Revista Digital Universitaria
Vol. 18, Núm. 7, septiembre-octubre 2017

Formación tecnológica y cultura científica

Adriana Laura Tokman Wajner
Daniel González Tokman

Resumen

Presentamos los resultados de un cuestionario sobre conocimientos de ciencia y tecnología, aplicado a estudiantes del Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Zamora, México (ITESZ). El objetivo del estudio fue comparar los resultados de los estudiantes de distintas carreras, de diferentes niveles de cada carrera, y contrastarlos con los de una población estadounidense que respondió las mismas preguntas. Encontramos que no hay diferencia de aciertos entre quienes ingresan a las distintas carreras, que los estudiantes de Ingeniería tienen mayor puntaje al final que al inicio de su carrera, lo cual no ocurre con los estudiantes de Contaduría, y que el promedio de aciertos de los estudiantes zamoranos es similar al de la población estadounidense. Los resultados obtenidos pueden servir como punto de partida para diseñar un programa de divulgación dirigido a la comunidad del ITESZ y otras instituciones de educación superior.

Palabras clave: conocimientos de ciencia, cuestionario, estudiantes de tecnológico, divulgación.

Technological knowledge and scientific culture

Abstract

We present the results of a test evaluating science and technology knowledge, applied to undergraduated students at the Instituto Tecnológico de Estudios Superiores Zamora, Michoacán, México (ITESZ). The goal was to compare the results among students of different majors and levels, and between the ITESZ students and previously surveyed US adults. We found no difference in the test scores between incoming first-year students in the two majors; engineering students increased their scores by the end of their studies, while the score did not improve for final year accounting students; the average score of the students tested at ITESZ was similar to the one for the previously tested US population. The results of this work can serve as a starting point to design a program of scientific outreach and curricular activities focused on the ITESZ and other high-level institutions.

Key words: scientific knowledge, questionnaire, technology students, outreach.

Recepción: 11/05/17
Aprobación: 06/09/17
DOI: http://dx.doi.org/10.22201/codeic.16076079e.2017.v18n7.a8
Universidad Nacional Autónoma de México, Coordinación de Desarrollo Educativo e Innovación Curricular (CODEIC)
Este es un artículo de acceso abierto bajo la licencia de Creative Commons 4.0

Adriana Laura Tokman Wajner adrianaltw@gmail.com

Es maestra en Ciencias en Enseñanza de las Ciencias por el Centro Interdisciplinario de Investigación y Docencia en Educación Técnica, Querétaro, y licenciada en Ciencias Químicas por la Universidad de Buenos Aires, Argentina. Actualmente es profesora de Química, Bioquímica de Alimentos, Biotecnología y Evaluación Sensorial en la carrera de Ingeniería en Industrias Alimentarias del Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Zamora, Michoacán, México. Ha publicado un par de artículos de divulgación de la ciencia, y realiza talleres de ciencias para niños y jóvenes de la región de Zamora.

Daniel González Tokman daniel.gt@inecol.mx

Es doctor en Ciencias por la Universidad Nacional Autónoma de México y Biólogo por la misma institución. Desde 2014 es investigador cátedra CONACYT en la Red de Ecoetología del Instituto de Ecología A. C. de Xalapa, Veracruz, México. Se dedica a la ecología y conservación de insectos y es autor de 21 artículos científicos, un capítulo de libro y un artículo de divulgación. Ha impartido cursos de estadística, evolución y comportamiento animal a nivel de licenciatura y posgrado.

Introducción

La ciencia y la tecnología están cada vez más presentes en la vida cotidiana y los debates públicos. La difusión de una auténtica cultura científica es indispensable para el ejercicio de una gobernanza democrática. Sin la generalización de esa cultura, las desigualdades entre individuos, sexos, generaciones, grupos sociales o países se agravarán, en función de que dispongan o no de los conocimientos científicos adaptados a los contextos dinámicos que caracterizan a las sociedades del conocimiento.

Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, 2005.

Los materiales disponibles para aprender ciencia cubren contenidos variados, se presentan a través de diversos canales de comunicación, tienen distintos formatos, diseños vistosos y muchos de ellos son de libre acceso. Sin embargo, su existencia no es suficiente para que el público en general se apropie de los conocimientos científicos y tecnólogos, y pueda utilizarlos para mejorar su calidad de vida.

El desarrollo de los individuos y de las comunidades tiene relación estrecha con su cultura científica. Las personas con más conocimientos de ciencia y tecnología, pueden tomar mejores decisiones en su vida diaria y tener un propio criterio frente a la información que reciben. Quienes, además, comprenden cómo se construye el conocimiento científico, están en mejores condiciones de opinar sobre la necesidad de destinar recursos para lograrlo y de entender en qué se gastan esos recursos.

En México se reconoce cada vez más la necesidad de popularizar la ciencia y se asigna mayor relevancia a las actividades de divulgación que realizan los científicos, académicos y estudiantes de las escuelas de educación superior y de los centros de investigación. Por ejemplo, el Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Zamora (ITESZ) en Michoacán, México —institución donde se realizó este proyecto—, tiene como funciones (además de la docencia y la investigación) la extensión y difusión de la cultura, para "contribuir al desarrollo de las regiones y comunidades" (ITESZ , s.f.). Con tal motivo ha formado parte de redes de divulgación de la ciencia y algunos docentes hemos participado en seminarios y cursos de formación, así como en foros de discusión e intercambio de experiencias entre divulgadores del Occidente de México. Además, se han realizado actividades dirigidas a la comunidad de la región, tales como los talleres de ciencias en escuelas de distintos niveles educativos y eventos masivos como la semana nacional de ciencia y tecnología y ferias de ciencias.

> **La prueba de cultura científica se aplicó en el ciclo escolar 2015-2016, en los horarios de clase...**

A finales de 2015 surgió la idea de diseñar un plan de divulgación dirigido al interior de la institución. Si bien la mayor parte de los estudiantes del Tecnológico cursan materias de ciencia y tecnología, consideramos que el desarrollo de actividades no formales podría favorecer la apropiación del conocimiento por parte de estos jóvenes; esta consideración se basa en algunos estudios que afirman que para la mayor parte de la gente es más significativo el conocimiento científico que se adquiere de manera informal a lo largo de la vida, por interacción con la familia, con el entorno social y con los medios de comunicación, que el adquirido de manera formal en la escuela (Mulford y Robinson, 2002; Semir, 2016).

Diagnóstico de conocimientos de ciencia y tecnología

Evaluar el conocimiento científico en una población se considera indispensable para diseñar políticas y programas de apropiación de la ciencia y la tecnología. Por eso decidimos empezar por hacer un diagnóstico del nivel de conocimientos de

nuestra comunidad de estudiantes. Seleccionamos como instrumento de evaluación un cuestionario de 13 preguntas de opción múltiple sobre conocimientos de ciencia y tecnología, tomado de una encuesta aplicada a estadounidenses adultos (*Pew Research Center*, 2013). Elegimos esa prueba porque incluye preguntas sobre conceptos, fenómenos y procedimientos científico-tecnológicos; varias de las preguntas coinciden con las de cuestionarios aplicados con fines diagnósticos aplicados en encuestas de consejos de ciencia y tecnología de México y de otros países (Instituto Nacional de Estadística y Geografía, 2011; Polino, 2015; Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología, 2015). Además, los resultados de la población estadounidense están disponibles para el público y nos sirven para comparar con los obtenidos en el ITESZ.

Método

La prueba de cultura científica (véase Figura 1) se aplicó en el ciclo escolar 2015-2016, en los horarios de clase, a los grupos del primero y cuarto año de las carreras de Contador Público y de Ingeniería en Industrias Alimentarias del ITESZ. La muestra constaba de 111 estudiantes de la carrera de Contador Público, de los cuales 78 cursaban el primer año (51 mujeres y 27 hombres) y 33 el cuarto año (19 mujeres y 14 hombres), y 170 estudiantes de Ingeniería en Industrias Alimentarias, de los cuales 111 eran de primer año (66 mujeres y 45 hombres) y 59 de cuarto año (34 mujeres y 25 hombres); la muestra se seleccionó de esa manera para comparar los resultados de los estudiantes de las distintas carreras, así como los de diferentes niveles de cada carrera.

Figura 1. Cuestionario de conocimientos de ciencia y tecnología

Por favor marca la respuesta que consideres correcta:

Sexo: a) hombre b) mujer

1 Toda la radiactividad está generada por el hombre. Esta frase es:
a) Verdadera b) Falsa

2 Los electrones son más pequeños que los átomos.
a) Verdadero b) Falso

3 Los láseres funcionan al concentrar ondas sonoras.
a) Verdadero b) Falso

4 Los continentes en los que vivimos se han ido moviendo durante millones de años y continuarán moviéndose en el futuro.
a) Verdadero b) Falso

5 Los protectores de sol protegen la piel ¿de qué tipo de radiaciones solares?
a) Rayos Xb) Rayos infrarrojos c) Rayos ultravioletas d) Microondas

6 La nanotecnología opera con objetos que son extremadamente...
a) Pequeños b) Grandes c) Fríos d) Calientes

7 ¿Qué gas es el que aparece en mayor porcentaje en la atmósfera terrestre?
a) Hidrógeno b) Nitrógeno c) Dióxido de carbono d) Oxígeno

8 ¿Cuál es la función principal de los glóbulos rojos?
a) Combatir las enfermedades del cuerpo
b) Distribuir oxígeno a todas y cada una de las partes del cuerpo
c) Cooperar con la coagulación de la sangre

9 ¿Cuál es la mayor preocupación que genera la sobreutilización de antibióticos?
a) Que pueda generar bacterias resistentes a algunos de ellos
b) Que los antibióticos son muy caros
c) Que una persona se transforme en un adicto al uso de antibióticos

10 ¿Cuál es un ejemplo de una reacción química?
a) Agua hirviendo b) Azúcar disolviéndose c) Clavos oxidándose

11 ¿Cuál es la mejor manera de determinar si una nueva droga es efectiva en el trato de una enfermedad? Si una científica tiene un grupo de mil voluntarios que la padecen, ella debería....
a) Darle la droga a todos y detectar cuántos se mejoran con el uso
b) Darle la droga solo a una mitad, y luego comparar los resultados para saber cuántos se mejoraron en cada grupo.

12 ¿Qué gas es el que la mayoría de los científicos cree que es el causante de que se eleve la temperatura de la atmósfera?
a) Dióxido de carbono b) Hidrógeno c) Helio d) Radon

13 ¿Qué recurso natural se extrae con un proceso conocido con el nombre de fracking?
a) Carbón b) Diamantes c) Gas natural d) Silicona

Para comparar el porcentaje de aciertos entre estudiantes hombres y mujeres, de primero y séptimo semestre de las carreras de Contador Público e Ingeniería en Industrias Alimentarias, utilizamos un análisis estadístico[1] en el cual la variable analizada fue la proporción de aciertos y las variables explicativas por carrera, semestre y sexo, además de todas las interacciones entre dichas variables. Por ejemplo, una interacción significativa entre carrera y semestre indicaría que los estudiantes de una carrera tienden a incrementar su puntaje al avanzar en sus estudios mientras que los de otra carrera no lo incrementan. Las variables que mejor explican la proporción de aciertos fueron seleccionadas de acuerdo al criterio de información de Akaike (Crawley, 2007). Los análisis se realizaron en el programa R versión 3.2.3 (R Development Core Team, 2015).

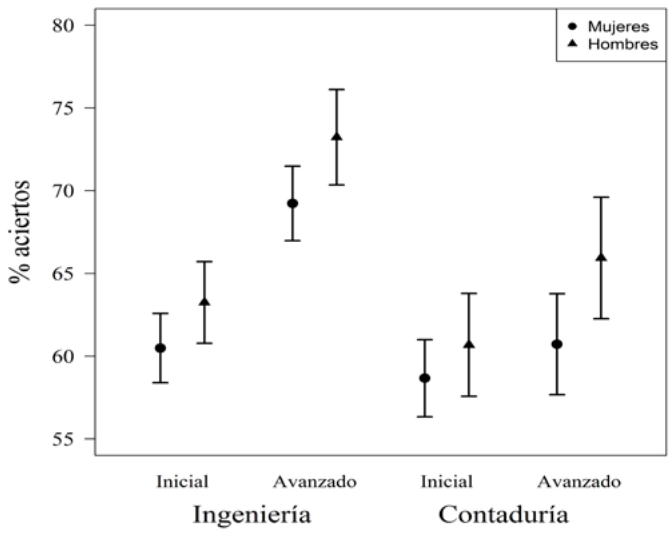
1. Los datos fueron analizados con un modelo lineal generalizado con distribución binomial y función de enlace *logit*. Este tipo de análisis se utiliza cuando la variable que se desea analizar (en este caso el porcentaje de aciertos) únicamente puede tomar dos valores (en este caso si la respuesta fue correcta o incorrecta).

Resultados y conclusiones

En la Figura 2 se observa el porcentaje de aciertos de los estudiantes de ingeniería y contaduría de semestres iniciales y avanzados, separados por género. Cuando dos barras de la gráfica se sobreponen (por ejemplo, en las correspondientes a hombres y mujeres del semestre inicial de ingeniería), esto indica que la diferencia entre esos dos grupos no es estadísticamente significativa. De lo contrario (por ejemplo, en las barras de mujeres de semestre inicial de ingeniería con mujeres de semestre avanzado de la misma carrera) decimos que la diferencia es significativa.

El porcentaje de aciertos de los estudiantes avanzados del ITESZ fue significativamente mayor que el de los principiantes ($P<0.001$). Si consideramos juntos todos los estudiantes hombres y mujeres de ambas carreras, encontramos que el promedio de aciertos aumentó de 61% en semestres iniciales a 68% en semestres finales. Sin embargo, al analizar la interacción entre la carrera y el nivel de estudios, se observa una tendencia no significativa ($P=0.070$) a que los estudiantes de ingeniería mejoren sus puntajes en semestres avanzados (considerando hombres y mujeres juntos aumentan en promedio de 59% de aciertos en semestres iniciales a 71% en semestres avanzados) y los de contaduría prácticamente mantienen puntajes similares al avanzar en sus estudios (únicamente aumentan sus aciertos de 59% a 63%) (véase Figura 2).

Figura 2. Resultados generales de la prueba sobre conocimiento científico realizada a estudiantes de dos niveles de dos carreras del ITESZ

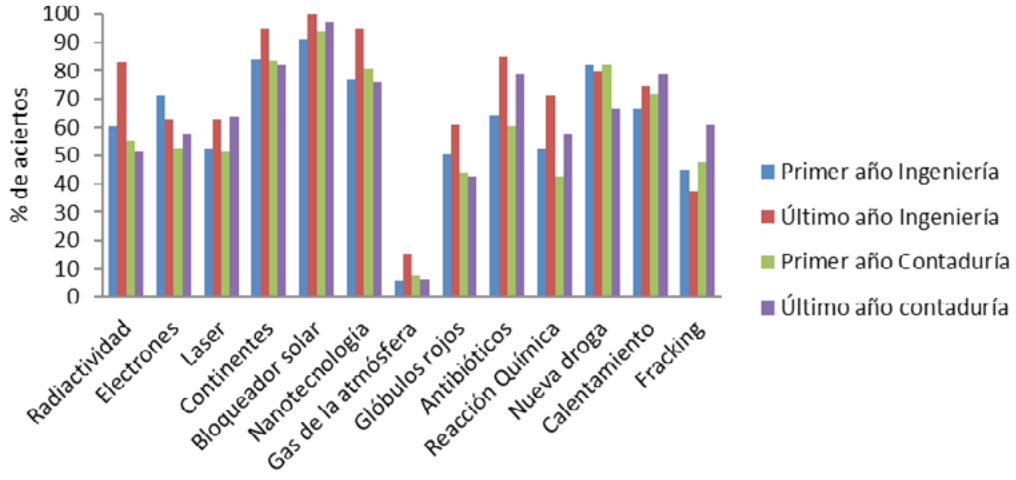


Nota: las barras representan los promedios ± errores estándar.

Los resultados indican que, en esta muestra, el porcentaje de aciertos fue mayor en hombres (65%) que en mujeres (62%) (P=0.032), y fue mayor en los estudiantes de Ingeniería (65%) que en los de Contaduría (60%) (P=0.016).

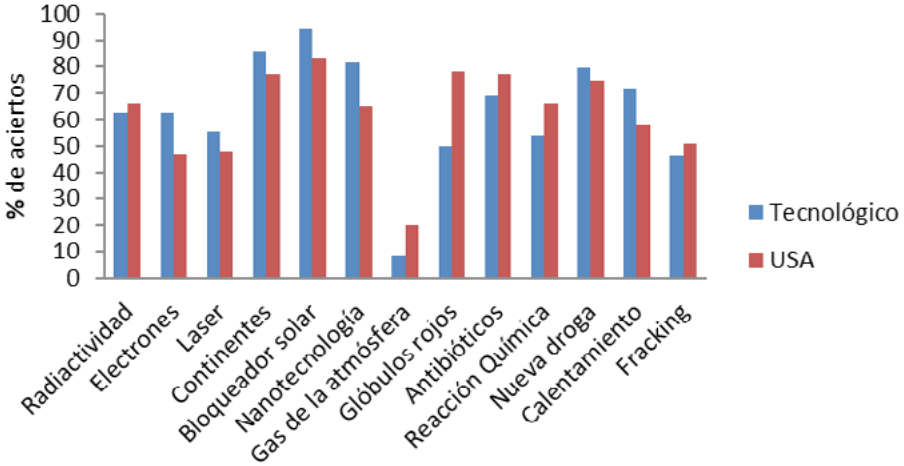
En la Figura 3 se muestran los resultados, por pregunta, por nivel y por carrera, del conjunto de estudiantes del ITESZ que contestaron la prueba.

Figura 3. Resultados de estudiantes del ITESZ



El porcentaje de aciertos promedio de los 281 estudiantes del ITESZ fue de 63.1%, resultado ligeramente más alto que 62.4% reportado para la muestra de 1006 adultos de Estados Unidos de diferentes niveles educativos que respondieron la prueba (*Pew Research Center*, 2013). En la Figura 4 se muestran los resultados, por pregunta, de los estudiantes del ITESZ y de los estadounidenses.

Figura 4. Resultados de estudiantes del ITESZ y de EUA



La pregunta con mayor porcentaje de aciertos entre hombres y mujeres del ITESZ , en ambas carreras, principiantes y avanzados, así como entre los adultos de Estados Unidos fue "Los protectores de sol protegen la piel ¿de qué tipo de radiaciones solares?". La pregunta con menor porcentaje de aciertos, también en todos los grupos considerados fue "¿Qué gas es el que aparece en mayor porcentaje en la atmósfera terrestre?".

Temas como reacción química, electrones, radiactividad, nanotecnología, antibióticos y función de los glóbulos rojos, involucrados en varias de las preguntas del cuestionario, forman parte de los programas de estudios de la carrera de Ingeniería en Industrias Alimentarias. Sin embargo el paso por la carrera en algunos casos no es suficiente para aprenderlos.

El cuestionario incluía una pregunta sobre metodología de la investigación; ofrecía respuestas alternativas a la pregunta sobre la mejor manera de probar la efectividad de una nueva droga. Al analizar los resultados obtenidos en Estados Unidos, se observa la tendencia al aumento en el porcentaje de aciertos al ir avanzando el nivel educativo (67% los que cursaron bachillerato o menos, 76% quienes cursaron parte de alguna licenciatura y 86% quienes por lo menos terminaron una licenciatura). En cambio, entre los estudiantes de Ingeniería del ITESZ el porcentaje de aciertos bajó de 82, entre los principiantes, a 80 entre los avanzados; y entre los de la carrera de Contaduría ese porcentaje bajó de 82 a 67. Parece necesario reforzar la formación de los jóvenes en aspectos referidos a la manera en la que proceden los científicos para contestar preguntas o probar sus hipótesis.

El aumento que observamos en el ITESZ, de 61% a 68% de aciertos para la prueba aplicada es significativo, pero podría mejorarse. Una alternativa posible para lograrlo es diseñar un programa de divulgación que incluya, tanto actividades diseñadas para aprender temas básicos de ciencias, como para conocer los avances en ciencia y tecnología y para entender la manera en que esos avances se han producido.

Referencias

- Crawley, M. J. (2007). *The R Book*. Londres, Reino Unido: Wiley.
- Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (2015). *VII Encuesta de Percepción Social de la Ciencia. Dossier informativo*. Madrid: Gobierno de España. Ministerio de Economía y Competitividad.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) (2011). *Cuestionario. Encuesta sobre la percepción pública de la ciencia y la tecnología en México 2011*. INEGI. Recuperado de: http://www.beta.inegi.org.mx/contenidos/proyectos/enchogares/especiales/enpecyt/2011/doc/enpecyt2011_cuestionario.pdf.

- Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Zamora (ITESZ) (s.f.). *Antecedentes*. ITESZ. Recuperado de: http://www.teczamora.mx/antecedentes/.
- Mulford, D. R. y Robinson, W. R. (2002). An Inventory for Alternate Conceptions among First-Semester General Chemistry Students. *Journal of Chemical Education*, pp. 739-744.
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. (2005). *Hacia las sociedades del conocimiento*. Mayenne: Ediciones UNESCO, pp. 142.
- *Pew Research Center* (2013). Public's Knowledge of Science and Technology. *Pew Research Center*. Recuperado de: http://www.people-press.org/files/legacy-pdf/04-22-13%20Science%20knowledge%20Release.pdf.
- Polino, C. (2015). *Manual de Antigua: indicadores de percepción pública de la ciencia y la tecnología*. Buenos Aires: Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología.
- *R Development Core Team* (2015). R: A Language and Environment for Statistical Computing. Austria: R. F. Computing, Ed.
- Semir, V. D. (2016). Periodismo, divulgación y educación. *Investigación y Ciencia*. 40, núm. espacial Comunicar la ciencia en el siglo XXI. Recuperado de: http://www.investigacionyciencia.es/files/26108.pdf

Cómo citar este artículo

- Tokman Wajner, Adriana Laura y González Tokman, Daniel (2017). Formación tecnológica y cultura científica. *Revista Digital Universitaria (RDU)*, vol. 18, núm. 7, septiembre-octubre. DOI: http://dx.doi.org/10.22201/codeic.16076079e.2017.v18n7.a8