



Ra Ximhai

ISSN: 1665-0441

raximhai@uaim.edu.mx

Universidad Autónoma Indígena de

México

México

Álvarez - Valenzuela, Ramiro
PERCEPCIÓN EPISTEMOLÓGICA Y NIVEL DE ALFABETIZACIÓN CIENTÍFICA EN
PROFESORES DE BACHILLERATO

Ra Ximhai, vol. 12, núm. 6, julio-diciembre, 2016, pp. 135-151

Universidad Autónoma Indígena de México

El Fuerte, México

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=46148194008>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal

Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto



uas

RA XIMHAI ISSN 1665-0441
Volumen 12 Número 6 Edición Especial
Julio – Diciembre 2016
135-151

PERCEPCIÓN EPISTEMOLÓGICA Y NIVEL DE ALFABETIZACIÓN CIENTÍFICA EN PROFESORES DE BACHILLERATO

EPISTEMOLOGICAL PERCEPTION AND SCIENTIFIC LITERACY IN LEVEL HIGH SCHOOL TEACHERS

Ramiro Álvarez-Valenzuela

PITC del área de Biología en la Preparatoria "Diurna" Guasave, Universidad Autónoma de Sinaloa. Blvd. Leyson Pérez y López Mateos, Colonia Ejidal, Guasave, Sinaloa, México. Correo electrónico: ramal58@uas.edu.mx

RESUMEN

La investigación en la didáctica de las ciencias ha permitido encontrar algunas dificultades que dificultan el proceso de enseñanza-aprendizaje. Entre estos problemas están los contenidos conceptuales de las materias escolares, la influencia de los conocimientos previos del alumno y los docentes que no han sido preparados epistemológicamente en su formación universitaria. En esta investigación se presenta las concepciones epistemológicas de una muestra de 114 profesores de bachillerato universitario del área de ciencias naturales, las cuales se refieren a las ideas acerca del papel que desempeña la observación en el desarrollo el conocimiento científico, así como el quehacer de los científicos en el proceso de la generación del conocimiento. Incluye también el nivel de alfabetización científica a partir de la bibliografía que se utiliza como fuente de información en al trabajo docente. El resultado también permite identificar el nivel de alfabetización científica en los alumnos y su influencia en el aprendizaje.

Palabras clave: ciencias naturales, investigación en educación, enseñanza de las ciencias, aprendizaje, concepción filosófica de la ciencia.

SUMMARY

Research in science education has helped to find some difficulties that hinder the teaching-learning process. These problems include conceptual content of school subjects, the influence of prior knowledge of the student and the teachers have not been trained in their university education epistemologically. This research presents the epistemological conceptions of a sample of 114 high school teachers university science area, which refer the ideas about the role of observation in scientific knowledge development and the work of scientists in the process of knowledge generation. It also includes the level of scientific literacy from the literature that is used as a source of information on the teaching. The result also identifies the level of scientific literacy in students and their influence on learning.

Key words: natural sciences, education research, science education, learning, philosophical conception of science.

INTRODUCCIÓN

En la investigación educativa, y en la práctica de la enseñanza de la ciencia, las concepciones acerca de la naturaleza de la ciencia (NC) y la concepción filosófica (CF) de la ciencia son y ha sido uno de los factores que han limitado el desarrollo de habilidades para entender la ciencia, tanto en la visión de los profesores como en la forma como se ha enseñado a los alumnos. Por esta razón se considera relevante la necesidad de este tipo de trabajos.

Es evidente que la ciencia, y la investigación en didáctica de las ciencias como una construcción colectiva ha puesto de manifiesto la complejidad de enseñar ciencias, la cual posee reglas, paradigmas y leyes propias, construidos a lo largo del tiempo por filósofos, científicos, instituciones, grupos y profesionales los cuales se esfuerzan por comprenderlas, aprenderlas, explicarlas y enseñarlas, desde distintas perspectivas (Rodríguez *et al.*, 2011). Para muchos autores de la enseñanza de las ciencias naturales

actual, la reflexión epistemológica es un componente indispensable en la formación de los científicos y los docentes de ciencias naturales y sobre estos se han realizado diversos estudios en los cuales se trata de dar cuenta de las categorías de análisis que se encuentran presentes en los postulados teóricos de las corrientes epistemológicas y la manera en que se relacionan o están presentes en las aulas (Rodríguez *et al.*, 2011).

Sin embargo a pesar de la trascendencia e importancia de este tipo de trabajos, existe poco conocimiento acerca de esta visión en profesores de bachillerato. Por lo tanto, resulta necesaria la educación del maestro de ciencia, pues esto será lo que permita la promoción de concepciones más adecuadas acerca de la naturaleza y filosofía de la ciencia entre nuestros estudiantes.

De acuerdo a (Vázquez *et al.*, 2004b), en el marco de la investigación en didáctica de las ciencias, la inclusión de la NC en el currículo de ciencias tiene dos obstáculos: a) su concepción filosófica en sí misma es una área de conocimientos multidisciplinar, dialéctica, compleja y cambiante, que contrasta con el carácter acabado y dogmático de muchos contenidos tradicionales de los currículos de ciencias, y 2) el profesorado de ciencias, porque, en general, no ha sido preparado en esta área, la cual no suele ser parte de la formación universitaria de los científicos.

La importancia y sobre todo la necesidad de atender la naturaleza y las concepciones de ciencia así como generar el conocimiento, resultan de gran trascendencia, pues se considera que son las funciones que se desarrollan en la Universidad, y orientadas, por las concepciones de ciencia que poseen los académicos en lo general y los investigadores en lo particular, y que éstas ubican y marcan de alguna manera el trabajo desarrollado por académicos, sean investigadores, profesores e incluso funcionarios, ya que llegan a reproducirlas con sus alumnos y colegas (Alvarado, 2007).

En la universidad son raras las asignaturas de historia, filosofía o epistemología de la ciencia y, en el caso de existir, suelen concebirse como un mero complemento cultural que se articula generalmente en forma de asignaturas optativas con poco peso en el plan de estudios. Es como si existiera una especie de creencia implícita generalizada de que la historia o la filosofía de la ciencia no contribuyen mucho a la formación del futuro científico. Enfrentados con los contenidos propios de las disciplinas, estos aspectos metacientíficos reciben una atención menor en los planes de estudio y en muchas ocasiones deben sacrificarse en beneficio de los contenidos serios (Campanario, 1999). Mediante estas disciplinas se puede estudiar las ciencias naturales desde diferentes perspectivas teóricas, que permitan, entre otras cosas, conocer e identificar cómo es el conocimiento y como se realiza la actividad científica.

Según (Anduris, 2005), el interés de la didáctica por las metaciencias proviene del reconocimiento de que ellas pueden contribuir de muy diversas maneras a la enseñanza de las ciencias naturales, pues proporcionan una reflexión teórica sobre qué es el conocimiento científico y cómo se elabora, que permite entender mejor las ciencias, sus alcances y sus límites y se constituyen en una producción intelectual valiosa, que debería formar parte de la cultura integral de los ciudadanos, así también, proveen herramientas de pensamiento y de discurso para entender la ciencia y permite superar obstáculos en el aprendizaje de los contenidos, métodos y valores científicos, generando ideas, materiales, recursos, enfoques y textos para diseñar la enseñanza de las ciencias que facilitan la estructuración de los currículos del área de ciencias naturales al permitir identificar los modelos más fundamentales de cada disciplina.

Para (Vázquez *et al.*, 2004a), desde hace décadas, algunos estudios han investigado las actitudes científicas de profesores de ciencias y científicos mediante diversas metodologías, en las que

predominan las entrevistas y las encuestas. Aunque estos estudios no estaban dirigidos a la identificación de acuerdos sobre la NC, constituyen una primera aproximación en la búsqueda de pruebas de ellos. Puede decirse que, en general, abunda más en el profesorado de ciencias la visión de una “ciencia de gabinete” y academicista que hoy parece estar en vías de superación. Esta visión es predominantemente positivista en lo filosófico, inductivista en lo empírico, racionalista y objetivista en lo metodológico, realista en lo ontológico, confirmacionista en la justificación del conocimiento, dogmática y descontextualizada en los supuestos básicos, etc., muy alejada, ciertamente, de una perspectiva más ajustada a la realidad de la ciencia y la tecnociencia contemporáneas.

Uno de los aspectos que distinguen en la actualidad lo relacionado con la enseñanza y sobre todo el aprendizaje de la ciencia, es que mientras el conocimiento de la ciencia supone o implica el conocimiento de hechos científicos, teorías leyes etc., también debe implicar el proceso de cómo se construye la ciencia y cuál es su base epistémica. La sobre enfatización de lo que aprendemos y aprehendemos a expensas de lo que como lo sabemos, resulta en una educación científica, la cual comúnmente no permite al alumno sea capaz de justificar su conocimiento de la ciencia, justificando sus creencias y su aprendizaje tomando como referencia al docente como autoridad (Collins *et al.*, 2001), reflejo inherente del tradicionalismo científico que limita el desarrollo y capacidades de la comprensión de la NC por los estudiantes.

La filosofía y la historia de la ciencia ofrecen pautas de pensamiento que permiten analizar de forma crítica la NC y su contribución específica para la comprensión del mundo, es decir de la naturaleza y la tecnología. La pedagogía y la psicología, por su parte, posibilitan la adquisición de competencias capaces de ofrecer puntos de referencia tanto para considerar hasta qué punto cierto tema merece ser enseñado como para llevar a cabo estudios empíricos sobre si el tema en cuestión puede ser o no entendido por los estudiantes (Duit, 2006).

Con base en las revisiones hechas y planteadas previamente en este documento, se considera que la visión científica que tienen los profesores acerca de la NC y su interpretación epistemológica, y las carencia de fuentes primarias del conocimiento en su trabajo docente, son factores limitantes para la comprensión de la ciencia tanto para su trabajo docente, como en sus alumnos, por lo que es necesario identificar la forma como perciben la ciencia, el perfil epistemológico y la comprensión acerca del uso del conocimiento científico de los profesores de ciencias naturales en el bachillerato autónomo en Sinaloa. En función de lo anterior se plantea los objetivos de a) evaluar el perfil epistemológico de los profesores de ciencias naturales en el bachillerato de una universidad pública en el Estado de Sinaloa y b) determinar el nivel de alfabetización científica de los docentes y su influencia en la comprensión de la NC en sus alumnos.

METODOLOGÍA

Para la realización de este trabajo, se tomó una muestra al azar de profesores de biología, de física y de química (ciencias naturales) en el sistema de bachillerato y que pertenecen al Sistema de Bachillerato público de la Universidad Autónoma de Sinaloa, ubicadas en los municipios de Ahome, Guasave, Salvador Alvarado, Culiacán y Mazatlán, todas las escuelas corresponden al área urbana.

Se aplicó un cuestionario a 114 profesores para identificar algunos de sus datos generales como asignatura que imparte, sexo, antigüedad laboral, perfil profesional (Normalista o Universitario), máximo grado obtenido, asignatura que imparte y si tiene acreditado el Diplomado en competencias. En este cuestionario no se solicitó el nombre de los docentes entrevistados. Así también, el cuestionario incluyó

tres preguntas, dos de ellas con cuatro opciones de respuesta, en las que cada respuesta se enmarca en una corriente epistemológica acerca de la ciencia para con la idea de identificar cual es la percepción epistemológica con la que estuvieran de acuerdo. La tercera pregunta está relacionada con la alfabetización científica, en la cual se le ofrece al profesor nueve opciones a escoger, en las cuales tres corresponden a editoriales donde se publican artículos científicos en la frontera de la ciencia en el idioma inglés, en otras tres se publican artículos científicos en español, dos opciones corresponden a un motor de búsqueda y una relacionada con libros de texto. Las preguntas numeradas uno y dos, se tomaron de (Flores et al., 2007), y son las siguientes: 1. ¿Cuál es el papel o función que tiene la observación para el desarrollo del conocimiento científico? 2. ¿Cuál es la labor de un científico? (Flores et al., 2007) y la tercera pregunta es: 3.- ¿Cuál es la fuente de información que usted recomienda para sus alumnos?

Para realizar esta encuesta se establecieron citas con la dirección escolar de cada escuela con la idea de solicitar por escrito permiso para el ingreso y la aplicación del cuestionario a los maestros de cada una de las escuelas que participaron en el estudio, y poder explicarles el objetivo de esta investigación y el procedimiento que se iba a seguir. La aplicación del cuestionario fue individual con la autorización previa de cada profesor. Debido a la dinámica propia del trabajo escolar, el cuestionario se aplicó en los momentos en que los profesores tenían un descanso entre clases, con el objetivo de no interrumpir el trabajo docente y que no alterara el ritmo cotidiano de su trabajo y que estuvieran presentes entre las 8:00 de la mañana hasta las 12:00 horas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados se presentan en tres secciones, el primero relacionado con la importancia de la observación en el desarrollo del conocimiento científico, el segundo en relación a la labor que desarrolla un científico y el tercero consta acerca del uso de fuentes de información científica que los docentes utilizan en su trabajo académico.

El presente trabajo está basado en una investigación de campo en el que se aplicó el cuestionario de manera individual a 114 docentes de ciencias, de bachillerato público autónomo del Estado de Sinaloa, para averiguar que concepción tienen los profesores acerca de NC y su perfil epistemológico. Antes de aplicar el cuestionario, se le explicaba el motivo de su aplicación y se le solicitaba su anuencia para contestarlo. En el proceso de aplicación del cuestionario, tres profesores de física y uno de biología se negaron a contestarlo y cuatro profesores no regresaron el cuestionario aduciendo que no podían contestarlo, aun cuando en la entrevista previa, aceptaron realizar la actividad tal como se les había planteado.

Para la identificación del perfil personal de cada entrevistado, los resultados obtenidos con base en el cuestionario aplicado a los profesores donde se identifican son: 36 profesores de física, 34 profesores de química y 44 profesores de biología, tal como se muestran en la *Figura 1*, y de ellos, 58 profesores del sexo masculino y 56 del género femenino, como se señala en el *Cuadro 1*.

Cuadro 1.- Profesores entrevistados acorde a materia que imparte

Materia	Número de la Muestra	% de la muestra
Física	36	31.58
Química	34	29.82
Biología	44	38.6

I: Función que tiene la observación para el desarrollo del conocimiento científico

Al hacer una valoración acerca del perfil epistemológico de la totalidad de la muestra de profesores y considerando la primer pregunta ¿Cuál es el papel o función que tiene la observación para el desarrollo del conocimiento científico?, en total se encontró que 48 docentes (42.10% del total), tienen un identidad con el positivismo, 35 (aproximadamente un 30.70 %) tienen una inclinación con la corriente empirista, 27 profesores (23.68% de la muestra) se identifican con la corriente relativista y solamente 4 docentes (3.6 % en promedio) pertenecen a la corriente racionalista, como se indica en la *Figura 1*.

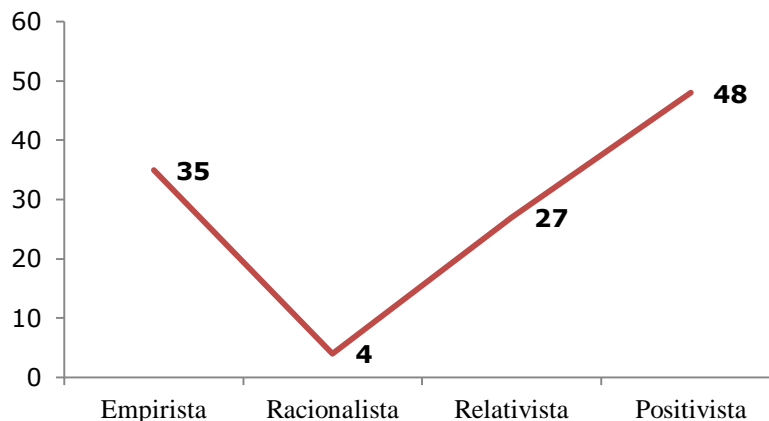


Figura 1.- Identificación epistemológica de acuerdo a perfil expresado en la primera pregunta.

Para el análisis de los resultados a partir del cuestionario aplicado, se separaron las poblaciones en profesores que imparten biología, física y química. Cada una de las preguntas del cuestionario, como se describió en la parte de metodología, está basada en un enfoque epistemológico: empirismo, racionalismo, positivismo lógico y relativismo.

De acuerdo a los datos encontrados, al hacer la división acorde a la materia que imparten, y considerando las respuestas a la primera pregunta, el resultado indica que de la totalidad de los profesores de biología entrevistados, 19 tienen una inclinación hacia el empirismo, 14 se orientan hacia el positivismo, 10 de ellos, se identifican con el relativismo mientras que solo uno es racionalista. Por su parte, 18 docentes de física, muestran una orientación positivista, nueve tienen inclinación por el relativismo, siete se declaran empirista y solo uno es racionalista. Los profesores de química tienen una tendencia similar, ya que 16 se respaldan en el positivismo, nueve se inclinan por el empirismo, 8 se orientan con el relativismo y únicamente dos son racionalistas (*Figura 2*).

Con respecto al perfil epistemológico de los profesores, considerando la materia que imparten, hay que indicar que debido a la diferencia de opiniones epistemológicas existentes, no existe homogeneidad de opiniones con respecto a su postura filosófica con respecto a la función de la observación en el desarrollo del conocimiento científico. Este resultado le da sentido a la universalidad de las ideas que existen entre los docentes, aspecto que enriquece el flujo de las ideas y fortalece la discusión de las mismas.

Al hacer un análisis por grupo de docentes acorde a la materia que imparten, es necesario hacer notar que los docentes de biología tienen una orientación de mayor porcentaje hacia el empirismo

comparativamente con los docentes de física y química que se orientan hacia el positivismo lógico. Es necesario señalar que en los docentes de física, el relativismo ocupa el segundo lugar en preferencias y el tercer lugar lo ocupa el empirismo, aspectos no compartidos en los profesores de química, ya que en segundo lugar está el empirismo y el tercer lugar el relativismo. La coincidencia de los tres grupos de profesores, es que la minoría de ellos, se ubican hacia el racionalismo.

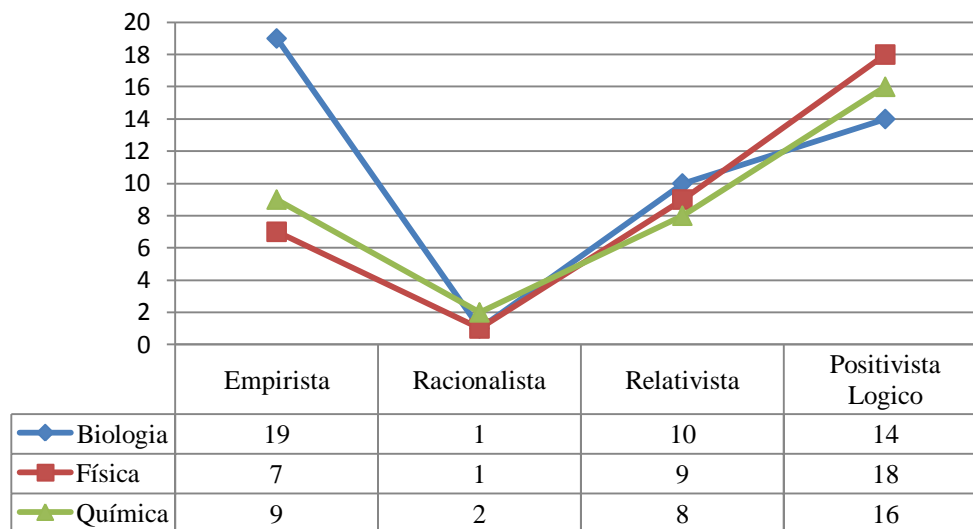


Figura 2.- Diferencias epistemológicas de los profesores de ciencias considerando la materia que imparten con respecto a la pregunta ¿Cuál es el papel o función que tiene la observación para el desarrollo del conocimiento científico?

Esto significa que acorde a (Flores *et al.*, 2007), los profesores de biología se inclina hacia el empirismo, por lo que se podría considerar que el conocimiento se encuentra en la naturaleza y es aprehendido por los sujetos; por lo tanto, su idea de ciencia está centrada en el grupo de enunciados universales, lo que hace que la ciencia sea objetiva, absoluta y a histórica. Además, la orientación de los profesores de física y química, señala que la ciencia podría ser el conjunto de teorías con una organización racional lógica, jerárquica y clasificatoria, fundada en proposiciones demostrables empíricamente; la observación estaría dirigida a las unidades básicas de la experiencia que son los hechos, los que se organizan y analizan mediante procesos lógicos y matemáticos (Flores *et al.*, 2007). Por lo que los docentes tienen la visión del conocimiento científico es acabado y definitivo, independiente de los contextos concretos donde nace, y exclusivamente fundamentado en los denominados factores epistémicos: por un lado, los «hechos», la evidencia empírica objetiva y, por otro, la lógica o racionalidad (Vázquez and Manassero, 1999). Finalmente en los tres grupos de profesores la tendencia minoritaria orienta hacia el racionalismo (uno de biología, uno de física y dos de química), esto tiene como interpretación que pocos profesores conciben que la fuente de los conocimientos esta en las capacidades cognitivas del sujeto, y tiene que ver con su organización racional y sistemática, apoyado en los procesos de razonamiento *a priori* a la experiencia.

II. La labor de un científico

De acuerdo a los datos registrados, y considerando las respuestas a la segunda pregunta, el 73.68%, (84 profesores) tienen su base epistémica en el positivismo, 14.91% de la muestra (17 docentes) se inclinan

por el empirismo, 5.98% (siete entrevistados) se declaran racionalistas, mientras que 5.26% (6 profesores) tienen una perspectiva epistemológica relativista (*Figura 3*).

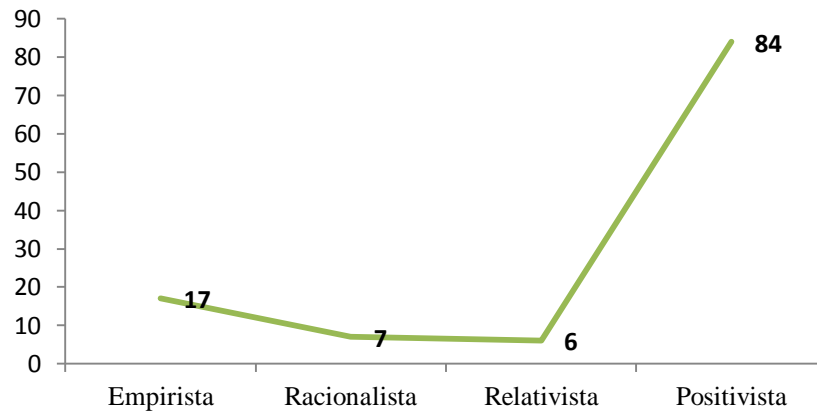


Figura 3.- Identificación epistemológica del total de la muestra de acuerdo a perfil expresado en la segunda pregunta ¿Cuál es la labor de u científico?

Al hacer en análisis acorde a la materia que imparten y en función de la segunda pregunta, se encontró que aún sigue siendo el positivismo lógico la base epistémica para la mayoría de los profesores como se explicó en la *Figura 1*. Para los profesores a quienes se les aplicó el cuestionario y que imparten la materia de biología, 33 aceptan el positivismo (76.75%) como postura epistemológica, el empirismo en segundo lugar con 5 profesores (11.62), son los que coinciden con dicha posición y el relativismo y el racionalismo es admitido por 3 profesores (6.97%) en cada corriente epistemológica. Por su parte, los profesores de física, comparten el positivismo lógico en su mayoría con 22 profesores (62.85%), el empirismo se ubica en segundo lugar con 9 docentes (25.71%) que reconocen dicha posición, en tercer lugar el racionalismo con 3 docentes (8.51%) y en cuarto lugar, solo un profesor (2.85%) admite el relativismo. En la materia de química la tendencia es similar, ya que la mayoría (82.85%), expreso su orientación hacia el positivismo con 29 docentes, el empirismo es aceptado por 3 docentes (8.57%), el relativismo con dos docentes (5.71) y al final el relativismo es admitido por un solo docente (2.85%) como se ve en la *Figura 4*.

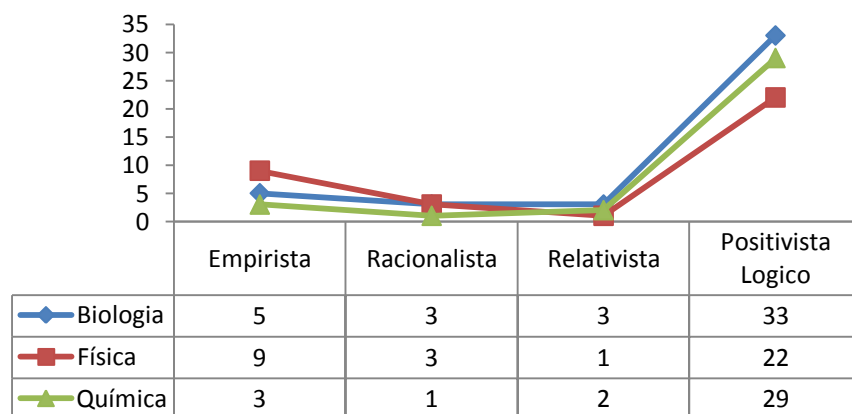


Figura 4.- Diferencias epistemológicas de los profesores de ciencias considerando la materia que imparten con respecto a la pregunta ¿Cuál es la labor de un científico?

En relación al resultado obtenido con la segunda pregunta, y considerando la materia que imparten, es importante destacar que no existen diferencias de opiniones epistemológicas, con respecto a la ciencia y el conocimiento.

En los tres grupos de docentes (biología, física y química), existe una clara tendencia hacia el positivismo lógico en una proporción significativa con respecto a las otras posiciones epistemológicas. En los tres casos, más del 50% de los profesores tienen esa inclinación (biología 76.44%, física 59.45% y química 85.29%). Hay que destacar que en este caso, el número de profesores que sustentan sus posiciones epistemológicas en el racionalismo y el relativismo, tiene un margen de diferencia de solo un profesor, siete consideran el racionalismo y seis apoyan el relativismo. Proporcionalmente acorde a la materia que imparten tres pertenecen a biología (6.97%), tres son de física (8.10%) y un profesor es de química (2.94%).

Esta inclinación mayoritaria, indica que la percepción de los profesores hacia el conjunto de teorías como una organización racional lógica, jerárquica y clasificatoria, fundada en proposiciones demostrables empíricamente; la observación estaría dirigida a las unidades básicas de la experiencia que son los hechos, los que se organizan y analizan mediante procesos lógicos y matemáticos (Flores *et al.*, 2007).

Por otro lado, si pensamos en determinar los orígenes de las concepciones epistemológicas de los profesores, estas son tan complejas, que ha sido el producto del desarrollo conceptual y académico de los sujetos, pues se conjugan multiplicidad de factores que no hay manera de controlarlos. Entre estos factores están, desde luego, su trayectoria académica que marca por el tipo de estudios, nivel de preparación, tipo de institución académica (Escuela Normal, Universidad o Instituto tecnológico), y otros factores como pueden ser las relacionadas con su percepción del conocimiento científico, de la divulgación de la ciencia, de actualización y superación académica.

III. Fuente de información científica

Considerando el resultado obtenido con respecto a la pregunta tres, ¿Cuál es la fuente de información que usted recomienda para sus alumnos?, está directamente relacionado con la habilidades y capacidad de los profesores para estar alfabetizados científicamente e influenciar a los alumnos a desarrollar dichas habilidades.

En este punto, se les solicitó a los profesores que marcaran en el cuestionario dos fuentes de información científica que comúnmente recomiendan y utilizan en su trabajo docente, entre las opciones estaban a) Elsevier, b) RedALyC, c) Scielo, d) Google, e) Nature Publishing Group, f) Latindex, g) Oxford Journals, h) Google Académico, y i) Libros de texto. Los porcentajes derivados de las respuestas a este cuestionamiento indican que globalmente, es decir, sin diferenciar los grupos de profesores acorde a la materia que imparten, el 46.93% de los docentes utiliza Google, (es decir la sociedad de la información) como fuente de información, mientras que el 44.90% de los encuestados, utiliza los libros de texto como fuente de información. El resto de los profesores 8.16% manifestó utilizar fuentes de información científica derivadas de bases de datos científicas (*Figura 5*).

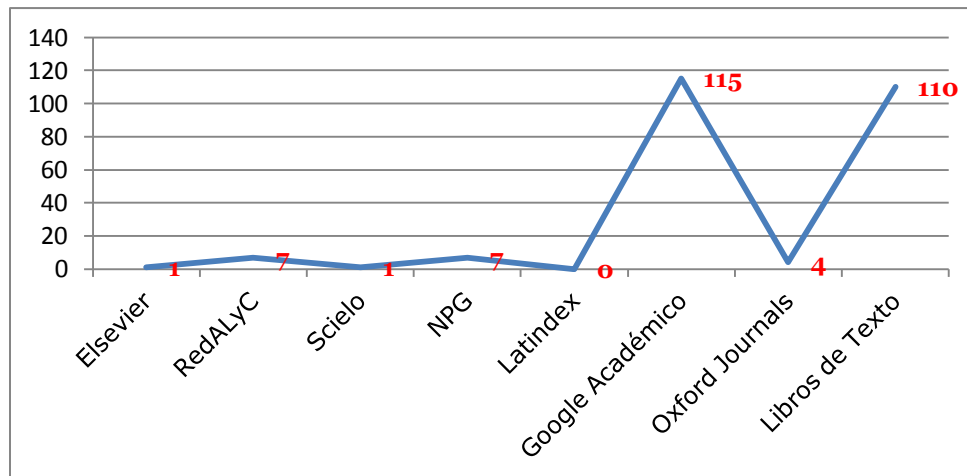


Figura 5.- Fuente de información que los docentes utilizan y recomiendan a sus alumnos.

Al hacer la diferenciación por grupos, es decir, acorde a la materia que imparten, el resultado tiende a ser similar al resultado encontrado de manera global. Así 45.83% de los profesores de biología (*Figura 6*) manifiestan, inclinación por el uso de Google como fuente de información y una cantidad relativamente igual (45.83%), declaran en su respuesta que usan libros de texto como fuente de información para sus alumnos, mientras que el resto (8.33%), expresan que su fuente de información son documentos de diferentes bases de datos científicas.

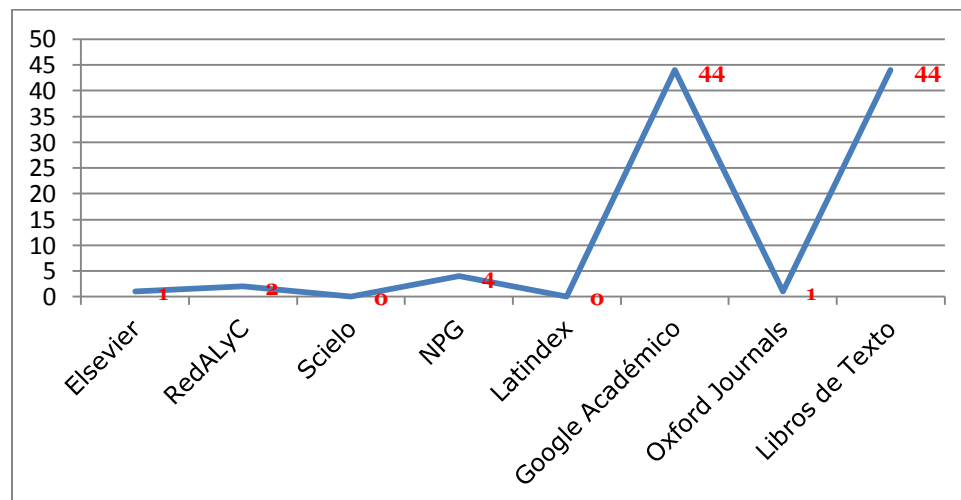


Figura 6.- Fuente de información que los docentes de biología recomiendan a sus alumnos.

Por su parte, los profesores de física expresaron con su resultado que también tienen una inclinación por el uso de libros de texto y Google como fuente de información, datos que se expresan de la siguiente manera: el 47.88% de los profesores de física manifiestan utilizar Google como fuente información, 46.47% expresan el uso de libros de texto mientras que solo 5.63% muestran que recomiendan el uso de información científica de bases de datos, tal como se observa gráficamente en la *Figura 7*.

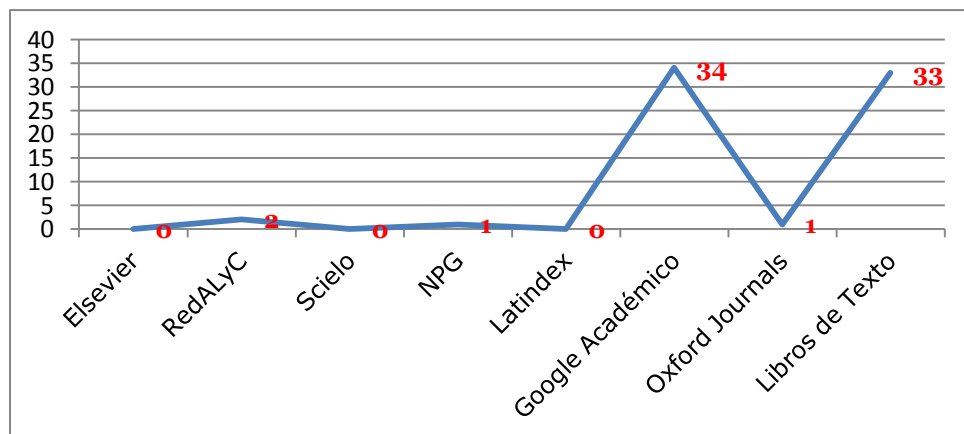


Figura 7.- Fuente de información que los docentes de física recomiendan a sus alumnos.

Así también, los profesores de química manifestaron que también tienen una inclinación por el uso de libros de texto y Google como fuente de información para sus alumnos, aspecto que influye significativamente en el aprendizaje de las ciencias y en la alfabetización científica, datos que se expresan de la siguiente manera: 37 docentes, es decir, el 47.43% de los profesores de química manifiestan recomendar Google como fuente información, 33 docentes 42.30% expresan el uso de libros de texto mientras que el resto (8 docentes) 10.25% manifiestan que recomiendan a sus alumnos el uso de información científica de bases de datos, tal como se observa gráficamente en la *Figura 8*.

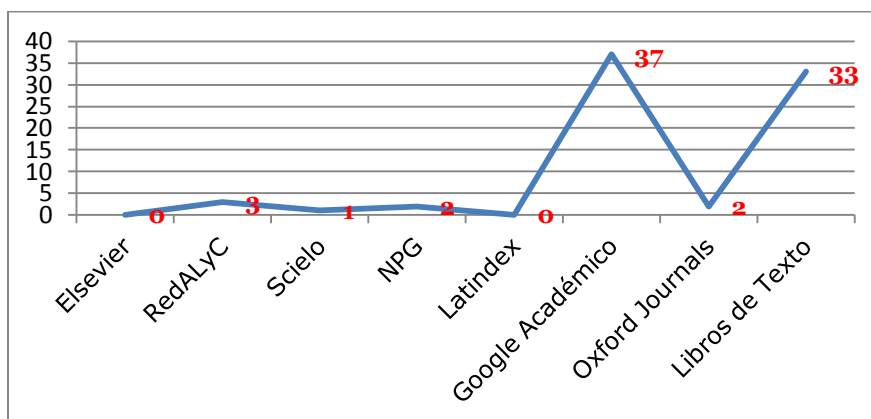


Figura 8.- Fuente de información que los docentes de química recomiendan a sus alumnos.

A partir de estos resultados se puede inferir que la información científica que los alumnos de preparatoria adquieren en el transcurso de su educación de bachillerato, no se sustenta en información científica de primer nivel que posee las características de actualidad, relevancia y pertinencia, sino en documentos de segundo nivel, lo que pone de manifiesto una escasa alfabetización científica y dificultad para que los alumnos accedan al conocimiento. Esto puede ser derivado de que los profesores probablemente mantienen una confusión entre NC y procesos de la ciencia, un desconocimiento de enfoques didácticos eficaces para la enseñanza de la NC y falta de conocimiento profundo del tema científico.

Además, el aprendizaje de las ciencias naturales a partir de la manera como se enseña la ciencia de manera tradicional, se ha orientado, a la preparación de estudiantes como si todos los profesores de ciencias quisieran que sus alumnos llegar a ser especialistas en biología, física o química. Por lo que los currículos de dichas ciencias, parecen plantear como objetivos prioritarios que los estudiantes aprendan, fundamentalmente, los conceptos, principios y leyes de esas disciplinas. Por lo que se debe considerar lo que la investigación sobre alfabetización científica está demostrando es que la comprensión significativa de los conceptos exige superar el reduccionismo conceptual y plantear la enseñanza de las ciencias como una actividad próxima a la investigación científica, que integre los aspectos conceptuales, procedimentales y sobre todo axiológicos (Gil y Vilches, 2006). Esta forma de aprendizaje científico aplicado a nivel bachillerato como en la misma universidad, centrada casi exclusivamente en los aspectos conceptuales, es igualmente criticable como preparación de futuros científicos (Gil y Vilches, 2006). Además, la actividad científica parece estar desconectada de la relación ciencia, tecnología y sociedad, por lo que los estudiantes ignoran el rol que han desempeñado a través de la historia de la humanidad. Esta orientación transmite una visión deformada y empobrecida de la actividad científica, que no sólo contribuye a una imagen pública de la ciencia como algo ajeno e inasequible, sino que está haciendo disminuir drásticamente el interés de los jóvenes por dedicarse a la misma (Solbes y Vilches, 1997), (Gil y Vilches, 2006).

Sería difícil establecer un concepto definido de alfabetización científica ya que existen varias formas de interpretación y definición. Algunas de ellas han sido basadas en investigaciones, otras se sustentan en percepciones personales acerca de las características que debe tener un individuo alfabetizado científicamente y que habilidades debería tener (Laugksch, 2000). Un trabajo realizado por (Pella *et al.*, 1966), es uno de los primeros trabajos relacionados con la idea de definir la alfabetización científica. Estos autores concluyeron que un individuo debe poseer ciertas características, entre ellas, a) debe conocer las relaciones entre la ciencia y la sociedad, b) ser capaz de entender los factores éticos que definen a un científico, c) comprender la naturaleza de la ciencia, d) saber diferenciar entre ciencia y tecnología, e) entender los conceptos básicos acerca de la ciencia y f) conocer las interrelaciones entre la ciencia y las humanidades.

Así también, la alfabetización científica según otros autores refiere al conocimiento y entendimiento de teorías, conceptos y procesos científicos, requeridos para la toma de decisiones, participación en asuntos cívicos y culturales, y un interés en el desarrollo de habilidades de investigación científica y desarrollo de concepciones bien informadas acerca de la NC y alcance del conocimiento científico, aspectos que un estudiante de ciencias debe conocer de manera implícita y explícita (Nwagbo, 2006), (Abd-El-Khalick *et al.*, 1998), (Abd-El-Khalick, 2013), (Griffard *et al.*, 2013). Aunque la ciencia incluya hechos, leyes, teorías hipótesis y conceptos, como parte de la actividad científica, incluye la actividad de los científicos, sus actitudes, creencias y valores que utilizan en su contexto de trabajo como en la sociedad a la que pertenecen, por lo que la ciencia debe ser mas allá de enseñar modelos, fórmulas, estructuras etc. la ciencia debe ser aprender a descubrir, aprender a investigar y sobre todo, generar conocimiento.

En la National Science Education Standards, la alfabetización científica se define como la habilidad de un individuo para preguntar, encontrar o determinar respuestas a preguntas que se derivan de la curiosidad acerca de su experiencia cotidiana. Esto significa que una persona alfabetizada tiene la habilidad para describir, explicar, y predecir fenómenos naturales. La alfabetización científica implica por lo tanto, capacidad de lectura de artículos acerca de la ciencia y comprender la validez de sus conclusiones. Así mismo, un individuo alfabetizado es capaz de identificar temas científicos que impliquen expresar su posición científica y tecnológica. Debería también ser capaz de evaluar la calidad de la información científica, sobre la base de su fuente original y los métodos utilizados para generarla. La alfabetización

científica también implica la capacidad para poseer y evaluar argumentos basados en evidencias y aplicar conclusiones a partir de dichos argumentos (NRC, 1996).

Un aspecto a considerar es el hecho que parece existir una visión atrasada de ciencia, debido a las fuentes de información que los docentes recomiendan a sus alumnos, aspecto demasiado relevante como para dejar pasar, si consideramos que un alumno alfabetizado es aquel que utiliza fuentes de información confiable, relevante, actual y pertinente, y es de imperativo, modificar esa práctica. Es de suponer entonces que, la alfabetización científica ha de permitir adquirir la habilidad de entender y apreciar la naturaleza y objetivo del conocimiento científico y aplicación de dicho conocimiento en la toma de decisiones y solución de problemas en la vida, personal y profesional, tanto de los docentes como de los alumnos, hablando en el contexto educativo. Así también la alfabetización científica involucra una comunicación efectiva de la ciencia además de apreciación del rol de la ciencia en la sociedad.

Desafortunadamente, los estudiantes, comúnmente desconocen la función que la literatura científica juega en el proceso de investigación científica, y sus profesores no siempre hacen énfasis adecuadamente en la importancia de la búsqueda de dicha literatura. Cuando los alumnos conocen la literatura científica, comúnmente encuentran dificultad para entenderla y asimilarla. En parte esto es, porque el estilo y redacción de los documentos científicos es muy diferente de la mayoría de otras lecturas que acostumbra, particularmente los libros de texto. Por lo tanto, es necesario además de importante, involucrar a los alumnos en el uso de la literatura científica, (Porter, 2005) de ser posible, desde el bachillerato. Esta dificultad de los alumnos para comprender y entender la literatura científica, se debe a que no es común que los profesores de bachillerato usen literatura científica como fuente de información, además de una carente comprensión y conocimientos previos acerca de la filosofía, sociología, historia de las ciencias (Guerra-Ramos, 2012). El uso de libros de texto como literatura para aprender la ciencia por parte de los alumnos es inevitable, ya que influyen las ideas que los profesores tienen acerca de la ciencia y como las conducen en su trabajo docente. Estas ideas de los profesores se reflejan en su discurso y acciones, las cuales influyen y amplían la forma como los estudiantes comprenden y entienden la ciencia (Zeidler y Lederman, 1989). Esta forma como los profesores transmiten sus ideas acerca de la ciencia es relevante porque forma parte de una red compleja de ideas interconectadas que denotan la forma de enseñar y la forma de aprender ciencia. Es decir, las ideas acerca de la ciencia asociadas a las visiones pedagógicas de los profesores, pueden tener y tienen influencia determinante en las actividades que los profesores proporcionan a sus alumnos, como organizan y se realiza el trabajo en clase, que papel adoptan los alumnos en su posición de aprendices de ciencia, la forma como utilizan instrumentos de laboratorio y el criterio que usan para valorar el éxito de su trabajo (Guerra-Ramos, 2012).

Aunque existen muchas opiniones entre investigadores y estudiosos acerca de la NC, algunos de los consensos pueden resumirse en que: a) el principal propósito de la ciencia es adquirir conocimiento sobre el mundo físico, b) en el mundo hay un orden fundamental que la ciencia pretende describir de la manera más simple y comprensiva posible, c) la ciencia es cambiante, dinámica y provisional, y d) no existe un único método científico. Por el contrario, los desacuerdos más importantes aparecen en aspectos como a) la generación del conocimiento científico depende de compromisos teóricos y factores contextuales sociales e históricos, y b) la verdad de las teorías científicas es determinada por aspectos del mundo que existen de modo independiente de los científicos (Eflin *et al.*, 1999), (Acevedo *et al.*, 2007).

Por lo tanto, se puede suponer que a nivel bachillerato, la mayoría de los alumnos de los profesores a quién se aplicó el cuestionario, pueden estar ubicados en dos categorías relativas a la alfabetización científica, de acuerdo a Bybee, (1997) y citado por (Navarro and Förster, 2012) y (Shwartz *et al.*, 2006b): 1) *alfabetización científica nominal*, en el cual los estudiantes comprenden o identifican una pregunta, un concepto o un tema dentro del dominio de la ciencia; sin embargo, su entendimiento se caracteriza por la presencia de ideas erróneas, teorías ingenuas o conceptos inexactos. En la mayoría de los casos, la enseñanza y en poca medida, el aprendizaje de la ciencia tienen su punto de partida en este nivel, y constituye el piso para avanzar a los niveles siguientes y 2) *alfabetización científica funcional y tecnológica*, caracterizada por el uso de vocabulario científico y tecnológico solo en contextos específicos, como definir un concepto en una prueba escrita, donde el conocimiento es predominantemente memorístico y superficial. Los estudiantes pueden leer y escribir párrafos con un vocabulario científico y tecnológico simple y asociar el vocabulario con esquemas conceptuales más amplios, pero con una comprensión superficial de estas asociaciones (Shwartz *et al.*, 2006a).

Entre los factores que probablemente inciden en los bajos niveles de alfabetización científica logrados por los alumnos, es posible señalar que: a) los programas escolares de las materias de ciencias naturales, se encuentran sobrecargados de contenidos conceptuales, que los alumnos deben memorizar y en el mejor de los casos deben aprender en forma abstracta, que no responde a la realidad de los estudiantes, b) una enseñanza del conocimiento, desarticulada de la realidad científica y tecnológica que los alumnos han de enfrentar en su entorno laboral y desprovista de significado social y cultural y c) la carencia de los profesores de ciencias de una visión adecuada de la NC, que no ha sido preparados en la enseñanza de su disciplina dado que los conocimientos sobre la NC no suele ser parte de la formación científica, universitaria ni de su formación profesional como docente (Fourez, 1997), (Navarro y Förster, 2012), (Irez, 2006), (Acevedo *et al.*, 2007).

La alfabetización científica por lo tanto, es un tema de reflexión de gran importancia que ha hecho posible ubicar el hecho de que, más allá de la capacidad de referir temas de ciencias, particularmente con la memorización, es necesario aplicar y consolidar tanto en los docentes como en los alumnos para una mayor comprensión y significado del porque se enseña y se aprende conocimiento científico en contexto escolar. Es decir, el proceso de aprendizaje tiene que fundamentarse cada vez más en la capacidad de búsqueda y acceso a la frontera del conocimiento y en su aplicación a la solución de problemas. Aprender a aprender, aprender a transformar la información en nuevo conocimiento y aprender a traducir el nuevo conocimiento en aplicaciones, son habilidades más importantes que la memorización de información específica (Moreno, 2011). Así mismo, en el contexto de la alfabetización científica, el docente universitario debe enfocarse no solo en el dominio de los contenidos científicos, que se supone debe poseer, sino también que su tarea debe ser científica antes que docente y dar cuenta del estado de la ciencia y conocimiento de su área, pero no necesariamente la transmisión del conocimiento contribuye por si misma a educar y estar alfabetizados (Alvarez-Valenzuela, 2012).

Para alfabetizar científicamente a nuestros alumnos/as, deberíamos plantear el aprendizaje como construcción de conocimientos a través del tratamiento de situaciones problemáticas que los estudiantes puedan considerar de interés. En definitiva la alfabetización científica debería ser un proceso de investigación canalizada o encauzada, que permita a los alumnos enfrentarse a problemas y construir ellos mismos los conocimientos científicos, que por regla general algunos (muchos) profesores ya transmiten confeccionados y elaborados, de manera que el aprendizaje sea más sólido, eficaz y significativo (Sabariego del Castillo and Manzanarez, 2006). De esta manera el alumno es capaz de autorregular el propio aprendizaje; es decir, la capacidad de reflexionar sobre los recursos cognitivos que se posee, de planificar cuales se han de utilizar en cada situación y de cómo aplicarlos a través de una

estrategia, y de evaluar dichas estrategias (Ladino and Tovar, 2005). Este acceso por parte de los alumnos al metaconocimiento, se puede concebir como una estrategia para potenciar los procesos cognoscitivos a través del buen manejo de los recursos mentales que se posee (Otero, 1990). De esta forma, el individuo sin haberlo definido explícitamente, puede manejar una estrategia que se apoye en las tres dimensiones de la metacognición como una estrategia, a través de la cual el sujeto actúa y desarrolla tareas: a) dimensión de reflexión en la que el sujeto reconoce y evalúa sus propias estructuras cognitivas, posibilidades metodológicas, procesos, habilidades y desventajas; b) dimensión de administración durante la cual el individuo, que ya consciente de su estado, procede a conjugar esos componentes cognitivos diagnosticados con el fin de formular estrategias para dar solución a la tarea; y c) dimensión de evaluación, a través de la cual el sujeto valora la implementación de sus estrategias y el grado en el que se está logrando el metaconocimiento (Tovar, 2008). De esta manera, se plantea que, a través de una estrategia metacognitiva, el alumno debe aprender a construir herramientas cognitivas para dirigir sus aprendizajes y, además, estar en posibilidades de adquirir autonomía en el proceso de aprendizaje que le permitirán determinar y evaluar los recursos y las estructuras que los rigen para utilizarlos en las estrategias encaminadas a ejecutar sus procesos mentales de manera que pueda acceder a la comprensión real y aplicación de la ciencia.

Se podría afirmar que los docentes del área de ciencias naturales del bachillerato autónomo en Sinaloa, a) carecen de una preparación científica para ser considerados alfabetizados científicamente, b) no poseen los atributos para ser críticos en el proceso de selección de información científica debido a la fuente de información que utilizan en el proceso académico, c) enseñan solo contenidos de ciencias, esto limita la comprensión del conocimiento científico, la forma como se construye, como se accede al conocimiento en la frontera del ciencia y como se genera el conocimiento. Bajo esta perspectiva, la imagen de la ciencia transmitida resulta en la mayoría de los casos, obsoleta, inadecuada, irrelevante, incompleta y deformada; ya que se trata de una ciencia del pasado y no de la ciencia contemporánea (Vázquez *et al.*, 2004b), por lo que los docentes no pueden enseñar lo que no saben o desconocen. Así también, el resultado de esta investigación, coincide con lo que señala Yalvac y Crawford, 2002 citado por (Irez, 2006), quienes afirman que los profesores de ciencias naturales, motivo de este estudio, como sus homólogos en todo el mundo, entran en programas de enseñanza de la ciencia (docencia) sin una clara concepción de la NC de su propia disciplina.

Así, se puede inferir que los alumnos de los docentes a los que se les aplicó el cuestionario, debido a las enormes deficiencias científicas que poseen al final de su preparación, a) no desarrollan habilidades para seleccionar información científica relevante, pertinente y actual, atributos que debe poseer toda información que debería utilizarse a nivel bachillerato, b) tampoco se convierten en lectores críticos respecto de la información científica utilizada en su proceso de aprendizaje, y c) su preparación no les permite transformarse en factor de desarrollo científico, para lo que se supone se están preparando, aun cuando la alfabetización científica es un factor determinante para la formación de capital humano.

Esta forma de concebir la ciencia por los profesores y su transmisión a los estudiantes, exigen la necesidad de corregir la enseñanza y la comprensión de la NC en las escuelas a nivel bachillerato. Para ello se sugiere tres formas de proceder, 1) la actualización de las concepciones del profesorado sobre la NC, en el supuesto que este proceso tendrá una mejora de la enseñanza de la ciencia a través de la acción de los docentes, 2) la modificación de los currículos de las materias relacionadas con la ciencia, introduciendo la NC como un contenido de la enseñanza de la ciencia o actualizando su presentación didáctica en caso de estar presente, y 3) el uso de fuentes de información científica que se ubican en la frontera del conocimiento, que tengan tres características básicas, relevancia, pertinencia y actualidad,

de esta manera, se lograra ubicar a los docentes y alumnos en el contexto de la realidad científica que exige las condiciones científicas y sociales de nuestro siglo.

Ciertamente, en nuestro país, con la reforma educativa emprendida a nivel bachillerato, se inicia un cambio de rumbo que, debería tener como meta última la educación integral de los alumnos, plantearse entre otras finalidades, la alfabetización científica del alumnado, que supone: la adquisición de conocimientos científicos y la comprensión de los principios científicos necesarios para desenvolverse en el entorno; implica saber y conocer sobre la NC y las relaciones que se establecen entre ésta y la sociedad; ser capaces de obtener información científica, utilizarla y comunicarla a otras personas; ser competente para resolver problemas y necesidades básicas; en definitiva, usar la ciencia en la vida cotidiana y participar democráticamente en la toma de decisiones sobre asuntos relacionados con la ciencia y la tecnología.

Una de las limitaciones del estudio se refiere a que el análisis se hizo solo en el sistema autónomo de bachillerato de una institución educativa y falta ampliarlo a otros subsistemas. Otra limitante es que el cuestionario se aplicó en unidades académicas a nivel urbano y a ninguna a nivel rural. La tercera limitante es que los resultados con respecto a la alfabetización científica de los profesores permiten inferir la posición del alumnado en relación a dicho tema, sin haber aplicado algún cuestionario a los alumnos, lo que nos da una visión un poco limitada de dicha postura epistemológica.

Así también, es necesario incrementar el desarrollo de investigaciones acerca de la relación de la NC con la práctica docente y la percepción que los estudiantes tienen acerca de la ciencia, no solo a nivel bachillerato, sino a nivel licenciatura. También es necesario y sobre todo importante, incluir este tema en la currícula de las diferentes carreras científicas y tecnológicas, así como en los procesos de actualización, cursos que permitan a los docentes tener una visión actual y vigente sobre la naturaleza de la ciencia.

LITERATURA CITADA

- Abd-El-Khalick, F. 2013. Teaching with and about nature of science, and science teacher knowledge domains. *Science Education*, 22, 2087-2107.
- Abd-El-Khalick, F., Bell, R. L. & Lederman, N. G. 1998. The Nature of Science and Instructional Practice: Making the Unnatural Natural. *Science Education*, 82, 417-436.
- Acevedo, D. J. A., Vazquez, A. A., Manassero, M. M. A. & Acevedo, R. P. 2007. Consensos sobre la naturaleza de la ciencia: Fundamentos de una investigación empírica. *Revista Eureka sobre la Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 4, 42-66.
- Alvarado, R. M. E. 2007. Concepciones de ciencia y la enseñanza de la ciencia. *Ethos Educativo*, 39, 31-46.
- Alvarez-Valenzuela, R. 2012. La interacción crítica del aprendizaje con el metaconocimiento. *XIII Coloquio Nacional de Formación Docente del Nivel Medio Superior: Evidencias de una Innovación Educativa: La Reforma Integral del Bachillerato en México. Análisis y Prospectiva* Saltillo, México: Universidad Autónoma de Coahuila.
- Anduris, B. A. 2005. *Una Introducción a la Enseñanza de las Ciencias: La Epistemología en la Enseñanza de las Ciencias Naturales*, Buenos Aires, Fondo de Cultura Económica.
- Campanario, J. M. 1999. La ciencia que no enseñamos. *Enseñanza de las Ciencias*, 17, 397-410.
- Collins, S., Osborne, J., Ratcliffe, M., Millar, R. & Duschl, R. 2001. What 'ideas-about-science' should be taught in school science? A Delphi study of the expert community. *Annual Conference of the American Educational Research Association*. Seattle.

- Duit, R. 2006. La investigación sobre la enseñanza de las ciencias, un requisito imprescindible para mejorar la práctica educativa. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 11, 741-770.
- Eflin, J. T., GLENNAN, S. & REISCH, G. 1999. The nature of science: A perspective from the philosophy of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 36, 107-116.
- Flores, C. F., Gallegos, C. L., Bonilla, X., Lopez, L. I. & Garcia, B. 2007. Concepciones sobre la naturaleza de la ciencia de los profesores de biología del nivel secundario. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 12, 359-380.
- Fourez, G. 1997. ¿Alfabetización científica o tecnológica? *Alfabetización Científica y Tecnológica. Acerca de las finalidades de la enseñanza de las ciencias*. Buenos Aires: Colihue.
- Gil, P. D. & Vilches, A. 2006. Educación ciudadana y alfabetización científica: Mitos y realidades. *Revista Iberoamericana de Educación*, 42, 31-53.
- Griffard, P. B., Mosleh, T. & Kubba, S. 2013. Developing the inner scientist: Book club participation and the nature of science. *CBE—Life Sciences Education*, 12, 80-91.
- Guerra-Ramos, M. T. 2012. Teachers' Ideas About the Nature of Science: A Critical Analysis of Research Approaches and Their Contribution to Pedagogical Practice *Science Education*, 21, 631-655.
- Irez, S. 2006. Are We Prepared?: An Assessment of Preservice Science Teacher Educators' Beliefs About Nature of Science. *Science Education*, 90, 1113-1143.
- Ladino, O. Y. & Tovar, G. J. C. 2005. Evaluación de las estrategias metacognitivas, para la comprensión de textos científicos. *Enseñanza de las Ciencias*, 1-5.
- Laugksch, R. C. 2000. Scientific Literacy: A conceptual overview. *Science Education*, 84, 71-94.
- Moreno, R. A. 2011. Aprendizaje vs enseñanza: características del posgrado en ciencias agropecuarias. *Revista Iberoamericana de Educación*, 55, 1-15.
- Navarro, C. M. B. & Förster, M. C. E. 2012. Nivel de alfabetización científica y actitudes hacia la ciencia en estudiantes de secundaria: comparaciones por sexo y nivel socioeconómico. *Pensamiento Educativo. Revista de Investigación Educativa Latinoamericana*, 49, 1-17.
- NRC 1996. *National Science Education Standard*, http://www.nap.edu/openbook.php?record_id=4962&page=22 Consulta: 17/07/2013
Washington, DC, National Academy Press
- Nwagbo, C. 2006. Effects of two teaching methods on the achievement in and attitude to biology of students of different levels of scientific literacy. *International Journal of Educational Research* 45, 216-229.
- Otero, J. 1990. Variables cognitivas y metacognitivas en la comprensión de textos científicos: El papel de los esquemas y el control de la propia comprensión. *Enseñanza de las Ciencias*, 8, 17-22
- Pella, M. O., O'hearn, G. T. & GALE, C. G. 1966. Referents to scientific literacy. *Journal of Research in Science Teaching*, 4, 199-208.
- Porter, J. R. 2005. Information Literacy in Biology Education: An Example from an Advanced Cell Biology Course. *Cell Biology Education*, 4, 335-343.
- Rodríguez, P. D. P., Reyes, R. L. & Negrete, G. G. 2011. Categorías estructurales para la identificación y el análisis de las concepciones epistemológicas de los docentes. In: COMIE (ed.) *XI Congreso Nacional de Investigación Educativa*. Mexico.
- Sabariego Del Castillo, J. M. & Manzanarez, G. M. Year. Alfabetización Científica. In: I Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación, CTS+I, 2006 Palacio de Minería, Mexico. 1-9.
- Shwartz, Y., Ben-Zvi, R. & Hofstein, A. 2006a. The use of scientific literacy taxonomy for assessing the development of chemical literacy among high-school students *Chemistry Education Research and Practice* 7, 203-225

- Shwartz, Y., Ben-Zvi, R. & Hofstein, A. 2006b. The use of scientific literacy taxonomy for assessing the development of chemical literacy among high-school students *Chemistry Education Research and Practice*, 7, 203-225.
- Solbes, J. & Vilches, A. 1997. STS Interactions and the Teaching of Physics and Chemistry. *Science Education*, 81, 377–386.
- Tovar, G. J. C. 2008. Modelo metacognitivo como integrador de estrategias de enseñanza y estrategias de aprendizaje de las ciencias, y su relación con las competencias. *Revista Iberoamericana de Educación*, 46, 1-9.
- Vázquez, A. A., Acevedo, D. J. A. & Manassero, M. M. A. 2004a. Consensos sobre la naturaleza de la ciencia: Evidencias e implicaciones para su enseñanza. *Revista Iberoamericana de Educación*, 1-36.
- Vázquez, A. A., Acevedo, D. J. A. & Manassero, M. M. A. 2004b. Consensos sobre la naturaleza de la ciencia: Evidencias e implicaciones para su enseñanza. *Revista Iberoamericana de Educación* [Online], Edición electrónica <http://www.rieoei.org/deloslectores/702Vazquez.PDF> Consulta:14/07/13. [Accessed 14/07/2013].
- Vázquez, A. A. & Manassero, M. M. A. 1999. Características del conocimiento científico: Creencias de los estudiantes. *Enseñanza de las Ciencias*, 17, 377-395.
- Zeidler, D. & Lederman, N. 1989. The effect of teachers' language on students' conceptions of the nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 26, 771–783.