusiones

Reflexionar sobre las implicaciones sociales de los desarrollos científicos y tecnológicos

Figura IV.2. Elaboración propia, Fuente: Informe PISA 2006, OCDE, 2007, pág. 42

Actitudes

Apoyo a la investigación científica.

Reconocer la importancia de considerar diferentes perspectivas y argumentos científicos.

Apoyar el uso de información objetiva y explicaciones racionales.

Expresar la necesidad de procesos lógicos y cuidadosos para llegar a conclusiones.

Confianza en uno mismo para el aprendizaje de las ciencias.

Manejar de manera eficiente tareas científicas.

Superar dificultades para resolver problemas científicos.

Mostrar sólidas capacidades científicas.

Interés por las ciencias.

Mostrar curiosidad por las ciencias y por cuestiones e iniciativas relacionadas con las ciencias.

Mostrar disposición para adquirir conocimientos y habilidades científicas adicionales, utilizando una variedad de recursos y métodos.

Mostrar disposición para buscar información y tener un interés continuado por las ciencias, incluyendo la posibilidad de seguir una carrera profesional relacionada con las ciencias.

Responsabilidad respecto a los recursos y entornos.

Mostrar un sentimiento de responsabilidad personal por el mantenimiento de un entorno sostenible.

Mostrar conciencia con respecto a las consecuencias medioambientales de las acciones individuales.

Mostrar voluntad para emprender acciones en favor de la preservación de los recursos naturales.

Figura IV.3 .Fuente: Informe PISA 2006, OCDE, pág. 45 Elaboración propia

Para el estudio de la comprensión de intereses científicos, las competencias referidas a “Explicar fenómenos de manera científica” y “Utilizar pruebas científicas” (OCDE, 2007, pág. 439) son las que mejor se adaptan para las dimensiones de comprensión, excepto por el rasgo “Reflexionar sobre las implicaciones sociales de los desarrollos científicos y tecnológicos” (Ver figura IV.3) que tiene una mejor adaptación en la variable de *Valoración de la ciencia*.

Para ésta, se incluyen también los rasgos principales de la competencia “Apoyo a la investigación científica” (OCDE, 2007, pág. 45), (ver figura x). Es necesario aclarar que debido a que ambas variables se miden en una prueba, los indicadores se identifican con la puntuación asignada a la corrección al elaborar una tarea u operación en un reactivo determinado. De ese modo, utilizando los rasgos de las competencias evaluadas en la Prueba Pisa 2006 podemos obtener diferentes dimensiones que pueden utilizarse para describir éstos conceptos (ver figura IV.4)

Variable	Dimensiones
<p>Comprensión de los principios científicos por parte de los estudiantes.</p>	<p>Reconocer problemas que pueden resolverse de acuerdo a uno o varios principios científicos.</p>
	<p>Aplicar conocimientos para resolver un problema planteado.</p>
	<p>Describir situaciones y sucesos en base a principios científicos de manera correcta.</p>
	<p>Identificar validez y corrección de distintos resultados para problemas planteados.</p>
<p>Valoración de la ciencia y su relación con la vida y contexto del estudiante.</p>	<p>Valoración de la relevancia de la ciencia y la tecnología en la cultura y la sociedad.</p>
	<p>Estimación de la importancia de utilizar datos válidos y verificables.</p>
	<p>Reconocimiento de la necesidad de generar resultados o conclusiones de forma lógica y fundamentada.</p>
	<p>Importancia otorgada hacia la importancia que tiene el estudio de las ciencias.</p>

Figura IV.4 Elaboración propia

Por último se encuentran los indicadores, los distintos elementos específicos que conforman una variable y que se distinguen por ser observables. (Corbetta *ibídem.*) A cada dimensión le corresponden uno o más indicadores, que quedarían establecidos de forma conceptual antes de ser operacionalizados.

Variable	Dimensiones	Indicadores
Comprensión de los principios científicos por parte de los estudiantes.	Reconocer problemas que pueden resolverse de acuerdo a uno o varios principios científicos.	Corrección al identificar problemas científicos de “problemas falsos”
		Corrección al identificar los conceptos y postulados científicos que intervienen en la situación.
		Corrección al identificar variables que intervienen en la situación en concordancia con los postulados involucrados.
	Aplicar conocimientos para resolver un problema planteado.	Uso de cálculos u operaciones apropiados para resolver un problema planteado
		Selección y uso de datos relevantes para la solución del problema.
		Corrección de la solución para el problema planteado.
	Describir situaciones y sucesos en base a principios científicos de manera correcta.	Identificación de las causas y consecuencias de un fenómeno o situación en base a uno o varios principios científicos
	Identificar validez y corrección de distintos resultados para problemas planteados.	Evaluación de posibles explicaciones a una situación planteada en base a principios científicos.
		Selección de la respuesta correcta a un problema planteado en base a los cálculos y principios científicos correspondientes.

Figura iv.5. Dimensiones e indicadores para la variable “Comprensión de los principios científicos por parte de los estudiantes.”

Valoración de la ciencia y su relación con la vida y contexto del estudiante.	Valoración de la relevancia de la ciencia y la tecnología en la cultura y la sociedad.	Importancia atribuida al papel del conocimiento científico para la vida diaria del estudiante.
		Importancia atribuida a la tecnología para la vida diaria del estudiante.
		Importancia atribuida a las labores de científicos e investigadores dentro del contexto social del estudiante.
		Relevancia atribuida a la ciencia para la mejora en las condiciones de vida del estudiante.
		Relevancia atribuida a la ciencia para la mejora en las condiciones sociales del contexto del estudiante.
		Valoración de la ciencia y la tecnología para el desarrollo de la sociedad.
	Estimación de la importancia de utilizar datos válidos y verificables.	Relevancia atribuida al uso de información válida para la solución de problemas.
		Valoración de la información confiable y verificable para la realización de trabajos escolares.
	Reconocimiento de la necesidad de generar resultados o conclusiones de forma lógica y fundamentada.	Importancia atribuida al razonamiento lógico en el ámbito escolar.
		Importancia atribuida al razonamiento lógico en el contexto social del estudiante.
		Relevancia atribuida a procesos de investigación válidos en el ámbito escolar.
		Relevancia atribuida a procesos de investigación válidos en el ámbito escolar.
	Importancia otorgada hacia la el estudio de las ciencias.	Percepción del estudiante hacia los estudios profesionales en áreas científicas.
		Percepción de los estudiantes hacia la investigación científica como actividad profesional.
		Relevancia de los estudios en asignaturas de ciencias dentro del plan de estudios del estudiante.

Figura IV.6. Descripción de las dimensiones e indicadores para la variable de Valoración de la ciencia y su relación con la vida y contexto del estudiante.

Los indicadores deben ser operacionalizados para poder recabar evidencias empíricas. En cuanto a los indicadores para la variable “Comprensión de los principios científicos por

parte de los estudiantes” (ver figura IV.6) los indicadores serán trasladados a los reactivos de una prueba de conocimientos cuyas respuestas tendrán una categoría de corrección o acierto.

En el caso de la variable Valoración de la ciencia y su relación con la vida y contexto del estudiante, los indicadores serán operacionalizados en la puntuación obtenida en un conjunto de reactivos de escalas de actitudes.

Conviene señalar que los indicadores son identificados y estudiados de acuerdo al juicio del investigador, el cual tiene la obligación de “argumentar y justificar su elección, pero nunca de ‘demostrar’ que es correcta, ya que eso es imposible” (Corbetta, 2007, pág. 92) En todo caso, funcionan como precedente para futuras investigaciones o para contratar resultados con investigaciones similares.

Tipos de Variables

Las distintas variables utilizadas en un estudio presentan datos que pueden utilizarse de distinta forma de acuerdo con su naturaleza. Corbetta (ibídem, 2007) distingue tres clasificaciones de variables principales: Las nominales, las ordinales y las cardinales.

Las variables nominales son nombres o categorías que sólo pueden ser señaladas como iguales o distintas, de manera que crean clasificaciones como “A” y “B”. Las ordinales asignan un número a las clasificaciones para también poder señalar una relación de jerarquía o de orden, “A” puede expresarse como 1, “B” como 2 y “C” como 3, siendo posible decir cuál es la categoría de mayor valor con respecto a las otras.

El tercer grupo de variables corresponde a las de tipo cardinal. En este caso no sólo presentan nombres y ordenación, sino que cuentan con “un significado numérico pleno” (Corbetta, 2007, pág. 88), pudiendo realizarse varias operaciones matemáticas con los datos. Los datos numéricos manejados en las variables cardinales pueden ser continuos o discretos. Los datos continuos manejan propiedades continuas, es decir, que entre un valor y otro (0 y 1) pueden descomponerse infinidad de conjuntos dentro de una unidad de medida, tal como el metro, de manera que pueden medirse datos como 0.0001 m., 0.00011 m., 0.00012 m... y los discretos, que adopta estados finitos que no pueden descomponerse en conjuntos, tal como sería el número de veces que realizamos una medición (podemos usar la cinta métrica una o dos veces, pero no podemos hacerlo 1.5 veces)

En lo que respecta a la variable *Comprensión de principios científicos* se define operacionalmente como la clasificación de las respuestas a una prueba las cuáles, basándose en los criterios utilizados en la Prueba PISA 2006 (OCDE, 2007), puede clasificarse como “Correcto”, “Parcialmente correcto” o “Incorrecto” de acuerdo con la

correspondencia de las respuestas con las respuestas esperadas al problema planteado. En este caso, hablamos de una variable nominal.

Para la variable *Valoración de la ciencia* se podría definirla nominal (“interesado” y “sin interés”) ordinal (interesado = 1, sin interés = 0) pero resulta complicado plantearla como una variable cardinal, tendría que preguntarse al estudiante el número de veces que se ha sentido atraído por el estudio de la ciencia. Sin embargo, Corbetta (ibídem, 2007.) menciona las variables “cuasicardinales”, las cuales han sido utilizadas para el estudio de las actitudes humanas, buscando encontrar la distancia que hay entre dos estados distintos, de manera que entre la modalidad “Sin interés” (con valor de 0) e “Interesado” (con valor de 1) se pueden encontrar valores intermedios (0.5 para “medianamente interesado” ó 0.1 para “muy poco interesado). De esta forma, el tipo de variables propuesto para el estudio correspondiente al concepto de Valoración es clasificado como “cuasicardinal”.

IV.2 Diseño de Investigación

Para poder abordar de forma adecuada el problema de estudio, encontrar datos válidos y suficientes para comprobar o no las hipótesis y cumplir los objetivos de investigación Hernández Sampieri, Fernández Collado y Baptista Lucio (ibídem, 2010) se refieren al diseño de la investigación como la estrategia que se seguirá para obtener la información.

Dentro de la investigación cuantitativa se contemplan dos diseños principales: las investigaciones experimentales y las no experimentales (Hernández Sampieri, Fernández Collado y Baptista Lucio, 2010) siendo la diferencia principal entre ambas el hecho de que en los diseños experimentales el investigador interviene en el fenómeno, mientras que en los no experimentales el investigador sólo recaba información del fenómeno sin modificarlo en ningún modo.

En el diseño experimental, Best (1982) describe el papel del investigador como el agente que manipula elementos y observa qué efecto tiene en el sujeto de estudio, controlando o modificando cualquier factor externo, de manera que pueda comprobar que la modificación de ciertos elementos es causa de los efectos observados.

Para efectuar un experimento, Hernández Sampieri, Fernández Collado y Baptista Lucio (2010) indican que es necesario distinguir entre las variables a aquellas que son probable causa de una relación de variables y las que son efecto o consecuencia provocadas. A las causas se les denomina variables independientes y a las consecuencias variables

dependientes. Las variables independientes se manipulan para medir las variaciones en las variables dependientes /Hernández Sampieri, Fernández Collado y Baptista Lucio, *ibídem*,

Para el diseño del experimento Best menciona que “Un experimento supone la comparación de los efectos de un tratamiento particular con los de un tratamiento diferente o con el no-tratamiento. En un experimento simple convencional, la referencia suele hacerse a un *grupo experimental* y a un *grupo control*.” (1982, pág. 115) A partir de esta consideración, se entiende que la variable independiente será manipulada en grupo experimental, para ver si se presentan diferencias con el grupo de control, en el cuál no se hará ninguna intervención.

Posteriormente, Hernández Sampieri, Fernández Collado y Baptista Lucio (*ibídem*, 2010) señalan que el investigador debe decidir que modalidades o grados de manipulación se utilizarán para la variable independiente. Los autores mencionan los modelos de presencia-ausencia, dos o más grados y el de modalidades. En el primero la manipulación se da en un grupo y en el otro no. En el segundo tipo la manipulación varía en niveles, ya sea de frecuencia o de intensidad. Mientras que en la manipulación por modalidad, la variable independiente se presenta de formas distintas. Es importante considerar que el número de grupos de experimentación deberá ser igual al número de grados o modalidades de manipulación que serán utilizados.

En la investigación se propone hacer entrar en contacto a los estudiantes de Física I con los productos de divulgación científica los cuáles se consideran como la variable independiente del experimento, siendo manipulados para buscar que efecto producen sobre las variables dependientes de interés, comprensión y valorización en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la Física.

Conviene recordar que para la formación de los grupos que participaran en el experimento, el investigador debe seleccionar a los sujetos y asignarlos a un grupo, buscando siempre que todos sean equivalentes y presenten características lo más similares posibles para que los resultados sean confiables y válidos. Hernández Sampieri, Fernández Collado y Baptista Lucio (*ibídem*, 2010) mencionan las técnicas estadísticas de asignación al azar y el emparejamiento para llevar a cabo este proceso. Sin embargo, debido a que esta investigación se realizará con grupos escolares previamente formados, entra en el diseño experimental conocido como *cuasiexperimentos* ya que “difieren de los experimentos ‘puros’ en el grado de seguridad o confiabilidad que pueda tenerse sobre la equivalencia de los grupos (Hernández Sampieri, Fernández Collado y Baptista Lucio, *ibídem*., pág. 148)

Finalmente se considera el tipo de mediciones que se harán. En un experimento es posible aplicar pruebas antes de la manipulación de la variable independiente, conocidos como “preprueba” para conocer el estado de los sujetos de estudio antes del tratamiento y un

“postprueba” para conocer en que variaron los datos originales después del tratamiento (Hernández Sampieri, Fernández Collado y Baptista Lucio, *ibídem.*)

Siguiendo con estas consideraciones, la investigación propuesta es un cuasiexperimento de manipulación en la modalidad de presencia-ausencia, cuyos datos serán recabados en más de dos mediciones, agregando a la preprueba que recabará datos para la referencia inicial y a la posprueba que proporcionará los valores finales de las variables dos o más mediciones durante el tratamiento. Se considera utilizar un grupo experimental y un grupo más de control, con el fin de contar con el contraste necesario para validar los resultados.

Pese a que no cuenta con todas las características de un verdadero experimento, Corbetta (*ibídem.*, 2007) aclara que este diseño resulta un sustituto aceptable para los experimentos cuando no resulta viable una selección aleatoria. Aunque los dos grupos no son equivalentes, la preprueba ayudará a conocer las diferencias originales entre el grupo experimental y el grupo de control; el análisis se enfocaría en analizar si hubo un aumento en estas diferencias a consecuencia del estímulo.

Técnica de Escala

Al abordar elementos de educabilidad que corresponden a la disposición y mentalidad de los estudiantes es recomendable utilizar una escala de actitudes, las cuales pueden entenderse como predisposiciones que aprendemos para responder de forma favorable o desfavorable hacia objetos o estímulos (Hernández, Fernández y Baptista, 2010) A este respecto, Best (*ibídem.*, 1982) comenta que:

“Lo que un individuo siente o su disposición de ánimo es su actitud. Pero es difícil, por no decir imposible, describir y medir las actitudes. El investigador ha de depender de lo que el individuo dice acerca de sus juicios o sentimientos. Esta es el área de la opinión” (pág. 145)

La utilidad de las escalas es explicada por Corbetta (2007) quien reflexiona sobre el hecho de que los conceptos utilizados en ciencias sociales suelen ser difíciles de medir ya que no son directamente observables, por lo que lo único que puede registrarse son las opiniones expresadas y el comportamiento de los individuos. En la investigador lo usual es tomar un concepto, operacionalizarlo y construir un indicador (Corbetta, *ibídem.*, 2007). De hacer esto podríamos tomar el concepto de interés y construir el indicador de “número de revistas científicas leídas” para la variable “interés por la ciencia”. Pese a que sería aceptable, trasladar el interés por la ciencia a este indicador proporcionaría una reducida base de información. Frente a esta situación es posible tomar el concepto e identificar un mayor número de indicadores relacionados entre sí. Esa es la definición de una escala “un

conjunto coherente de elementos que se consideran indicadores de un concepto más general” (Corbetta, 2007, pág. 210) Para ilustrarlo con sencillez, Corbetta explica que en el caso de las actitudes, las opiniones expresadas son el conjunto de indicadores con los que se puede estudiar una actitud (ibídem, 2007).

Para la medición de las actitudes, se han utilizado distintos métodos, como cuestionarios con preguntas directas o pruebas donde se busca que el sujeto manifieste que tan de acuerdo o desacuerdo está frente a un enunciado. Añadidos a estos se encuentran los métodos proyectivos, basados en la reacción de los sujetos, donde la intención del instrumento no es explícita (Best, ibídem, 1982)

Entre los diseños de escala que pueden utilizarse se encuentran instrumentos como los de tipo Thurstone, las de Likert, diferenciales semánticos, la escala de Guttman y las denominadas Q-Sort. Frente a esta variedad, Hernández, Fernández y Collado (ibídem, 2010) indican que las escalas diseñadas por Rensis Likert han sido muy utilizadas, incluyendo modificaciones que distintos autores han realizado en el diseño original.

En las pruebas Likert convencionales se presenta una afirmación, de carácter positivo o negativo, en la que hace referencia hacia el objeto de actitud, que puede ser una persona, objeto, situación o conducta frente a las cuales existe un cierto número de respuestas disponibles para el encuestado como: “de acuerdo”, “en contra”, “Casi siempre”, “Pocas veces”, “Parcialmente verdadero”, “Falso”, “Indeciso”, “Muy de acuerdo”. Cada respuesta tiene un valor previamente determinado, de manera que al capturar los datos el investigador suma el valor de las respuestas y así obtiene un valor de la actitud estudiada (Hernández, Fernández y Baptista, ibídem, 2010) Es importante recordar que una vez que se determinan cuáles serán las posibles respuestas, el orden en el que se presentarán y su valor dentro del cuestionario, se deberá respetar ese criterio en cada uno de los reactivos del instrumento. Una de las variantes en el diseño de las escalas de Likert es la prueba para completar frases de Hodge y Gillespie.

En este tipo de pruebas se presenta una frase incompleta y dos posibles respuestas completamente contrarias entre sí entre las que se muestra un continuo numerado del 0 al 10. Las posibles respuestas se sitúan en los extremos del continuo ocupando los valores de 0 y 10, mientras que el 5 estaría a la mitad. Los participantes señalan el número más cercano a su respuesta (Hernández, Fernández y Baptista, 2010) Véase el ejemplo:

Objeto de actitud: Valoración de la ciencia.

1. Dentro de los temas que estudio, los contenidos de ciencia son:

Los menos importantes

Los más importantes

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

Figura IV.7. Elaboración propia.

Contando con estos elementos, las pruebas que se aplicaran a los estudiantes de Física I en el bachillerato serán escalas de tipo Likert en la modalidad de completar afirmaciones para la preprueba y la posprueba incluidas en el diseño de la investigación, con lo cual se podría verificar si los productos de Divulgación Científica tuvieron algún efecto sobre las condiciones de educabilidad de los estudiantes.

Propuesta de prueba de rendimiento

Para contar con un mejor acercamiento a la variable de Comprensión, se contempla la inclusión de una prueba de rendimiento similar a la utilizada por el Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos (PISA, por sus siglas en inglés) de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) en la cual los estudiantes de 15 a 16 años son evaluados respecto a su rendimiento escolar.

Resumen de las Finalidades del Instrumento:

Al ser esta una investigación correlacional, es necesario estudiar la relación que existe entre los elementos de la educabilidad para las ciencias y los productos de divulgación científica, las escalas deben proporcionar información sobre las actitudes de los estudiantes antes y después de entrar en contacto con los productos de divulgación.

Modelo Teórico Metodológico desde la Comunicación Educativa para el análisis de la divulgación científica en Educación Media Superior.

En el siguiente cuadro es posible observar con más detalle algunos de los criterios en el uso de esta escala.

Criterio	Definición
Área de Estudio	Educación, Condiciones de educabilidad
Propósito	Análisis correlacional.
Temas Abordados	Interés, Comprensión y Valoración
Periodicidad	Preprueba y posprueba
Destino de la Información	Encuesta de difusión pública
Área de Interés	Estudiantes
Población	Estudiantes de tercer semestre del Colegio de Bachilleres del Estado de Sonora, Zona Centro.
Registro de Información	Lápiz y Papel
Tipo de Levantamiento	Personal

Figura IV.8 Planeación del instrumento de Escala. Elaboración propia.

Unidad de Análisis

El estudio está proyectado para realizarse con la participación de dos grupos de estudiantes de tercer semestre en uno de los cinco planteles de la zona centro del Colegio de Bachilleres del Estado de Sonora (COBACH).

Muestreo

Como se ha mencionado anteriormente, el diseño de investigación presenta un cuasiexperimento; los grupos de sujetos que participarán no serán seleccionados al azar, sino que se trabajará con grupos escolares previamente formados.

En consecuencia el experimento será realizado en uno de los cinco planteles de la zona centro del Cobach con dos grupos de tercer semestre del mismo turno, intentando que de ese modo las diferencias entre ambos grupos sean las menos posibles.

Validez

Para que el experimento pueda considerarse como tal, es necesario cumplir con los requisitos de validez. Interna y externa. Ambas condiciones son descritas por Best (1982): La validez interna proporciona la garantía de que los resultados obtenidos son consecuencia de los estímulos empleados en el proceso y no debido a influencias ajenas al control del investigador. Por otro lado, la validez externa consiste en la capacidad para poder generalizar los resultados; se obtendrían datos similares en otras circunstancias similares donde intervenga el mismo estímulo.

IV.3 Los Productos de Divulgación Científica

Criterios de selección y uso.

Para utilizar los productos de divulgación científica a lo largo de un curso de ciencias, la primera tarea es revisar el programa de estudios de la asignatura correspondiente. Una vez hecho esto, se seleccionan los materiales pertinentes para funcionar como recurso didáctico para el curso. Para que la planeación sea adecuada, sugerimos el uso de un formato similar al mostrado por García Borrás (2008) en el que se indique:

Título del producto

Autor

Fuente

Contenidos de clase con los que se relaciona

Descripción

Objetivo

Lo anterior es un requisito indispensable, pues no es posible implementar nuevos recursos didácticos sin la planeación previa. Los productos de divulgación deben ser seleccionados tanto por sus valores técnicos y discursivos como por su relevancia y pertinencia dentro del programa académico de la asignatura y el plan de trabajo del docente.

Entre la variedad de productos de divulgación científica, se tiene que tomar en cuenta la infraestructura escolar y condiciones de la mayoría de los estudiantes. Sería contraproducente utilizar recursos de Internet con estudiantes que, en general, no cuentan con servicios de Internet en casa o utilizar videos en formato DVD en una escuela que no cuenta ni con equipos reproductores o pantallas de proyección. La recomendación en este punto es utilizar recursos fáciles de distribuir para que el estudiante pueda usarlos en cas

La propuesta de implementación de los productos de divulgación científica está basada en las consideraciones de Kaplún (2003) los estudiantes a los que se les proporcionen estos productos no sólo deben hacer algo con ellos sino compartir el material con otros, de esa manera vivirán una experiencia de comunicación educativa más completa y, como consideramos, satisfactoria.

Para que los productos de divulgación tengan una utilidad, el docente deberá incluir actividades que los involucren y que tengan cierto valor en la evaluación. La recomendación es que los estudiantes elaboren pequeños ensayos a partir de preguntas guía que les proporcione el docente y que necesiten de los contenidos del producto para contestarlos. De esa forma el docente puede llevar un control del uso que tienen los discentes del producto.

Al final del curso, como parte de las actividades finales, es cuando sería posible que los estudiantes participen en la producción de su propio material de divulgación científica. La naturaleza y contenido de los mismos quedaría bajo el criterio del profesor, pero puede sugerirse que los estudiantes trabajen en una producción audiovisual.

Actualmente el conjunto medios audiovisuales goza de gran popularidad y difusión y, como lo muestra la investigación de Torres Climent (2009) sería sencillo que estos productos fueran compartidos a través de la Internet, haciéndolos más accesibles para gran cantidad de personas. Esto último podría funcionar como un aliciente para que los estudiantes trabajen con mayor entusiasmo y se preocupen por la calidad de sus producciones, no sólo en el aspecto técnico, sino en el cuidado por presentar información correcta de forma clara y -¿por qué no?- entretenida.

IV. Conclusiones

Esta investigación inició con el propósito de diseñar un marco teórico –metodológico de divulgación científica para conocer la incidencia que tienen los productos de divulgación en la comprensión y valoración de las ciencias, entendidas como aspectos de educabilidad de los estudiantes de asignaturas científicas del Colegio de Bachilleres del Estado de Sonora (COBACH).

Aunque el estudio no fue realizado, el contar con una plataforma como la diseñada en el presente estudio proporciona un referente que podrá ser probado, modificado y perfeccionado en investigaciones posteriores que intenten explorar la divulgación científica en un contexto de educación formal, en este caso, la educación media superior.

En este estudio revisamos la situación de la educación científica y la divulgación científica en las políticas públicas de México y el mundo, formando un bosquejo de las condiciones en las que los estudiantes están siendo formados en la actualidad y la congruencia de las iniciativas, reforma, programas y evaluaciones en aras de la calidad educativa en un área que se aprecia tan importante y, por momentos, poco comprendida, como es la educación en ciencias y el desarrollo de las competencias científicas. De este modo, cumplió el objetivo de explorar las relaciones entre ciencia, educación y sociedad.

Para poder realizar el presente marco teórico-metodológico, era necesario definir claramente los elementos a utilizar. Revisamos las dimensiones de comunicación y educación para poder acercarnos a la comunicación educativa. Al explorar la definición y modalidades de la divulgación científica, fue posible llegar a establecer una relación entre estos conceptos, que deben ser comprendidos correctamente para poder trabajar en el diseño de investigación. A esto agregamos la definición conceptual de educabilidad, valoración y comprensión, fundamentales para el diseño metodológico subsecuente.

El diseño metodológico constituye el segundo apartado principal de este estudio y, a medida que se desarrollaron los conceptos, fue posible diseñar una propuesta de investigación cuantitativa cuasiexperimental encaminada a generar datos confiables respecto a la incidencia de los productos de divulgación científica en las condiciones de educabilidad de los estudiantes.

Es importante recalcar que, para la implementación de estos productos en el programa de estudios de educación media superior, el requerimiento es una adecuada planeación didáctica para que los productos puedan ser parte del programa y no un apéndice que incluso llegue a entorpecer el proceso didáctico.

Como se mencionó anteriormente, este estudio ha quedado delimitado a una propuesta de modelo de investigación dentro de la comunicación educativa para la educación en ciencias. Encontramos necesaria la realización de estudios que ayuden a ampliar el marco conceptual y metodológico del modelo, pero insistiendo en su valor como referente y, al menos, una primera guía para la elaboración de investigaciones.

A este punto es posible decir que se ha cumplido con los objetivos de investigación que se habían planteado, tanto en las indagaciones conceptuales como en el diseño de investigación. Se consiguió dar forma a un modelo que integra estos apartados y que, con las adecuaciones que resulten pertinentes, permitirá obtener información sobre la incidencia de los productos de divulgación científica en las condiciones de educabilidad, identificadas en la comprensión y valoración de las ciencias, por parte de los estudiantes de asignaturas científicas en el Colegio de Bachilleres del Estado de Sonora.

El modelo teórico metodológico aquí desarrollada queda como un punto de partida para acercarse a la divulgación científica y sus formas de implementar sus productos en la educación, en este caso, la media superior, pero con las convenientes adecuaciones, bien podrían implementarse investigaciones de este corte en otros niveles y modalidades educativas.

El objetivo final es que el trabajo en divulgación científica pase a ser una herramienta útil para la educación, un recurso para que los docentes se auxilien en el proceso didáctico y un área de trabajo en el que los estudiantes pueden involucrarse sin necesidad de precisiones conceptuales, sino como una oportunidad para compartir y difundir el conocimiento sobre el mundo que les rodea, siempre haciéndose nuevas preguntas, nunca hay que dejar de hacer preguntas (Francisco Espinosa, conversación personal, 26 de abril, 2012).

Referencias

Aparici, R., (2003) Introducción – La reinención de la educomunicación, en Aparici, R., (coord.), (2003), *Comunicación Educativa en la Sociedad de la Información* (págs. 23-33) (2ª Reimpresión. 2008) Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED), Madrid, España.

Aparici, R. (2003) Capítulo I, Comunicación, en Aparici, R., (coord.) (2003) *Comunicación Educativa en la Sociedad de la Información* (págs. 39-44) (2ª. Reimpresión, 2008) Madrid, España, UNED.

Argudín, Y., (2005). (1ª reimpresión, 2008) Educación basada en competencias. Nociones y antecedentes. México D.F, México, Editorial Trillas.

Arreguín J., L., M., (1983) Sistemas de comunicación y enseñanza (Reimpresión. 1996) México D.F., México, Editorial Trillas, Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES)

Berlo, D., K., (1993) El Proceso de Comunicación. Introducción a la teoría y a la práctica. González Rours y Winckhler (Traductores) (17ª. Reimpresión) México D.F., Editorial El Ateneo.

Best, J. W., (1982) Cómo investigar en educación (9na. Edición) Ediciones Morata, Madrid, España.

Blanco, R. (2008) Eficacia escolar desde el enfoque de calidad de la educación [en línea]. En Blanco R., Aguerrondo, I., Calvo, G., Cares,G., Cariola, L., Cervini, R. Dari, No., Fabara, E., Miranda, L., Murillo, F., Rivero, R., Román, M., y Zorrilla, M. (Ed.) *Eficacia escolar y factores asociados en América Latina y el Caribe* (pp. 7-16) Santiago, Chile, Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), Laboratorio Latinoamericano de Evaluación de la Calidad de la Educación (LLECE) Recuperado el 22 de noviembre de 2012 de <http://unesdoc.unesco.org/images/0016/001631/163174s.pdf>

Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión (1917) Capítulo I, De los derechos humanos y sus garantías [en línea] En Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. Última reforma 2013. Recuperado el 10 de octubre de: <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/1.pdf>

Modelo Teórico Metodológico desde la Comunicación Educativa para el análisis de la divulgación científica en Educación Media Superior.

Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión (1993) Ley General de Educación [en línea] Recuperado el miércoles 10 de octubre de 2012 de: <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/137.pdf>

Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión (2012) Ley de Ciencia y Tecnología. Recuperado el 9 de octubre de 2012 de: <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/242.pdf/>

Carpio, C., Pachecho, V., Flores, C., Canales, C., (2000) La naturaleza conductual de la comprensión [en línea] *Revista Sonorense de Psicología* 14 (1 y 2), (págs. 25-34) Recuperado el 23 de febrero de 2013 de: <http://kunkaak.psicom.uson.mx/rsp/14-1-25-34.pdf>

Carretero Gómez, M., B., (2010) Nuestro centro como espacio divulgador de la ciencia [en línea] *Revista Eureka de Enseñanza y Divulgación de la Ciencia* 7 (1), (págs. 127-136) Recuperado el 12 de octubre de 2012 de: <http://reuredc.uca.es/index.php/tavira/article/viewFile/29/27>

Colegio de Bachilleres del Estado de Sonora (s/f) Componentes del Plan de Estudios [en línea] Sección Alumnos. Recuperado el 5 de marzo de 2013 de: <http://www.cobachsonora.edu.mx/>

Colegio de Bachilleres del Estado de Sonora (s/f) Consejo Directivo [en línea] Sección El Colegio. Recuperado el 4 de marzo de 2013 de: <http://www.cobachsonora.edu.mx/>

Colegio de Bachilleres del Estado de Sonora (s/f) Plan de estudios [en línea] Sección Alumnos. Recuperado el 12 de noviembre de 2012 de: <http://www.cobachsonora.edu.mx/>

Colegio de Bachilleres del Estado de Sonora (s/f) Reseña histórica [en línea] Sección El Colegio. Recuperado el 5 de marzo de 2012 de: <http://www.cobachsonora.edu.mx/>

Comisión Internacional sobre la Educación para el siglo XXI (1996) La educación encierra un tesoro (compendio) Ediciones Unesco, Santillana, Madrid, España. Recuperado el 12 de octubre de 2012 de: http://www.unesco.org/education/pdf/DELORS_S.PDF

Corbetta, P. (2007) Metodología y Técnicas de Investigación Social. Edición Revisada, Editorial McGraw-Hill, Madrid, España.

Crovi Druetta, D., (2007) Comunicación Educativa y mediaciones tecnológicas (1ª. Edición) Instituto Latinoamericano de Comunicación Educativa (ILCE), México D.F., México.

Dávila Newman, G. (2006) El razonamiento inductivo y deductivo dentro del proceso investigativo en ciencias experimentales y sociales [en línea] *Laurus, Revista de Educación*

Modelo Teórico Metodológico desde la Comunicación Educativa para el análisis de la divulgación científica en Educación Media Superior.

año 12, número extraordinario, (pp. 180-205) Recuperado el 19 de septiembre de 2012 de: <http://www.redalyc.org/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=76109911&iCeNum=6677>

Diario Oficial de la Nación (2008) Acuerdo 442 por el que se establece el Sistema Nacional de Bachillerato en un marco de diversidad. [en línea] Recuperado el 20 de septiembre de 2012 de: http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5061936&fecha=26/09/2008

De la Orden Hoz, A. (Dir.) (1997) Desarrollo y validación de un modelo de calidad universitaria como base para su evaluación [en línea]. *Revista Electrónica de Investigación y Evaluación Educativa*, Volumen 3, (1) Recuperado el 23 de noviembre de 2012 de: http://www.uv.es/RELIEVE/v3n1/RELIEVE3n1_2.htm

De la Orden Hoz, A. Asencio Muñoz, I., Biencinto López, C.M., González Barberá, C., Mafokozi Ndabishibije, J. (2007), Niveles y perfiles de funcionalidad como dimensión de calidad universitaria. Un estudio empírico de la Universidad Complutense. [en línea] *Archivos Analíticos de Políticas Educativas*, 15 (12). Recuperado el 23 de noviembre de 2012 de: <http://epaa.asu.edu/ojs/article/view/60/186/>

Delors, J. (1996) *La educación o la utopía necesaria* [en línea] en *La Educación encierra un tesoro* (págs. 7-30) Ediciones UNESCO Santillana, Madrid, España. Recuperado el 12 de octubre de 2012 de http://www.unesco.org/education/pdf/DELORS_S.PDF

Díez Rodríguez, C. (2005) Una experiencia de comunicación a través de internet en el marco de la enseñanza de la física y la química [en línea] *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 2 (2), (págs.. 218-233). Recuperado el 12 de febrero de 2013 de: http://venus.uca.es/eureka/revista/Volumen2/Numero_2_2/D%EDez_2005.pdf

Escudero Yerena, M., T., (1990) *La Comunicación en la Enseñanza* (2ª. Edición, Reimpresión. 1997) Trillas, ANUIES, México D.F., México.

Espinosa, Francisco (2012) Conversación personal, 26 de abril del 2012, México D.F.

Fermoso Estébanez, P. (1990) *Teoría de la Educación* (3ª. Edición, Reimpresión. 2007) Trillas, México D.F. México

Garduño, K. (2012) Deben dejar de hacer ENLACE y Evaluación Universal: Martínez Rizo [en línea] *Educación a Debate*. Recuperado el miércoles 06 de marzo de 2013 de: <http://educacionadebate.org/42924/deben-dejar-de-hacerse-enlace-y-la-evaluacion-universal-martinez-rizo/>

Gil Antón, M. (2013) Malas Noticias [en línea] *En Educación a Debate*, Opinión. Recuperado el 7 de febrero de 2013 en: <http://www.educacionadebate.org/42504/malas-noticias/>

Modelo Teórico Metodológico desde la Comunicación Educativa para el análisis de la divulgación científica en Educación Media Superior.

García Borrás, F., J., (2005) Star Trek: Un viaje a las leyes de la dinámica [en línea] *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*. 2 (1), (págs. 79-90) Recuperado el 12 de febrero de 2013 de:

http://venus.uca.es/eureka/revista/Volumen2/Numero_2_1/Garc%EDa_Borr%E1s_2005.pdf

García Borrás, F., J., (2008) Bienvenido Mister Cine a la enseñanza de las ciencias [en línea] *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 6 (1), (págs..79-91) Recuperado el 12 de febrero de 2012 de:

http://venus.uca.es/eureka/revista/Volumen6/Numero_6_1/Garc%EDa_Borr%E1s_2009.pdf

García Borrás, F., J., (2011) Las escenas cinematográficas: una herramienta para el estudio de las concepciones alternativas de física y química [en línea] *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 8 (3), (págs. 291-311). Recuperado el 12 de febrero de 2012 de: http://reuredc.uca.es/index.php/tavira/article/viewFile/16/pdf_37

Guerra Retamosa, C. (2004) Laboratorio y batas blancas en el cine. [en línea] *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 1 (1), (págs. 52-63) Recuperado el 12 de febrero de 2013 de:

http://venus.uca.es/eureka/revista/Volumen1/Numero_1_1/Laboratorios_y_batas_blancas.pdf

Gobierno Federal, Presidencia de la República (2007) Eje 3 Igualdad de Oportunidades. [en línea] Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012 (págs. 141-230). Disponible en: http://pnd.calderon.presidencia.gob.mx/PND_2007-2012.pdf

Hernández, C., A., (2005) ¿Qué son las “competencias científicas”? [en línea] Recuperado el 5 de noviembre de 2011 del sitio web del Diplomado en Enseñanza de las Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM): http://www.cneq.unam.mx/cursos_diplomados/diplomados/anteriores/medio_superior/diplo_oaxciena/material_didactico/g2/mat/Aport/competencias-cientificas-sesion4.pdf

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., Baptista Lucio, P. (2010) Metodología de la Investigación (5ta.Edición) Editorial McGraw-Hill, México D.F., México.

Instituto Nacional de Evaluación Educativa (INEE) (2012) *Estructura y Dimensión del Sistema Educativo Nacional* [en línea] En INEE, Panorama Educativo de México 2011. Indicadores del Sistema Educativo Nacional. Educación Básica y Media Superior (págs..

39-59). INEE, México. Recuperado el 10 de febrero de 2013 de: <http://www.inee.edu.mx/images/panorama2011/estructuraydimension.pdf>

Irigoyen J., Jiménez, M., Acuña, K.(2007) *Aproximación a la pedagogía de la ciencia*. En Irigoyen J., Jiménez M., Acuña K. (Eds.) Enseñanza, Aprendizaje y Evaluación. Una aproximación a la Pedagogía de las Ciencias (págs. 13-44) Editorial UnisSon, Hermosillo, México

Kaplún, M., (2003) Capítulo 3, Pedagogía de la Comunicación. En Aparici, R. (coord.) (2003) *Comunicación Educativa en la Sociedad de la Información* (págs. 59-78) (2ª. Reimpresión, 2008) UNED, Madrid, España.

Lévy-Leblond, Jean-Marc (2003) Una cultura sin cultura. Reflexiones críticas sobre la “cultura científica” [en línea] *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad*, 1, (1). Recuperado el 1º de febrero de 2013 de: <http://oeibolivia.org/files/Volumen%201%20-%20Número%201/doss02.pdf>

Mendoza Álvarez, J. (2003) La comunicación de la ciencia [en línea] *Revista de Administración Pública*, Número 108 (pp. 63-72) Recuperado el 22 de octubre de 2012 de: <http://www.juridicas.unam.mx/publica/librev/rev/rap/cont/108/art/art9.pdf>

Oficina Regional de Educación para América Latina y el Caribe (OREALC/UNESCO) (2007) Resumen Ejecutivo [en línea]. (Ed.) Astorga, A., Blanco, R., Guadalupe, C., Hevia, R., Nieto, M., Robalino, M., Rojas, A., *Educación de Calidad para Todos. Un asunto de derechos humanos. Documento de discusión sobre políticas educativas en el marco de la II Reunión Intergubernamental del Proyecto Regional de Educación para América Latina y el Caribe* (EPT/PRELAC) Oficina Regional de Educación para América Latina y el Caribe (OREALC/UNESCO) Santiago de Chile, Chile Recuperado el 23 de noviembre de 2012 de: <http://unesdoc.unesco.org/images/0015/001502/150272s.pdf>

Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) (1999) Declaración sobre la ciencia y el uso del saber científico [en línea]. Recuperado el 10 de octubre de 2012 de: http://www.unesco.org/science/wcs/esp/declaracion_s.htm

Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) (2004) Declaración de Principios. Construir la Sociedad de la Información: un desafío global para el nuevo milenio. Recuperado el 11 de octubre de 2012 de: <http://www.itu.int/wsis/docs/geneva/official/dop-es.html>

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) (2007) Informe PISA 2006. Competencias científicas para el mundo del mañana. OCDE, Santillana, Madrid, España.

Modelo Teórico Metodológico desde la Comunicación Educativa para el análisis de la divulgación científica en Educación Media Superior.

Polino, C (Comp.) (2011) Los estudiantes y la ciencia. Encuesta a jóvenes iberoamericanos. Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura (OEI) [en línea] Buenos Aires, Argentina. Recuperado el 7 de septiembre de 2012 de <http://www.oei.es/salactsi/libro-estudiantes.pdf>

Secretaría de Educación Pública (2007) Programa Sectorial de Educación 2007-2012 [en línea] Recuperado el 11 de febrero de 2013 de: http://promep.sep.gob.mx/infgene/prog_sec.pdf

Secretaría de Educación Pública (2012) Resultados Prueba ENLACE 2012. Básica y Media Superior. Recuperado el 6 de marzo de 2013 de: http://www.enlace.sep.gob.mx/content/gr/docs/2012/ENLACE_2012_Basica_y_Media.pdf

Secretaría de Educación Pública (s/f) Perfil del Egresado en Educación Media Superior [en línea] Recuperado el 11 de febrero de 2012 de: http://www.reforaiems.sems.gob.mx/work/sites/riems/resources/FileDownload/126/triptico_perfil_egresado.pdf

Sociedad Mexicana para la Divulgación de la Ciencia y la Tecnología A.C. (SOMEDICyT) (1986) Manifiesto de la SOMEDICyT [en línea] Recuperado el 11 de octubre de 2012 de: <http://www.somedicyt.org.mx/historia.html>

Red de Popularización de la Ciencia en América Latina (Red-POP) (s/f) *Principios de Funcionamiento* [en línea] en ¿Qué es la Red-POP? Recuperado el 11 de octubre de 2012 de: <http://www.redpop.org/redpopasp/paginas/pagina.asp?PaginaID=3>

Red de Popularización de la Ciencia en América Latina y el Caribe (Red-POP) (2011) *Prólogo* [en línea] en Estatuto de la Red de Popularización de la Ciencia en América Latina y el Caribe (pág. 1). Recuperado el 12 de febrero de 2012 de: <http://www.redpop.org/redpopasp/paginas/pagina.asp?PaginaID=54>

Reynoso Haynes, E. (2012) *La cultura científica en los museos en el marco de la educación informal*. Tesis de doctorado. Universidad Nacional Autónoma de México.

Tagüeña, J., De Régules, Sergio (2003) Popularización de la Ciencia y la Tecnología [en línea] *Revista de Administración Pública*, Número 108, (pp.55-62) Recuperado el 23 de noviembre de 2012 de:

<http://www.juridicas.unam.mx/publica/librev/rev/rap/cont/108/art8.pdf>

Tagüeña, J., Rojas, C., Reynoso, E., (2006) La divulgación de la ciencia en México en el contexto de la América Latina [en línea] Simposio del I Congreso Iberoamericano de

Modelo Teórico Metodológico desde la Comunicación Educativa para el análisis de la divulgación científica en Educación Media Superior.

Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación CTS+I, México D.F., México. Recuperado el 29 de septiembre de 2012 de: <http://www.oei.es/memoriasctsi/simposio/simposio04.pdf>

Torres Climent, A., L., (2009) Creación y utilización de video digital y TIC's en Física y Química [en línea] *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 6 (3), (págs. 440-451). Recuperado el 12 de octubre de 2012 de: http://venus.uca.es/eureka/revista/Volumen6/Numero_6_3/Torres_Climent_2009.pdf

Torres Zuñiga, V. (2011) Aplicación de weblogs para incrementar el aprendizaje sobre termodinámica a nivel preuniversitario [en línea] *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 8 (1), (págs.71-83) Recuperado el 12 de febrero de 2013 de: http://reuredc.uca.es/index.php/tavira/article/viewFile/102/pdf_9

Anexo

Índice de Gráficos

Figura II. I Cuadro de resumen de políticas públicas. Pág. 16

Figura III.I Clasificación de la EMS PÁG. 50

Figura III.2 Competencias genéricas pág. 53

Figura IV.1 Variables de estudio pág. 62

Figura IV.2 Comprensión pág. 64

Figura IV.3 Valoración pág.65

Figura IV.4 Dimensiones de variables Pág. 66

Figura IV.5 Dimensiones variable comprensión e indicadores pág. 67

Figura IV.6 Dimensiones de variable valoración e indicadores Pág. 68

Figura IV.7 Ejemplo de escala Pág. 74

Figura IV.8 Planeación de instrumento de escala. Pág. 75