

# 21

Fecha de presentación: octubre, 2021

Fecha de aceptación: diciembre, 2021

Fecha de publicación: enero, 2022

## DIAGNÓSTICO

DE ALFABETIZACIÓN CIENTÍFICA PROMOVIDA EN ALUMNOS DE SECUNDARIAS PÚBLICAS DE MÉXICO. UN ESTUDIO DE CASO

### DIAGNOSIS OF SCIENTIFIC LITERACY PROMOTED IN PUBLIC HIGH SCHOOL STUDENTS IN MEXICO. A CASE STUDY

Ana Elena Rodríguez Ruiz<sup>1</sup>

E-mail: [annita181990@gmail.com](mailto:annita181990@gmail.com)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0077-3164>

Maritza Librada Cáceres Mesa<sup>1</sup>

E-mail: [mcaceres\\_mesa@yahoo.com](mailto:mcaceres_mesa@yahoo.com)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6220-0743>

Javier Moreno Tapia<sup>1</sup>

E-mail: [javier\\_moreno@uaeh.esu.mx](mailto:javier_moreno@uaeh.esu.mx)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-4029-5440>

<sup>1</sup> Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. México.

#### Cita sugerida (APA, séptima edición)

Rodríguez Ruiz, A. E., Cáceres Mesa, M. L., & Moreno Tapia, J. (2022). Diagnóstico de alfabetización científica promovida en alumnos de secundarias públicas de México. *Revista Universidad y Sociedad*, 14(1), 212-220.

#### RESUMEN

En este trabajo se presenta una investigación, que combina una metodología mixta de tres instrumentos, con el objetivo de indagar la alfabetización científica que está siendo promovida en los alumnos de tercer grado de este nivel; en primer momento se realizó un análisis de contenido al Programa mencionado, posteriormente se aplicó el cuestionario Student Understanding of Science and Scientific Inquiry (SUSSI) a estudiantes y docentes de ciencia, y finalmente se realizó una entrevista semi-estructurada a los docentes. Los resultados que se desprenden del análisis de la triangulación teórico metodológica, muestran una enseñanza y por tanto aprendizaje de los alumnos limitada a la dimensión teórica de la alfabetización científica, y que deja en descuido a la segunda dimensión que es la naturaleza de la ciencia. Desde los resultados, en los sujetos sigue persistiendo una visión tradicionalista y alejada de la realidad de lo que involucra la ciencia en la sociedad y su relación con el mundo actual; es por ello que debe destacarse el extenso camino que queda por recorrer para que sea alcanzado aquel conocimiento relacionado a la naturaleza de la ciencia, y que en conjunto con un buen conocimiento teórico lleve a lograr una alfabetización científica.

**Palabras clave:** Alfabetización científica, naturaleza de la ciencia, metodología mixta, educación secundaria.

#### ABSTRACT

In this work an investigation is presented, which combines a mixed methodology of three instruments, with the aim of investigating the scientific literacy that is being promoted in third grade students at this level; First, a content analysis was carried out on the aforementioned Program, later the Student Understanding of Science and Scientific Inquiry (SUSSI) questionnaire was applied to science students and teachers, and finally a semi-structured interview was carried out with the teachers. The results that emerge from the analysis of the theoretical-methodological triangulation show a teaching and therefore learning of the students limited to the theoretical dimension of scientific literacy, and neglecting the second dimension, which is the nature of science. From the results, in the subjects a traditionalist vision persists and far from the reality of what science involves in society and its relationship with the current world; That is why the long road that remains to be traveled must be highlighted so that knowledge related to the nature of science is achieved, and that together with a good theoretical knowledge leads to achieving scientific literacy.

**Keywords:** Scientific literacy, nature of science, mixed methodology, secondary education.

## INTRODUCCIÓN

La educación científica ha ido tomando mayor importancia al pasar de los años, y al vivir en una sociedad con cambios constantes relacionados con la ciencia y la tecnología, las agendas educativas a nivel internacional la han colocado en los primeros lugares, lo que ha impactado también al sector educativo mexicano. El término de alfabetización científica representa precisamente el tipo de educación que solucionaría las deficiencias actuales, y que permitiría a los ciudadanos adquirir las capacidades requeridas para desenvolverse en el mundo actual y se orienta través de dos componentes básicos: los conceptos y teorías de ciencia y tecnología que forman el cuerpo de leyes y teorías científica y los conocimientos sobre la ciencia y tecnología (Vázquez & Manassero, 2008).

Este segundo componente, es denominado naturaleza de la ciencia (NOS), compuesto por la investigación científica usado como un término en relación al proceso por el cual se desarrolla el conocimiento científico, mientras que el concepto en general y la indagación científica se refieren a la epistemología de la ciencia, los valores y las creencias inherentes al conocimiento científico y su desarrollo.

En el sistema educativo mexicano en el nivel secundaria, es la culminación de la educación básica, que tiene como fin formar a los jóvenes de conocimientos y capacidades necesarios para la vida diaria (México. Secretaría de Educación Pública, 2011); ésta tiene tres modalidades que son: Secundaria Técnica, Secundaria General, y Telesecundaria; y como se ha mencionado el programa de ciencias pretende ciertos logros al culminar esta educación básica, que es con los alumnos de tercer grado. Es por esto que resulta para esta investigación de importancia tener como sujetos de estudio a los alumnos de este grado, que se ubican en particular en la escuela Secundaria General Lic. Jorge Viesca Palma del Municipio de Atotonilco el Grande, y de la Telesecundaria No. 03 de Omitlán de Juárez; ambos en el estado de Hidalgo.

El tipo de educación que conlleva lograr una alfabetización científica en los estudiantes, representa un reto para todo actor educativo involucrado en el proceso de enseñanza-aprendizaje; en el sistema educativo mexicano uno de los soportes de los profesores de Ciencia, para nivel de Secundaria en específico, es el Programa de Ciencias Naturales y Tecnología que emplean como base para impartir sus clases.

El objetivo principal fue analizar cómo está siendo fomentada la alfabetización científica, en los estudiantes de tercer grado de secundaria, en las modalidades de Telesecundaria, en Omitlán de Juárez y la Secundaria

General en Atotonilco el Grande, todo ello a partir de un diagnóstico sobre las nociones de investigación científica y Naturaleza de la Ciencia, que poseen los docentes y estudiantes de tercero de secundaria, a través del cuestionario Student Understanding of Science and Scientific Inquiry.

Al acercarnos al concepto de alfabetización científica, Pella, et al. (1996), indicaron que el término, incluye una comprensión de conceptos básicos de ciencias, la Naturaleza de la Ciencia, la ética que utilizan los científicos en su trabajo, las relaciones ciencia y sociedad, las relaciones entre la Ciencia y las Humanidades y las diferencias entre Ciencia y Tecnología, la implica en el cómo promover una cultura científica en las nuevas generaciones de estudiantes, en función de conocer sus consecuencias sociales, culturales, económicas y ambientales. En tal sentido, la alfabetización científica, según las aportaciones de Guisasola & Morentin (2007), constituye el sustento de la comprensión de ideas clave que permiten interpretar los fenómenos naturales o las aplicaciones tecnológicas mediante modelos científicos, desde donde se debe promover las visitas a los museos de ciencias, en contextos reales y/o virtuales.

El estudio empleó la teoría constructivista como guía, basada en perspectivas de los principales exponentes actuales, como la cognitiva y de desarrollo de como la cognitiva y de desarrollo de la inteligencia de Jean Piaget, el énfasis cultural de Lev Vygotsky, así como de Jerome Bruner en torno a las teorías del aprendizaje del campo de la psicología educativa, y David P. Ausubel con la teoría del Aprendizaje Significativo relacionada a la teoría del cambio conceptual de Strike y Posner. En la actualidad la práctica pedagógica mantiene una tendencia evidente hacia enfoques constructivistas de la epistemología y de la teoría del aprendizaje (Soler, 2006).

En la comunidad de educación Química, George Bodner introdujo a muchos la teoría constructivista con una declaración simple, indicando que el conocimiento es construido en la mente del aprendiz (Towne, 2009). El conocimiento visto como construcción es producto de la interacción social cultural donde los procesos psicológicos se adquieren en primer momento en un contexto social para poder internalizarse posteriormente.

*“La teoría del constructivismo retoma la psicología cognitiva, la filosofía y la antropología para definir el conocimiento como temporal, en desarrollo contextualizado en la sociedad y la cultura y por tanto, como falible, perfectible y relativo a un contexto.”* (Soler, 2006, pp. 15-16)

*“Las metodologías y enfoques del constructivismo actual incluyen lenguaje total, enseñanza de estrategias*

*cognitivas, enseñanza cognitivamente guiada, enseñanza apoyada (scaffolded), enseñanza basada en alfabetización (literacy bases), descubrimiento dirigido y otras” (Chadwick, 1999, p. 465)*

Para entender el constructivismo existen diversas maneras, esto da origen a distintos enfoques del mismo, sin embargo, coinciden todas ellas en que el conocimiento es un proceso de construcción del sujeto en el cual cada individuo tiene interacciones entre sus disposiciones internas y su contexto exterior, pero difieren en cuanto a los mecanismos y componentes de éste. Así el proceso de construcción lo hace la persona misma desde los recursos de su experiencia y la información que va recibiendo, que depende a su vez de una manipulación efectiva para revisarla, expandirla y asimilarla; siendo así el aprendizaje un asunto nada sencillo que va más allá de la transmisión, internalización y acumulación de conocimientos. Para el constructivismo la clave está en el proceso de adquisición del conocimiento, y no en el resultado del aprendizaje.

Como se ha mencionado, en este trabajo fueron empleador diferentes teorías constructivistas, lo que llevó a construir el siguiente mapa en la Figura 1, que muestra las relaciones de las mismas para comprender el estudio de la alfabetización científica:

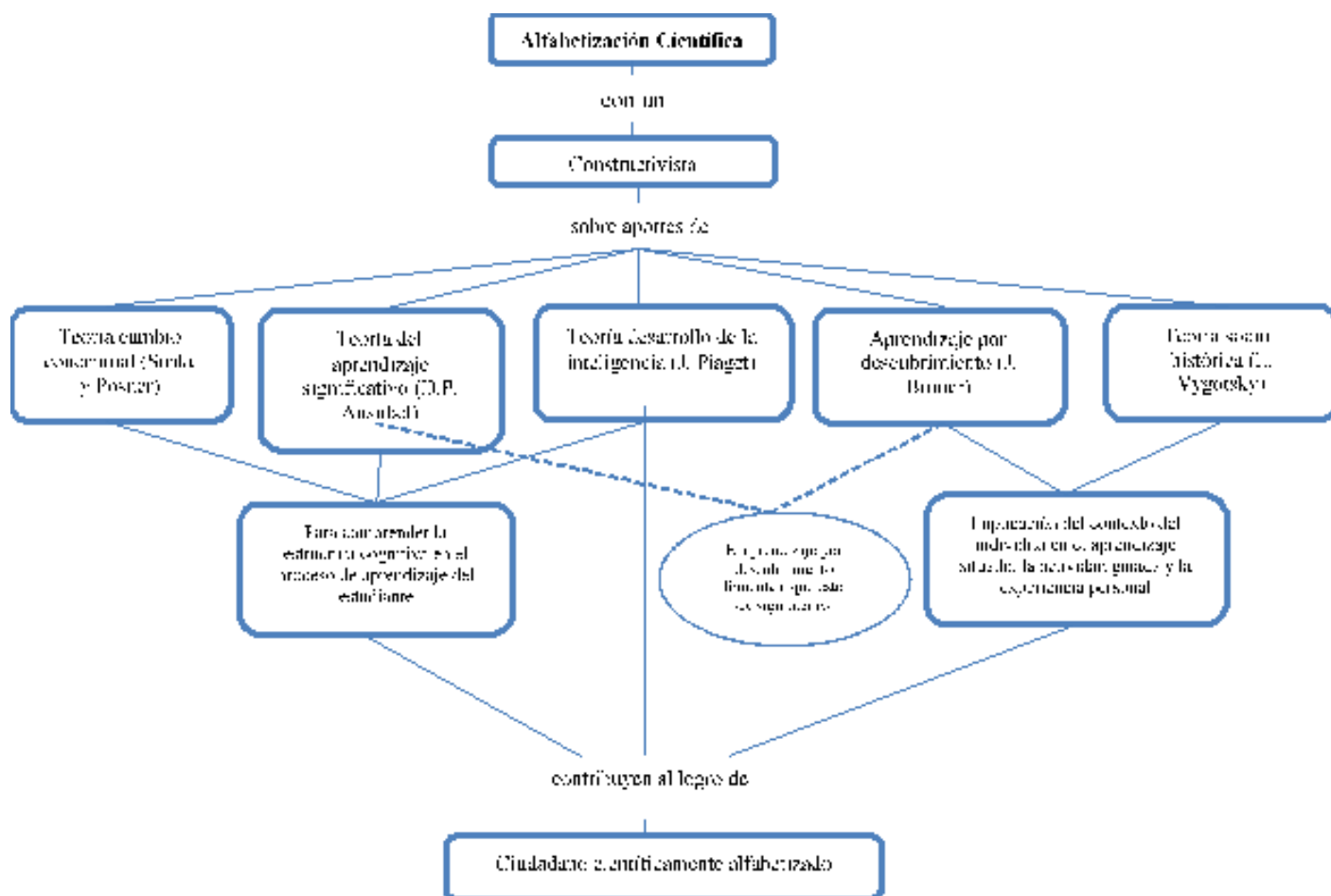


Figura 1. Mapa de teorías que contribuyen a la comprensión de alfabetización científica.

Se puede observar con ayuda del mapa mostrado en la Figura 1, al individuo como el epicentro del proceso de aprendizaje, el cual ya cuenta con características propias y específicas que son individuales, ya que cada uno posee conocimientos previos que tendrán la capacidad de impactar en la manera de canalizar mentalmente los nuevos conocimientos por adquirir; de esta manera estarían existiendo constantemente en la cognición, interacciones mentales que harán evolucionar conocimientos para también descartar otros de ellos, sin olvidar que los desechados no

han sido eliminados, sino que han sido también una base para abrir paso a la evolución.

En este proceso de construcción del individuo, el medio ambiente y el contexto juegan un rol importante que impacta a la situación presentada en el aula al alumno, desde donde construye significados y posteriormente un conocimiento; así se observa que cada uno de estos aspectos mencionados conforman parte del contexto del individuo, y al mismo tiempo que refiere a la naturaleza de la ciencia que forma parte de la alfabetización científica, ya que esta involucra aspectos como la influencia social y cultural en la ciencia, y desarrollo de la misma.

En tal sentido desde Piaget, se fundamentan, aquellos conceptos que un individuo en la etapa de la adolescencia es capaz de manejar, mediante el pensamiento formal operacional, le permiten integrar universalizaciones generales a través de un proceso hipotético-deductivo; lo que está estrechamente relacionado a los principios de la teoría de aprendizaje significativo de Ausubel y al cambio conceptual desde el modelo de Strike y Posner. Esto es visto porque se habla igualmente en estas últimas que, para evolucionar los conceptos, el individuo posee ciertas hipótesis que irá transformando gracias a nuevos conceptos adquiridos; los que se convertirán en conocimiento y se podrán interrelacionar si se les otorgan significados.

Por su parte el pensamiento formal operacional al que refiere Piaget (Towne, 2009), se encuentra vinculado al primer parte de la alfabetización científica que refiere al conocimiento de conceptos y teorías de ciencia y tecnología; ya que sin las bases que representan esos conocimientos básicos, el individuo sería incapaz de llevar a cabo procesos deductivos que utilizará para llevar a cabo actividades como resolver problemáticas reales y comprender conceptos de mayor complejidad.

El aprendizaje por descubrimiento de Jerome Brunner (Camargo & Hederich, 2010) hace énfasis en el elemento del aprendizaje a través de la experiencia personal desde el descubrimiento, que añade a la actividad guiada indicada por Vygotsky (Sendino, 2017); esto permite, de acuerdo a Brunner, que el aprendizaje pueda ser significativo, adicionando este elemento a los principios declarados de Ausubel (Rodríguez, 2011). La actividad de los individuos frente a la realidad es de gran relevancia de acuerdo a Brunner, de esta manera los docentes juegan un rol importante para crear los ambientes necesarios en mira de propiciar un verdadero aprendizaje, así en este ambiente se estarían observando y experimentando la influencia de la interacción social, dentro y fuera del aula.

Los conceptos previos de aprendizaje por descubrimiento y aprendizaje significativo que están fuertemente vinculados si son aplicados a un análisis del aprendizaje de la ciencia, como en este caso, integran el desarrollo de habilidades y conocimientos referentes a ambos componentes de la alfabetización científica; en primer lugar para que un aprendizaje sea significativo debe ser comprendido en su totalidad, lo que implica entender conceptos científicos y las teorías relacionadas a estos, además de referirles relaciones aplicadas a situaciones reales de la vida diaria. Y en segundo lugar el aprendizaje por descubrimiento demanda una agudeza en la capacidad de plantear conocimiento científico en problemas prácticos, así como habilidades de trabajo individual y colectivo, que tienen correspondencia con los elementos descritos por la naturaleza de la ciencia, como lo son el conocimiento del proceso científico, la indagación científica y, los valores y creencias inherentes a lo mismo.

Desde el enfoque sociocultural el aprendizaje es situado, siendo imprescindible la relación que ejercen los actores que rodean al estudiante, como lo son familia, docentes y amigos, al igual que la enseñanza que obtiene a través de la experiencia personal. A través de este proceso se construye el conocimiento entorno a la sociedad y obtendrá significado para el aprendiz. Nuevamente estos elementos hacen referencia al componente de la naturaleza de la ciencia que es la que permite al individuo reconocer el papel que representa ante la sociedad, y al mismo tiempo la importancia de la sociedad y cultura en el desarrollo del conocimiento científico, y la investigación científica.

Entonces puede observarse la necesidad de alcanzar individuos que estén alfabetizados científicamente, donde todo aprendizaje científico está estrechamente relacionado al contexto y cultura, desde un nivel local hasta el universal; así debe incrementarse el tipo de aprendizaje científico que se fomenta en las aulas, para inducir a que adquieran conocimiento y habilidades que les permitirán desarrollarse adecuadamente en una sociedad altamente impactada por la ciencia y tecnología.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo fue elaborado gracias a sujetos pertenecientes a dos diferentes escuelas secundarias, de la escuela Telesecundaria perteneciente al municipio de Omitlán de Juárez en Hidalgo, participaron 3 docentes que son encargados de cada uno de los tres grupos de tercer grado de la escuela Secundaria General de Atotonilco el Grande en Hidalgo participó un solo docente que es encargado de la clase de ciencia para los tres grupos participantes de tercer grado, el número de alumnos participantes puede observarse en las Tabla 1 y 2.

Tabla 1. Alumnos por grupo de Telesecundaria.

Grupo	A	B	C
<b>Alumnos</b>	<b>32</b>	<b>25</b>	<b>28</b>
Femenino	14	9	11
Masculino	18	16	17

Tabla 2. Alumnos por grupo de Secundaria General.

Grupo	A	B	D
<b>Alumnos</b>	<b>32</b>	<b>32</b>	<b>36</b>
Femenino	14	14	21
Masculino	18	18	15

Para fines de la presente investigación se emplearon tres diferentes técnicas de investigación que hacen referencia a un estudio con enfoque mixto, empleando así una metodología en de combinación cualitativa y cuantitativa para la obtención de información. En primer momento se realizó un análisis de documentos mediante el análisis de contenido, al Programa de Aprendizajes Clave (México. Secretaría de Educación Pública, 2017) para hallar o descartar la concordancia de éste con el fomento de la alfabetización científica, en un segundo momento se ha aplicado un cuestionario, el instrumento SUSSI (Student Understanding of Science and Scientific Inquiry) tanto a los estudiantes como a los docentes para conocer las nociones de Naturaleza de la Ciencia que poseen éstos, y por último se ha llevado a cabo la aplicación de las entrevistas a los docentes, a través de un guion de entrevista semi-estructurada.

El análisis de contenido se llevó a cabo a partir de una serie de fases o etapas, la primera de ellas fue la declaración de la siguiente hipótesis: El Programa de Aprendizajes Clave de Ciencias y Tecnología (2017) del nivel de educación secundaria fomenta que la alfabetización científica pueda ser desarrollada por los estudiantes; posteriormente en una segunda fase se procedió a retomar las categorías de análisis empleadas por Blancas (2017), para realizar el análisis referente al Programa de interés, las finalidades que el autor detectó de acuerdo a la bibliografía revisada como parte de su investigación, en referencia a la alfabetización científica, y que servirán como categorías de análisis son las siguientes de acuerdo a Acevedo (2004):

- Propedéutica: centrada fundamentalmente en la enseñanza de los contenidos que se necesitan para proseguir estudios científicos en los niveles postobligatorios de la educación.
- Democrática: con atención especial al ejercicio de la ciudadanía en una sociedad democrática, prepara

para enfrentarse en la vida real a muchas cuestiones de interés social relacionadas con la ciencia y la tecnología y tomar decisiones razonadas sobre ellas.

- Funcional: no se ignoran los contenidos científicos más ortodoxos, pero éstos se subordinan a la adquisición de capacidades más generales que se demandan en el mundo profesional.
- Seductora: centrada en los contenidos científicos habituales en medios de comunicación de masas: documentales de televisión, revistas de divulgación científica, internet, etc. A veces se tiende a mostrar los contenidos más espectaculares y sensacionalistas.
- Utilitaria: prepara para enfrentarse en la vida real a muchas cuestiones relacionadas con los denominados transversales, tales como salud e higiene, consumo, nutrición, educación sexual, seguridad en el trabajo, educación vial, etc.
- Cultural: se promueven contenidos globales, más centrados en la cultura de la sociedad en la que viven los alumnos que en las propias disciplinas científicas, pudiendo incluir a otros de los tipos anteriores.

Como tercera fase se estableció un tabular donde se llevó a cabo el registro del conteo o frecuencia de prevalencia, de las diferentes categorías de análisis dentro del documento; especificando en cada categoría las oraciones que hacen alusión a ésta en el programa de Aprendizajes Clave de Ciencia y Tecnología, al igual que el apartado en el que fue hallada dicha oración. En la cuarta fase se presentó el tabular mencionado anteriormente para mostrar los resultados y el análisis surgido de los mismos.

#### *Questionario SUSSI (Student Understanding of Science and Scientific Inquiry)*

El cuestionario aplicado como parte de la metodología es el denominado SUSSI (Student Understanding of Science and Scientific Inquiry), combina los métodos cuantitativo y cualitativo para brindarle a éste una sensibilidad para detectar influencias culturales. Dicho instrumento surge de la investigación de Liang, et al. (2006), la cual logró diseñar y validar un instrumento que evaluara la comprensión de la NOS, y que al mismo tiempo cubriera los vacíos detectados en los ya existentes.

Si bien la naturaleza de la ciencia e indagación científica conlleva una gran variedad de temas, el instrumento en cuestión se enfoca en los siguientes siete elementos esenciales que hacen énfasis en los documentos de estándares nacionales e internacionales de educación en ciencia K-12, y que han sido ampliamente discutidos en literatura:

- Carácter tentativo del conocimiento científico: el conocimiento científico es tanto tentativo como durable,

el tener confianza en el conocimiento científico es razonable mientras se esté consciente que dicho conocimiento puede ser dejado de un lado o puede modificarse a la luz de nueva evidencia, o puede re conceptualizarse a partir de evidencia previa y conocimiento.

- Observaciones e inferencias: la ciencia está basada tanto en observaciones como en inferencias, ambas son guiadas por científicos y perspectivas actuales de la ciencia. Las múltiples perspectivas contribuyen a validar diversas interpretaciones de observaciones.
- Subjetividad y objetividad en la ciencia: la ciencia pretende ser objetiva y precisa, pero la subjetividad en ésta es inevitable. El desarrollo de preguntas, investigaciones, e interpretaciones de datos, son influidos hasta cierto punto por el estado actual de conocimiento científico, los factores personales de investigación, y un trasfondo social.
- Creatividad y racionalidad en la ciencia: el conocimiento científico es creado desde la imaginación humana y el razonamiento lógico, esta creación está basada en observaciones e inferencias del mundo natural. Los científicos usan su creatividad e imaginación a través de sus investigaciones científicas.
- Enraizamiento cultural y social de la ciencia: la ciencia es parte de las tradiciones culturales y sociales, personas de todas las culturas contribuyen a la ciencia. Como empresa humana, la ciencia es influida por la sociedad y cultura en la que es practicada; los valores y las expectativas de la cultura determinan qué y cómo se conduce, acepta e interpreta la ciencia.
- Leyes y teorías científicas: tanto las teorías, como las leyes científicas están sujetas a cambio. Las leyes científicas describen relaciones generalizadas, observadas o percibidas, de fenómenos naturales bajo condiciones específicas. Las teorías son explicaciones bien sustentadas de algún aspecto del mundo natural, y no se convierten en leyes aun cuando se tiene evidencia adicional: éstas explican las leyes.
- Métodos científicos: No hay un método científico singular, universal, que se realice paso por paso y que sigan todos los científicos. Los científicos plantean preguntas de investigación con conocimientos previos, perseverancia, y creatividad. El conocimiento científico es construido y desarrollado en una variedad de formas incluyendo observación, análisis, especulación, investigación bibliográfica y experimentación.

Cabe mencionar que en este idioma y en el contexto mexicano, SUSSI ha sido empleado anteriormente por Guevara (2014), en su estudio sobre el conocimiento de la NOS que poseen los profesores de escuelas secundarias del Distrito Federal y sus manifestaciones en la enseñanza de las ciencias.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las categorías de este instrumento fueron detectadas por frecuencia de prevalencia de oraciones relacionadas a las finalidades mencionadas, dentro del Programa de Ciencias Naturales y Tecnología, que forma parte del Programa de Aprendizajes Clave (2017) del nivel de secundaria. De esta manera se creó la Tabla 3, que permitió realizar el análisis pretendido. A manera de resumen en este apartado se presenta la Tabla 3, que contiene únicamente las categorías como finalidades de la alfabetización científica, y la FP de las expresiones.

Tabla 3. Frecuencia de prevalencia de expresiones en el Programa de Ciencias Naturales y Tecnología (2017).

Finalidades de la AC	FP
<b>Propedéutica:</b> para proseguir estudios científicos	<b>19</b>
<b>Democrática:</b> para tomar decisiones en asuntos públicos tecno-científicos	<b>4</b>
<b>Funcional:</b> para prepararse para el mundo profesional	<b>12</b>
<b>Seductora:</b> para despertar la curiosidad por la ciencia	<b>5</b>
<b>Utilitaria:</b> para tomar decisiones en la vida diaria	<b>19</b>
<b>Cultural:</b> para entender la ciencia como cultura	<b>20</b>

El cuestionario cuenta con seis dimensiones: observaciones e inferencias, carácter tentativo de las teorías científicas, leyes científicas y teorías científicas, influencia social y cultural en la ciencia, imaginación y creatividad en investigaciones científicas, y metodología en investigaciones científicas. Estas fueron descritas previamente, en cada una de las dimensiones el cuestionario presenta dos áreas, una de ellas es la compuesta por cuatro reactivos tipo Likert, y la otra es la pregunta abierta; por la naturaleza distinta de las áreas, se presenta primero los resultados obtenidos del área correspondiente a los reactivos Likert. Igualmente, en cada área se hace la separación de los resultados obtenidos por parte de los estudiantes, y aquellos correspondientes a los profesores.

Los resultados obtenidos en los cuestionarios de los reactivos Likert, fueron sometidos al programa estadístico para análisis llamado SPSS (Statistical Package for the Social Sciences), el cual arrojó datos que permitieron crear las tablas, y por ende las figuras, el programa facilitó el filtro de los resultados por género y por escuela, para poder llevar a cabo comparaciones; así como también fue posible obtener los valores para el alfa de cronbach, desviación estándar, correlaciones, y significancia mediante la prueba T.

La figura 2, muestra la gráfica de la media total obtenida en cada una de las dimensiones por parte del conjunto de estudiantes de ambas escuelas, donde debe mencionarse que el máximo para cada dimensión era de 16 puntos. Y donde la media general total de las seis dimensiones es de 57.16, siendo el máximo a obtener de 96 puntos.

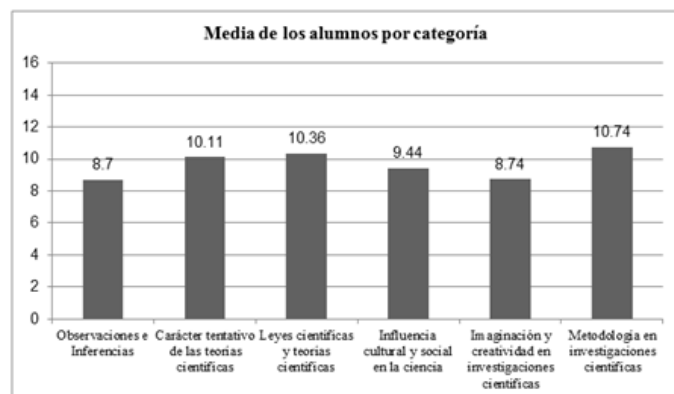


Figura 2. Media total de los alumnos en cada dimensión.

Se observa en la figura previa que para ninguna de las dimensiones el promedio supera un valor de 12 puntos, lo que indica que en general la concepción que tienen los estudiantes acerca de la NOS no es informada. La concepción para todas las dimensiones se encuentra en transición, ya que en promedio están en un puntaje entre 9 y 10. Y en particular cada una de ellas se encuentra entre el 8 y el 12 que representan los valores como límites inferior y superior para una concepción en transición.

Conforme a los datos obtenidos, se puede declarar que en general el total de los estudiantes de ambas escuelas manejan nociones de la naturaleza de la ciencia que no son ingenuas, pero tampoco informadas; sino que se encuentran en un proceso de transición, es decir esto indica que los estudiantes están transformando sus concepciones acerca del mundo científico hacia una visión que es más acertada a la realidad de la ciencia, fundamentos que valida Sadler & Zeidler (2004), cuando refieren que es importante generar estrategias que preparen a los estudiantes para que tengan conocimientos que les permitan enfrentar problemas relacionados con la ciencia y la sociedad. Esto sin aún poseer aún en ninguna área una noción informada, pero que si algunos de ellos tienen nociones ingenuas en áreas como la referente a Observaciones e inferencias.

En el momento de hacerse el filtro por género y por escuela, los resultados no muestran diferencias significativas entre éstos, por lo que aquí no son reportados los tabulares y gráficos; en cuanto a la fiabilidad se empleó como estadística el alfa de Cronbach para cada dimensión del instrumento, que reportó observa un valor para el Alfa de Cronbach de .770, por lo que puede confirmarse la fiabilidad de la escala empleada. Por otra parte, respecto a la correlación y nivel de significancia entre las dimensiones, se encontró que no existe correlación entre ninguna de las dimensiones, pero que in embargo todas son significativas; la falta de correlación entre los resultados de las dimensiones es indicativo de que cada una es independiente, y los resultados de una no son influyentes o indicativos de los resultados que se obtendrán en otra dimensión.

A continuación, se presentan los resultados de los profesores, comenzando con la Tabla 4, donde se muestran los valores de totales por categoría o dimensión para cada profesor donde el máximo es 16, y el total del cuestionario sobre un máximo de 96; igualmente en la misma tabla se muestran los valores promedio de los mismos.

Tabla 4. Resultados de profesores en cuestionario SUSSI.

Dimensión	Escuela 1			Escuela 2	Prom
	Profesor 1	Profesor 2	Profesor 3	Profesor 4	
Observaciones e Inferencias	16	9	10	11	11.5
Carácter tentativo de las teorías científicas	14	12	8	11	11.25
Leyes científicas y teorías científicas	8	15	12	15	12.5

Influencia social y cultural en la ciencia	9	8	8	10	8.75
Imaginación y creatividad en investigaciones científicas	13	8	8	10	9.75
Metodología en investigaciones científicas	14	11	8	12	11.25
Total	74	63	54	69	65

En los datos de la tabla anterior se observa que tanto el profesor con el puntaje más alto, como aquel con el puntaje más bajo pertenecen a la Escuela 1; en promedio el resultado de los profesores de la Escuela 1 es de 64, y el resultado del único profesor de la Escuela 2 es de 69. Esto muestra que la diferencia entre las escuelas es de apenas 5 puntos, lo que no es significativo para indicar que los profesores de una escuela sean mejores.

Sin embargo, en la individualidad de los resultados, el Profesor 1 alcanza un promedio de 3.1 para sus resultados, lo que indica una concepción informada acerca de la naturaleza de la ciencia, por su parte el Profesor 2, el Profesor 3 y el Profesor 4 tienen promedios de 2.6, 2.2 y 2.9 respectivamente lo que corresponde a una concepción en transición. En la misma tabla puede observarse en los promedios que el resultado más bajo se obtuvo en la dimensión de Influencia social y cultural en la ciencia, que corresponde a una concepción en transición, y el valor más alto fue obtenido en la dimensión de Leyes científicas y teorías científicas, que refiere a una concepción informada acerca de la naturaleza de la ciencia.

## CONCLUSIONES

La enseñanza de las ciencias a partir de los nuevos retos planteados como la alfabetización científica, ha sumado a los desafíos previos otros que involucran desarrollar en los estudiantes nuevas habilidades, aptitudes y valores acerca de la ciencia y su relación e importancia con la sociedad actual. Este mismo proceso de enseñanza-aprendizaje depende de diversos factores involucrados, desde los individuos que son tanto docentes y alumnos, así como los diversos recursos económicos, humanos, materiales; al igual que el contexto que rodea a la escuela y al individuo.

Uno de los recursos que son dispuestos por parte de la SEP al alcance de los docentes para llevar a cabo su actividad, en la clase de ciencias en el nivel educativo de secundaria en particular, es el Programa de Ciencia y Tecnología (2017), el cual fue analizado y ha demostrado tener como propósito promover en los estudiantes una alfabetización científica con adquisición de capacidades generales y fundamentales, tanto las correspondientes

del mundo científico, como aquellas para desenvolverse día a día en una sociedad que requiere urgentemente una cultura científica de calidad. Es por esto que esperando tal resultado para la presente investigación se decidió en un inicio emplear el concepto de alfabetización científica, a pesar de que el programa de este nivel académico no hace su mención literal, pero que sin embargo con otras palabras sí la está empleando; aunado al hecho de que a nivel internacional es un concepto cada vez más empleado, y en México ha sido reemplazado.

Los docentes, así como los estudiantes como otro par de los factores involucrados en el proceso de enseñanza y aprendizaje, son piezas clave; ambos mostraron, a través del cuestionario, poseer una falta de visión informada acerca de elementos de la naturaleza de la ciencia e investigación científica, los cuales son parte importante de la alfabetización científica. En particular respecto a los estudiantes, se observó que el conocimiento que tienen acerca de la ciencia es muy disperso, tal comentario se debe al hecho existente que demuestra que ellos pueden poseer una visión informada acerca de un elemento, pero en otro de ellos tener una visión ingenua.

La brecha que existe entre aquellos estudiantes que presentaron una visión ingenua, de aquellos que poseen una visión informada es aún grande; aunado al hecho que a través del cuestionario se puede percibir una dificultad por expresar de manera escrita argumentos relacionados a cuestiones relacionadas a la ciencia.

En general la opinión que se percibió en los sujetos de estudio fue que siguen creyendo que la investigación científica se remite a las ciencias exactas, donde existe un único método universal, y que además todo debe ser objetivo de una manera donde no hay cabida para la imaginación y creatividad en la mente del científico, así como tampoco puede haber influencia de la sociedad y cultura. La falta de destrezas en habilidades de investigación, como lo es la argumentación es evidente, esto se sostiene gracias a las respuestas obtenidas en las preguntas abiertas del cuestionario, y la carencia de estas habilidades básicas puede impedir desarrollar otro tipo de habilidades científicas. Por parte de los docentes se



identificó, desde el cuestionario, una visión en transición en camino a una visión informada.

Respecto a la pregunta general de investigación que fue la razón principal del proyecto, puede indicarse que la alfabetización científica está siendo cultivada en los estudiantes, principalmente mediante la transmisión de conocimientos, lo que refiere al primer componente de la misma; sin embargo, al encontrarse aún en transición la visión sobre la naturaleza de la ciencia que poseen los estudiantes, se requiere de mayor trabajo que fortalezca esta segunda área de la alfabetización científica.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acevedo, J. (2004). Reflexiones sobre las finalidades de la enseñanza en ciencias: Educación científica para la ciudadanía. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 1(1), 3-16.
- Blancas, J. L. (2017). ¿Qué alfabetización científica se promueve en la educación obligatoria en México? Un análisis de las finalidades educativas. (Ponencia). Congreso Nacional de Investigación Educativa. San Luis Potosí, México.
- Camargo, Á., & Hederich, C. (2010). Jerome Bruner: dos teorías cognitivas, dos formas de significar, dos enfoques para la enseñanza de la ciencia. *Psicogente*, 13(24), 329-346.
- Chadwick, C. (1999). La psicología del aprendizaje desde el enfoque constructivista. *Revista latinoamericana de psicología*, 31(3), 463-475.
- Guisasola, J., & Morentin, M. (2007) ¿Qué papel tienen las visitas escolares a los museos de ciencias en el aprendizaje de las ciencias? Una revisión de las investigaciones". *Enseñanza de las Ciencias*, 25 (3), 439-452.
- Guevara, G. (2014). *Conocimiento sobre la naturaleza de la ciencia que poseen los profesores de escuelas secundarias del distrito federal y sus manifestaciones en la enseñanza de las ciencias*. (Tesis de Maestría) Universidad Nacional Autónoma de México.
- Liang, L., Chen, S., Chen, X., Nafiz, O., Dean, A., Macklin, M., & Ebenezer, J. (2006). Student Understanding of Science and Scientific Inquiry (SUSI): revision and further validation of an assessment instrument. (Ponencia). *Annual Conference of the National Association for Research in Science and Teaching (NARST)*. San Francisco, USA.
- México. Secretaría de Educación Pública. (2011). *Programa de Estudios 2011 Guía para el Maestro*. Dirección General de Desarrollo Curricular (DGDC) de SEP.
- México. Secretaría de Educación Pública. (2017). *Aprendizajes Clave para la educación integral, Plan y programas de estudio para la educación básica*. Secretaría de Educación Pública.
- Pella, M.O., O'Hearn, G.T., & Gale, C.W. (1966). Referents to scientific literacy. *Journal of Research in Science Teaching*, 4, 199-208.
- Sadler, T., & Zeidler, D. L. (2004). The morality of socioscientific issues: Construal and resolution of genetic engineering dilemmas. *Science Education*, 88(1), 4-27.
- Sendino, M. (2017). *Propuesta didáctica para favorecer la alfabetización científica en cuarto de Educación Secundaria Obligatoria mediante el enfoque Ciencia, Tecnología y Sociedad*. Universidad Internacional de La Rioja.
- Soler, E. (2006). *Constructivismo, innovación y enseñanza efectiva*. Editorial Equinoccio.
- Towne, F. S. (2009). *Is Adolescence a Critical Period for Learning Formal Thinking Skills? A Case Study Investigating the Development of Formal Thinking Skills in a Short-Term Inquiry-Based Intervention Program*. (Tesis doctoral). University of Montana Missoula.
- Vázquez, Á., & Manassero, M. A. (2008). El declive de las actitudes hacia la ciencia de los estudiantes: un indicador inquietante para la educación científica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 5(3), 274-292.