

Congreso Iberoamericano de Educación

METAS 2021

Un congreso para que pensemos entre todos la educación que queremos
Buenos Aires, República Argentina. 13, 14 y 15 de septiembre de 2010

EDUCACIÓN PARA LA CIUDADANÍA

Valoración de formación científica en grupos sociales

Sergio R. Torres Ochoa¹

¹ Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Santiago Tapia 403, Colonia Centro, Morelia, Michoacán, CP 58000. México. storres@umich.mx

1. LA INFORMACIÓN CIENTÍFICA Y LA SOCIEDAD

Para los propios científicos, su principal actividad está orientada a generar conocimiento; éste se fundamenta en conceptos o ideas que explican, describen y ejemplifican sucesos (hechos) específicos sometidos a escrutinio sistemático y riguroso. Este conocimiento generado es la base de lo que llamamos información científica: datos e interpretaciones que también explican, describen y ejemplifican sucesos generales referidos a los anteriores. En ese orden de acercamiento a los sucesos que nos rodean es que intentamos comprender el mundo, la naturaleza. No contamos con un instrumento de mayor eficacia que cumpla esta función.

Si no fuera porque esta función es de orden estratégico (de ella depende la sobrevivencia de los individuos y sociedades humanas), no tendríamos mucho de qué preocuparnos: la ciencia, la actividad científica y sus consecuentes (conceptos e información) no pasaría de ser una necesidad interna, un deseo, una curiosidad y, como tales, pragmáticamente prescindibles. (Des)afortunadamente no es así; las sociedades cada vez más dependen de la frágil interacción entre el conocimiento generado para la explotación racional de la naturaleza y el que puede ser utilizado para la contención del acelerado deterioro que se sinergiza precisamente con el conocimiento científico.

En lo que esa contradicción procura resolverse dentro de la comunidad científica las sociedades (gobiernos incluidos) y sus individualizados integrantes estamos obligados a allegarnos de la mayor cantidad de información científica. Es evidente que la contradicción señalada no será resuelta en tiempo y forma pues es una carrera, sin ninguna duda, con un límite de irreversibilidad con consecuencias fatales para la especie. Ha sido importante y hoy irrenunciablemente urgente la participación social en el debate y análisis que apunta a la(s) contradicción(es).

Informarse en la era de la información y la informática suena más o menos fácil; algunos problemas técnicos de cantidad de bits y de distribución rápida de esa información pudiera ser parte de la solución. Sin embargo, se presenta una problemática muy compleja que, para solamente mencionar algunas, podemos mencionar dos.

1.1. CANTIDAD DE INFORMACIÓN CIENTÍFICA

La cantidad de información científica generada actualmente es abrumadora: no puede ser manejada, ni siquiera absorbida, por cualquier persona o comunidad. Es un problema de extensión y profundidad simultánea de información que ahoga cualquier intento de sistematizarla para hacerla pública y universalmente inteligible.

1.2. CONTENCIÓN DE LA INFORMACIÓN CIENTÍFICA

Materialmente las sociedades y los individuos somos incapaces de asumir la comprensión de todo conocimiento científico: los mismos científicos son eficaces contenedores de conocimiento de su campo pero ignorantes de campos ajenos.

Hacer llegar información científica a grupos sociales es una tarea que compete, en primera instancia, a los científicos. En su labor sistemática están obligados a generar también mecanismos rigurosos y sistematizados para facilitar la canalización de información científica pertinente. Es decir, información alicuotada en calidad y cantidad según las características y necesidades de grupos e individuos. Esta

racionalización de alfabetización científica ataca las dos problemáticas enunciadas arriba. Así como los científicos sólo están obligados a ser eficaces cognoscitivamente en el campo de su competencia, los grupos sociales (sociedades enteras, comunidades, grupos culturalmente específicos) y los individuos requieren alfabetización científica en las necesidades que les competen. Si es deseable que todo ser humano esté al tanto de todo conocimiento científico, estratégicamente es de nivel superior y calidad la información que le permite resolver la problemática más inminente; la que le da sobrevivencia a él y al grupo social de pertenencia.

La alfabetización científica racionalmente diseñada (sistemática y rigurosa) que hace derivar conocimiento científico hacia información científica requiere modelos cognoscitivos que implican procesos formativos, los que, a su vez, exigen sistematicidad y rigor educativo y epistemológico.

No se pueden ignorar posturas que cuestionan la intención cognoscitiva en la alfabetización científica; sin embargo, esos mismos autores reconocen que la participación ciudadana, en debates donde el conocimiento científico es crucial: “es algo a lo que puede contribuir cualquier persona, con perspectivas e intereses más amplios, siempre que posean un mínimo de conocimientos científicos específicos sobre la problemática estudiada, que posibilite comprender las opciones en juego y participar en la adopción de decisiones fundamentadas” (Gil y Vilches, 2006: 35-36).

2. RELACIÓN ENTRE CIENCIA Y SOCIEDAD

Una de los principales conexiones entre ciencia y sociedad está en la capacidad de la primera en impactar a la segunda con información que sea interpretada como parte de su cultura. Independientemente de la función pragmática que un grupo social asigne al conocimiento científico, tendrá que ser preocupación principal de los científicos el que los conocimientos generados se incorporen a la cultura de dicho grupo; es así como se interpreta aquí a la alfabetización científica. Como señala Cajas, resulta relevante socialmente comprender “cómo las personas utilizan ciencia (no ciencia escolar) en ciertos aspectos de sus vidas, particularmente en contextos donde es necesario tomar decisiones políticas” (Cajas, 2001:247). O bien, como se precisa: “la principal finalidad educativa de la enseñanza de las ciencias será la de contribuir a una formación democrática y la alfabetización científica deberá girar en torno a esta formación” (Acevedo, 2004: 8).

La ciencia, en sus diferentes órdenes y grados de profundidad, está dejando de ser uno de los instrumentos para convertirse en el instrumento socialmente aceptado para inducir soluciones a problemáticas que no acusan recidiva, pero también hacia nuevos y amenazantes problemas de difícil articulación comprensiva debido a la complejidad de sus emergencias (calentamiento global, enfermedades virales inéditas, enfermedades que en apariencia habían logrado ser controladas, depredación ilimitada, contaminación indiscriminada, por solamente mencionar unas).

La divulgación de la ciencia con base en un valor educativo por sí solo, de promoción a una actividad no suficientemente reconocida, de puro acto recreativo, está siendo sustituida por ese otro valor de sobrevivencia social e individual; es decir, de ser mero acto reivindicativo a una noble profesión y actividad humanas, somos protagonistas de un salto cualitativo hacia una prioridad social ineludible y de primer orden.

El desempeño cotidiano de las personas en un mundo que se complejiza continuamente en lo cualitativo y lo cuantitativo (dentro del cual el crecimiento

demográfico juega un papel relevante) requiere mecanismos de compensación cognoscitiva que la ciencia se encarga de encarar en algo que, sin dejar de ser lugar común, es un factor determinante de importancia de ésta: el proceso de investigación científica es un mecanismo de generación de conocimiento ininterrumpido y de sistematización acelerada de acumulación del mismo. Esto es, se trata de la actividad humana que, por excelencia, genera y acumula información en consonancia, no casual, con la complejización del mundo.

Si existen muchas más razones, las enumeradas arriba son más que razonablemente justificantes de la incorporación dilatada de personas e instituciones al campo de la divulgación, difusión y educación científica de la población en general. Una sociedad informada es una sociedad mejor preparada para sobrellevar sus problemas. Una sociedad informada científicamente es una sociedad mejor preparada para enfrentar retos con posturas sólidas. Si los retos son cada vez más complejos las respuestas sociales tendrán que ser cada vez más sólidas; solamente la ciencia es capaz de ofrecer esa alternativa en términos materiales y objetivos.

Esta descripción de la cualidad de la ciencia y su relación para con el común de las personas no necesariamente implica el nulificar el pensamiento cotidiano (sentido común) y sus correspondientes correlatos con las culturas populares. Como señala Vygotsky, en palabras de Tormöhlen, Auth y Auler (2008: 3), “el desenvolvimiento de conceptos cotidianos y científicos son procesos íntimamente interligados, que ejercen influencia unos sobre otros, posibilitando que surjan nuevos niveles de desenvolvimiento”. Sin embargo, tampoco puede soslayarse el este pensamiento cotidiano se nutre de ideas previas que el común de la gente, particularmente los jóvenes, adquieren a través de las tecnologías de la información, constituyéndose hoy en la principal fuente de las ideas previas o preconociones. Y “las ideas previas actúan como verdaderas teorías implícitas o concepciones alternativas a las teorías científicas establecidas en el currículo escolar y, por ello, constituyen un obstáculo epistemológico importante para el aprendizaje de la ciencia” (Vázquez y Manassero, 2007: 4).

Por otro lado, la importancia que reviste la producción científica para las sociedades puede ser interpretado como que: “...el desarrollo científico de un país es un parámetro indicador de la riqueza del mismo, tanto más cuanto que este desarrollo es la causa y no la consecuencia del desarrollo de los países” (González, 1998: 92). Bajo esa perspectiva hay grave inconsecuencia cuando el producto de la ciencia (conocimiento) no es proporcionado sin restricciones a la sociedad en su conjunto.

Ya que las complejidades se superponen, la propia divulgación científica no escapa a esta dinámica. Las formas más recurridas para procesar información científica pertinente y difundirla en sectores específicos (estudiantes, grupos marginales, adultos mayores, campesinos, obreros, empresarios) corre a cargo generalmente de expertos formados empíricamente y en no pocas ocasiones de investigadores. En todo caso, es observable la recurrencia de planteamientos que intentan traducir al lenguaje cotidiano la codificación propia de la ciencia que está repleta de tecnicismos y lenguas no comunes (latín, griego, inglés). Traducir el lenguaje científico al sentido común no es una labor sencilla, más aún si se procura incorporarla a un discurso atractivo y ameno. Labor loable a más de titánica.

Entre el conjunto de problemas que la tarea del divulgador implica es posible destacar uno que agobia las pretensiones de que la difusión de la ciencia sea un disparador para toma de conciencia, de claridad en la importancia de la ciencia para la humanidad. No es un factor causal unilateral pero resulta vertebral para el pretendido

desarrollo de una cultura, e incluso de la alfabetización, científica. Este problema o factor tiene que ver con lo que sabemos del significado de construcción de la ciencia: el carácter lógico de la estructura del conocimiento científico expresado a partir de conceptos: “Los hechos no son dados directamente por el mundo como unidades de verdad, son contruidos a partir de observaciones cargadas de teoría. Percibimos al mundo a través de lentes conceptuales. Sólo cuando son reconocidos, los hechos pueden convertirse en problemas científicos” (Ruiz, 1996: 11). El asunto no es menor, máxime si “no es posible alcanzar el último paso antes de haber realizado un esfuerzo del conjunto social para establecer las bases de un desarrollo científico ordenado y sistemático que permita crear conocimiento” (González, 1998: 92).

Podemos interpretar las palabras de González en el sentido de que parte del último paso, sin duda, lo constituye el proceso de llevar a la sociedad el conocimiento científico generado por su cuerpo de investigadores. Así que parte del desarrollo ordenado y sistemático pasa por lo que aquí llamo condicionamiento básico conceptual para la comprensión de la ciencia.

El condicionamiento básico constituye la estructura cognitiva crítica para asimilación de conocimiento científico a partir de ideas previas que posean los individuos perceptores de la información científica. Estructura cognitiva crítica refiere aquí a componentes básicos de reconocimiento lógico integrado al discurso científico. En otras palabras, esquemas de conjunto de conceptos básicos en relación a un campo científico en específico.

Si los argumentos anteriores son ciertos la comunicación científica requiere un proceso sistemático previo (o paralelo) en el que se estructuren esquemas (modelos) conceptuales básicos que competen a las diferentes ramas de la ciencia. Esto es, en vez de inundar a la sociedad con un caudal de información siempre creciente y muy demandante de comprensión argumentativa y técnica, es preferible la identificación de una masa crítica teórica: conceptos básicos. Esta masa crítica, referida epistemológicamente a cada unidad o disciplina científica, puede entonces encontrar cauces de divulgación, a su vez, sistematizada bajo criterios elaborados por los propios especialistas.

En México existen varios grupos de investigación que se abocan a la indagación que ataca esta problemática. En particular el grupo de análisis e investigación integrado en el Seminario Internacional de Epistemología, Cognición, Enseñanza y Conocimiento, que coordina Miguel Ángel Campos Hernández (Campos, Cortés y Gaspar, 1999; Campos, Gaspar y Alucema, 2000), en el Instituto de Investigaciones Sobre la Universidad y la Educación (IISUE) de la Universidad Nacional Autónoma de México. Dentro del grupo se desenvuelven procesos indagatorios como el que desarrolla quien esto escribe en la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Michoacán, México (Torres, 2006a, 2006b, 2008).

3. SE PROPONE UN MODELO PERTINENTE

Variadas perspectivas científicas concluyen forzosamente en diferentes modelos para lograr alfabetización científica específica de campo y específica de grupo. En la experiencia de investigación del autor se ha procurado indagar en el campo teórico que las neurociencias apuntalan: el cognitivismo. La construcción mental de estructuras lógicas del discurso, sus determinantes sociales, semánticos, sintácticos y epistemológicos, son algunos de los componentes a considerar en una de las variantes estudiadas. Con esa base teórica se ha ido desarrollando un modelo

aplicado en las ciencias biológicas y que, potencialmente, es extrapolable a otros campos científicos.

3.1. MODELO ESPECÍFICO APLICADO Y EXTRAPOLABLE

Es un mecanismo indagatorio sistemático específico para evaluar la asimilación de conocimiento de la ciencia microbiológica en el nivel superior. De la valoración cognitiva de conceptos fundamentales de Microbiología es factible desprender esquemas innovadores que ataquen los problemas epistemológicos propios de la ciencia microbiológica, potencialmente susceptibles de fortalecimiento, con base en los criterios observados en que los estudiantes asimilan y retienen información previa relacionada con esta ciencia. Objetivo: evaluar la asimilación de conceptos de Microbiología como fundamento de conocimiento previo para la implantación de un modelo constructivista de intervención docente en desarrollo de competencias a nivel superior.

El instrumento de evaluación cognitiva sobre Microbiología de sondeo previo (carrera de Biología) fue revisado y relaborado para su aplicación en áreas de las ciencias naturales. Se hizo prueba piloto con un grupo alumnos de la carrera de Biología.

El instrumento se elabora con reactivos cuyas proposiciones están relacionadas con respuestas de doble exclusión: la pregunta en cada reactivo es una proposición que se completa, bajo estructura de organización lógica, en una sola de dos respuestas (excluyentes). Si el estudiante señala la que reúne la estructura lógica se le adjudica a ese reactivo un valor de 1 punto. Si señala la estructura carente de organización lógica se le asigna el valor de -0.5 (para reducir el sesgo de respuesta por azar). Si no recuerda señala la opción que así lo indica y se le asigna un valor 0 (cero). De esa forma, cada reactivo, por estudiante, transita en el rango $-0.5 - 1$. A partir de esos criterios se determinó en este estudio que el promedio, por reactivo, que muestra elevada evidencia cognitiva es mayor o igual a 0.75 puntos, y la moda observada, por reactivo también, es un indicador de la mayor frecuencia de uno de los tres valores de registro: 1 (uno), 0 (cero) o -0.5 (-punto 5).

4. RESULTADOS

Con los datos obtenidos, categorizados numéricamente, se obtuvieron las medidas de tendencia central con las cuales se procedió a la comparación estadística significativa. Se utilizó análisis estadístico con prueba de distribución de t de Student.

Los resultados analizados muestran que, de manera general, los estudiantes mostraron evidencias de nociones previas en algunos de los conceptos donde hubo reconocimiento lógico de estructuras proposicionales. Por ejemplo, los dos reactivos del instrumento aplicado que mostraron esas evidencias son:

Reactivos con pre-prueba inferior a 0.75 y post-prueba superior a 0.75 y, además, con diferencia estadísticamente significativa:

18.- De la *Escherichia coli* podemos decir que:

- 1) No puede desarrollarse intracelularmente
- 2) No sabe la respuesta
- 3) No se puede cultivar

23.- No es esencial en la viabilidad bacteriana y en algunas especies hay cepas que la producen y otras no. *In vitro* su síntesis a menudo se pierde:

- 1) Pared celular
- 2) No sabe la respuesta
- 3) Cápsula

En otros casos la concreción de reconocimiento de estructuras lógicas de conceptos básicos requirió de la intervención docente. Cuando se aplicó el instrumento con carácter de pre-prueba 3 reactivos (conceptos) evidenciaron un alto grado, en promedio, de reconocimiento de estructuras lógicas en el conjunto de la muestra, lo cual es indicativo de información previamente codificada, de manera general, por parte de los estudiantes. Ello tiene un significado de importancia a la hora de la intervención docente pues se trata de contenidos que exigirán poco o nula intervención dirigida. Se trata de conocimiento previo que trasciende el simple sentido común (preconociones):

4.- En relación con la ecología de los microorganismos en el agua:

- 1) Es fácil en los sistemas acuáticos naturales encontrar agua estéril
- 2) No sabe la respuesta
- 3) Todas las aguas sean superficiales o subterráneas, dulces o saladas, frías o hipertermales, contienen o pueden contener microorganismos

6.- En relación con la contaminación de las aguas:

- 1) La escasez de nutrimentos en las aguas residuales urbanas impide la proliferación, en las aguas fecales, de la mayoría de las especies bacterianas, de hongos y protozoos
- 2) No sabe la respuesta
- 3) En la actualidad la más importante fuente de contaminación es la provocada por el hombre. De los diversos focos de contaminación antropogénica, el más importante es el de las aguas residuales urbanas

17.- En la reproducción asexual de bacterias:

- 1) Un solo individuo puede originar muchos descendientes iguales
- 2) No sabe la respuesta
- 3) Los individuos presentan caracteres de los dos progenitores

El anterior ejercicio de investigación puede ser extrapolado a diversos grupos sociales en donde puedan discriminarse sistemáticamente nociones precientíficas y delimitar la potencialidad de desarrollar procesos, sistemáticos también, de alfabetización científica. Es decir, grupos sociales que no necesariamente se forman en las aulas y que su conocimiento científico proviene de fuentes no necesariamente con fundamento y rigor propios de la ciencia (incluyendo comunidades científicas manejando información científica –preconociones- de campos ajenos).

Los medios de comunicación de masas se están encargando de inundar de información indiscriminada a las sociedades, donde la de carácter científico se ve desbordada y confundida con esa masa asistemática de nociones en las que las de sentido común adquieren preponderancia, en el mejor de los casos por razones de orden comercial y, en el peor, por sojuzgamiento político. Ante ese panorama es factible la coordinación, entre quienes sistematizan modelos de asimilación de conocimiento científico (como el ejemplificado arriba) bajo consideraciones de estructuras lógicas y epistemológicas, y comunicadores de la ciencia profesionales.

Es sustancialmente posible delimitar el conocimiento de un campo de la ciencia que maneja un determinado grupo social y, al mismo tiempo, especificar aquel de carácter básico (conceptual y categorial) que le es fundamental para su sobrevivencia, con carácter de grupo. Ello ante el desenvolvimiento de los medios tecnológicos que

bañan ininterrumpidamente a todos los sectores sociales con información sin distinguos entre la de carácter científico con aquella propia del sentido común. No puede pederse de vista que esto último no es casual, pues obedece fundamentalmente a los intereses de quienes detentan el poder de distribución de esa información y no a los de los sectores amplios de la sociedad. Éstos devienen así en receptores de información inducida a favorecer a aquellos otros intereses. Ello en detrimento de que la sociedad sea un conjunto de individuos transformadores críticos del conocimiento, con fundamentos argumentales de orden lógico y epistemológico. Las llamadas representaciones sociales son hoy un campo debatido entre la ignorancia dirigida premeditadamente por grupos que detentan el poder, y por ende los medios de comunicación masiva que controlan, y los generadores y promotores del conocimiento científico: los responsables, profesional y socialmente, de la alfabetización científica. Qué mejor que ésta pueda ser abordada de manera sistemática y con argumentos fundamentados, igualmente, en la ciencia. El debate es desproporcionado; sin embargo, los argumentos sólidos, que respalda la ciencia con conceptos básicos, son herramienta estratégica en favor de las sociedades frente a la debacle anunciada de la ignorancia que acostumbra cruzar a las élites dirigentes. Una debacle que acude a la no-información y su versión perversa: la desinformación y se traduce en la desproporcionada distribución de la riqueza; la injusticia social en todos los órdenes, el deterioro irreversible de la naturaleza y el uso irracional de los recursos disponibles en el mundo.

REFERENCIAS

1. Acevedo D., J. A. Reflexiones sobre las finalidades de la enseñanza de las ciencias: educación científica para la ciudadanía. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2004, 1 (1). 3-16.
2. Cajas, F. (2001). "Alfabetización científica y tecnológica: la transposición didáctica del conocimiento tecnológico". *Revista Enseñanza de las ciencias*. 19 (2): 243-254.
3. Campos, M. A., L. Cortés y S. Gaspar. Organización conceptual de estudiantes de secundaria sobre el concepto de biomoléculas. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 1999, 3 (7): 27-77.
4. Campos, M. A., S. Gaspar y A. Alucema. Análisis de discurso de la conceptualización de estudiantes de biología de nivel universitario. *Sociotam: Revista Interdisciplinaria de Ciencias Sociales y Humanidades*, 2000, vol X, no. 1. Enero-julio.
5. Gil P. D. y A. Vilches. Educación ciudadana y alfabetización científica: mitos y realidades. *Revista Iberoamericana de Educación*, 2006, 42: 31-53.
6. González B. A. El tránsito desde la ciencia básica a la tecnología: la Biología como modelo. *Revista Iberoamericana de Educación*, 1998, (18): 91-106.
7. Ruiz G. R. La metodología científica y la enseñanza de la ciencia. En: Campos M. A. y R. Ruiz G. Problemas de acceso al conocimiento y enseñanza de las ciencias. UNAM. México, 1996, pp. 1-26.
8. Tormölen G. S., M. A. Auth y D. Auler. Contribuições de Freire e Vygotsky no contexto de propostas curriculares para a Educação em Ciências. *Revista Eletrônica de Enseñanza de las Ciencias*, 2008, 7(1): 63-85.
9. Torres O. S. Conceptos básicos de ecología en la escuela secundaria en Michoacán, México. SEP-SEByNCONACYT-UMSNH-Morevallado. Morelia, 2006^a, pp. 172.
10. Torres O. S. Identidad formativa en la educación superior. El caso de biología. *Revista de la Educación Superior*, 2006b, 35(3): 49-68.
8. Torres, S. R. Evaluación de cambios cognitivos de conceptos de ecología, en estudiantes de nivel secundaria en México. *Revista electrónica de investigación*

- educativa*, 2008, 10 (2). Consultado el 18 de octubre de 2009 en: <http://redie.uabc.mx/vol10no2/contenido-torresochoa.html>
12. Vázquez A. y Manassero M. A. Las actividades extraescolares relacionadas con la ciencia y la tecnología. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 2007, 9(1). Consultado el 4 de noviembre de 2009 en: <http://redie.uabc.mx/contenido/vol9no1/contenido-vazquez3.pdf>
 - 13.