

Nivel de alfabetización científica y actitudes hacia la ciencia en estudiantes de secundaria: comparaciones por sexo y nivel socioeconómico

Scientific Literacy and Attitudes toward Science in Secondary Students: Comparisons by Gender and Socioeconomic Status

Marianela B. Navarro C. y Carla E. Förster M.

Facultad de Educación, Pontificia Universidad Católica de Chile

Resumen

El presente estudio tiene dos objetivos: 1) analizar el nivel de alfabetización científica y las actitudes hacia la ciencia que presentan los estudiantes de secundaria, estableciendo comparaciones por sexo y nivel socioeconómico (NSE), y 2) evaluar la relación entre alfabetización científica y actitudes hacia la ciencia. Se utilizaron dos instrumentos: una prueba de alfabetización científica basada en la taxonomía de Bybee (1997) y el *Test of Science Related Attitudes* (TOSRA, "Escala de actitudes relacionadas con la ciencia") (Fraser, 1981). Se administraron ambos instrumentos a 674 estudiantes de escuelas científico-humanistas de la Región Metropolitana (Chile) provenientes de distintos NSE. Se llevaron a cabo análisis de tipo descriptivo e inferenciales tales como Prueba *t*, Chi-cuadrado, Anova y correlaciones de Pearson. Los resultados muestran la predominancia de un nivel funcional de alfabetización científica y actitudes hacia la ciencia moderadamente favorables. Los análisis comparativos expresan niveles de alfabetización científica y actitudes hacia la ciencia más positivos mientras más alto es el NSE. En cambio, no se observaron diferencias por sexo para ninguno de los dos ámbitos medidos. Los análisis correlacionales evidencian una relación positiva entre la alfabetización científica y las actitudes hacia la ciencia, aunque de magnitud moderada.

Palabras clave: alfabetización científica, actitudes hacia la ciencia, TOSRA, nivel socioeconómico, diferencias por sexo

Correspondencia a:

Marianela B. Navarro C.
Facultad de Educación, Pontificia Universidad Católica de Chile
Avda. Vicuña Mackenna 4860, Macul, Santiago, Chile
Correo electrónico: mnavarr@uc.cl

© 2012 PEL, <http://www.pensamientoeducativo.org> - <http://www.pel.cl>

ISSN: 0719-0409
doi: 10.7764/PEL.49.1.2012.1

DDI: 203.262, Santiago, Chile

Abstract

This study has two objectives: 1) to analyze the level of scientific literacy and attitudes toward science posed by high school students, making comparisons by gender and socioeconomic status (SES); and 2) to evaluate the relationship between scientific literacy and attitudes toward science. Two instruments were used: a test of scientific literacy based on the taxonomy by Bybee (1997) and the Test of Science Related Attitudes (TOSRA) (Fraser, 1981). Both instruments were administered to 674 students of scientific-humanistic schools in Chile's Metropolitan Region from different SES. Descriptive and inferential analyses such as t Test, Chi-square, ANOVA and Pearson correlation analyses were conducted. The results show a predominance of a functional level of scientific literacy and attitudes toward science are moderately favorable. The comparative analysis expresses levels of scientific literacy and attitudes towards science that are more positive while the SES is higher. In contrast, no differences due to gender for either of the two areas measured were observed. Correlation analysis shows a positive relationship between scientific literacy and attitudes to science, although of moderate magnitude.

Keywords: scientific literacy, attitudes toward science, TOSRA, socioeconomic status (SES), gender differences

El conocimiento científico ha dado lugar a notables innovaciones beneficiosas para la humanidad, entre las que se menciona el aumento de la esperanza de vida, el descubrimiento de tratamientos para muchas enfermedades, el incremento de la producción agrícola para atender las crecientes necesidades de la población mundial, los nuevos métodos de comunicación (gracias a la tecnología digital) y el tratamiento de la información, entre muchas otras. Los adelantos en ciencia y tecnología han desplegado un abanico de posibilidades tanto para el quehacer científico como para la sociedad en general (UNESCO-CIUC, 1999); sin embargo, se ha demostrado que, cuando los estudiantes tienen escasos logros en ciencia en la escuela, esto se traduce en una baja comprensión científica en los adultos y en su distanciamiento de un mundo impregnado de ciencia y tecnología (Frish, Camerini, Diviani & Schulz, 2011; Pew, 2009). Así, por ejemplo, en un estudio realizado entre adultos estadounidenses, el 82% de las personas sabía que la tecnología GPS se basa en los satélites, el 65% sabía que el dióxido de carbono está ligado al aumento de la temperatura global del planeta, y solo el 54% entendía que los antibióticos no matan los virus. A partir de estos resultados se puede inferir que la toma de decisiones individuales en temas medioambientales y de salud no se sustentará en pruebas científicas sino en creencias, lo que pone de manifiesto una escasa alfabetización científica de la población.

La alfabetización científica es un concepto que ha sido ampliamente estudiado (Acevedo, 2004; Bybee, 1997; Bybee & McCrae, 2011; DeBoer, 2000; Laugksch, 2000; OCDE, 2008) y que se establece como una analogía entre la alfabetización básica iniciada a fines del siglo XIX y el movimiento de extensión de la educación científica y tecnológica (DeBoer, 2000; Fourez, 1997). Sin embargo, las múltiples definiciones e interpretaciones, las cuales varían según sea la visión de quien la presente (Fourez, 1997; Soobard & Rannikmäe, 2011), hicieron que durante décadas el concepto perdiera utilidad. Actualmente, pareciera existir un consenso en su definición e importancia, con lo cual el concepto de alfabetización científica ha sido incorporado al lenguaje cotidiano de los investigadores, diseñadores de currículos y profesores (Vilches, Solbes y Gil, 2004) y relacionado con la importancia social y cultural de la ciencia (Laugksch, 2000). En este sentido, el concepto más difundido y aceptado se presenta en el *Programme for International Student Assessment (PISA)*, conducido por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), que define la alfabetización científica de la siguiente forma:

“la capacidad de un individuo de utilizar el conocimiento científico para identificar preguntas, adquirir nuevos conocimientos, explicar fenómenos científicos y sacar conclusiones basadas en evidencias respecto de temas relativos a la ciencia, comprender los rasgos específicos de la ciencia como una forma de conocimiento y búsqueda humana, ser consciente de cómo la ciencia y tecnología dan forma a nuestro mundo material, intelectual y cultural, y tener la voluntad de involucrarse en temas relativos a la ciencia y con ideas científicas, como un ciudadano reflexivo” (OCDE, 2009, p. 128).

En este contexto, la alfabetización científica ha sido declarada como la finalidad de la enseñanza de la ciencia en la escuela (Nwagbo, 2006; OCDE, 2000; OREALC/UNESCO, 2005; Vázquez y Manassero, 2002; Vilches et al., 2004), y en el empeño por alcanzarla, la mayoría de los países ha incluido este enfoque en los planes curriculares nacionales de ciencia (Bencze & Bowen, 2009; Holbrook & Rannikmäe, 2009; Vilches et al., 2004), apostando a que el desarrollo de la alfabetización científica como una competencia no solo permitirá mejorar la toma de decisiones de los futuros ciudadanos sino también generar un mayor interés en los jóvenes por desarrollarse en profesiones científicas y tecnológicas (Bencze & Bowen, 2009; Laugksch, 2000).

La alfabetización científica no es un todo o nada, es decir, las personas no se clasifican en analfabetas y alfabetizadas en ciencias. En efecto, la literatura establece la existencia de grados de alfabetización. En ese sentido, algunos autores se han esforzado por definir estos niveles (Bybee, 1997; Marco, 2000; OCDE, 2008; Shwartz, Ben-Zvi & Hofstein, 2006). Entre ellos destaca el esquema presentado por Bybee, cuya taxonomía es más aplicable en la escuela por su transferibilidad a los objetivos educativos, pudiendo guiar el currículo, la enseñanza y la evaluación de la ciencia en la escuela (Shwartz et al., 2006). Bybee (1997) en su propuesta sugiere tratar la alfabetización científica como un continuo de cinco niveles en los cuales los individuos van desarrollando una comprensión mayor y más sofisticada de la ciencia y la tecnología.

Los cinco niveles del modelo de Bybee son: 1) *analfabetismo científico*, caracterizado por estudiantes de baja capacidad cognitiva o comprensión limitada (falta de vocabulario, manejo insuficiente de conceptos) para identificar una pregunta dentro del dominio de la ciencia. Los factores que pueden influir en la asignación a esta categoría son la edad, el estado de desarrollo o la presencia de una discapacidad. Se espera que el porcentaje de estudiantes dentro de este nivel sea bajo; 2) *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 el aprendizaje de la ciencia tiene su punto de partida en este nivel, y constituye el piso para avanzar a los niveles siguientes; 3) *alfabetización científica funcional y tecnológica*, caracterizada por el uso de vocabulario científico y tecnológico solo en contextos específicos, como al 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; 4) *alfabetización científica conceptual y procedimental*, donde no solo se comprenden conceptos científicos, sino cómo estos se relacionan con la globalidad de una disciplina científica, con sus métodos y procedimientos de investigación. En este nivel son relevantes los conocimientos procedimentales y las habilidades propias de la investigación científica y de la resolución de problemas tecnológicos. Los individuos identifican conceptos en esquemas conceptuales mayores, y comprenden la estructura de las disciplinas científicas y los procedimientos para desarrollar nuevos conocimientos y técnicas; 5) *alfabetización científica multidimensional*, caracterizada por una comprensión de la ciencia que se extiende más allá de los conceptos de disciplinas científicas y de los procedimientos de investigación propios de la ciencia. Este nivel de alfabetización incluye dimensiones filosóficas, históricas y sociales de la ciencia y de la tecnología. Los individuos desarrollan un entendimiento y apreciación de la ciencia y tecnología como una empresa cultural, estableciendo relaciones dentro de las disciplinas científicas, entre la ciencia y la tecnología, y una amplia variedad de aspiraciones y problemas sociales. Se plantea que es poco probable que se alcance este nivel en la escuela, e incluso resulta poco frecuente en los propios científicos.

Aunque se considera clave la alfabetización científica para el desarrollo del capital humano y, por tanto, para el desarrollo económico de los países (Laugksch, 2000; Orbay, Gokdere, Tereci & Aydin, 2010), los resultados de Chile en las mediciones internacionales no son muy alentadores. Así, por ejemplo, el estudio PISA 2006, centrado en la competencia científica, muestra que el 32% de los estudiantes evaluados no alcanza el nivel 2, que implica un dominio de contenidos científicos básicos, la interpretación literal de información que requiere un razonamiento directo, y la capacidad de sacar conclusiones simples o en contextos familiares (de ello, un 19,3% se ubica en el nivel 1 o menos, promedio OCDE 2006). El nivel 2 ha sido definido como el nivel básico de alfabetización científica en el cual los alumnos adquieren una comprensión mínima que les permite participar en situaciones de la vida cotidiana relacionadas con la ciencia y la tecnología (Mineduc, s. f.). Estos resultados se mantienen en PISA 2009. Aunque el Sistema

de Medición de la Calidad de la Educación (Simce)¹ no tiene un enfoque de alfabetización científica, los resultados de aprendizaje en ciencias en 4° básico revelan que un 43% de los estudiantes se ubicó en el nivel inicial en 2007, y un 39% en 2009. Para 8° básico, la tendencia es similar (Simce, 2010). Estos datos permiten interpretar que el dominio científico es un problema no resuelto a lo largo del sistema.

Entre los factores que inciden en los bajos niveles alcanzados, es posible reconocer una crisis de la enseñanza de las ciencias, caracterizada por: a) **programas escolares sobrecargados** de contenidos conceptuales, marcados por la falta de pertinencia y de sentido para los alumnos, y un fuerte componente memorístico, con contenidos tratados en forma abstracta, que no responde a las interrogantes de los estudiantes (Acevedo, 2004; Fourez, 1997; Mineduc, 2005a; Vilches et al., 2004); b) **una forma de enseñanza elitista**, dirigida exclusivamente a aquellos estudiantes que manifiestan interés en carreras profesionales de corte científico y cuyo porcentaje no supera el 2 % (Acevedo, 2004; Vázquez, Acevedo, Manassero y Acevedo, 2006); c) una **enseñanza atomizada del conocimiento**, descontextualizada de la realidad histórica y desprovista de significado social y cultural (Castro, 2003); d) **profesores de ciencias** que se resisten a orientar la enseñanza de su disciplina al ciudadano, argumentando que lo que la sociedad necesita son científicos formados en el rigor (Vilches et al., 2004).

Particularmente en Chile, la alfabetización científica no se ha trabajado de manera exhaustiva, lo que se evidencia en los escasos logros alcanzados (Mineduc, 2004). Incluso, como señala Larraín (2009), la alfabetización científica ha quedado relegada de la discusión educativa y de las políticas públicas. En el sector de Ciencias del Marco Curricular de la Educación Media se establece que, en el futuro, una causal de marginalidad, aun mayor que en el presente, será el hecho de no tener conocimientos básicos en ciencias, así como de no estar familiarizado con las formas de pensamiento propias de la investigación científica (Mineduc, 1998). La intencionalidad de una enseñanza de la ciencia, con el enfoque de alfabetización científica, se refuerza con la preocupación debida al descenso sostenido del número de estudiantes de ciencia y tecnología en los últimos quince años (OCDE, 2007). Uno de los factores que podría explicar este fenómeno es la actitud de los estudiantes hacia la ciencia (OCDE, 2008; Orbay et al., 2010; Osborne, Simon & Collins, 2003).

En este contexto, las actitudes hacia la ciencia se han convertido en una temática de creciente interés debido a las repercusiones que tiene el aprendizaje de las disciplinas científicas en las decisiones que toman los estudiantes sobre su futuro y en la percepción de los alcances de la ciencia y la tecnología en materias globales (Acevedo, Vázquez, Manassero y Acevedo, 2007; Escudero, 1995; García y Sánchez, 2006; OCDE, 2006; Ratto, 2006; Vázquez et al., 2006).

Existe consenso sobre la importancia de las actitudes hacia la ciencia y su posible vinculación con el desempeño en ciencia; asimismo, tener en cuenta las actitudes hacia la ciencia favorecería un mayor nivel de alfabetización científica y viceversa (Ratto, 2006; Smist, 1994; Vázquez y Manassero, 2007; Vilches et al., 2004; Vilches y Furió, 1999). Al respecto, PISA 2006 entrega importantes antecedentes, observándose de manera general una vinculación entre un mejor desempeño en ciencia y actitudes más favorables (OCDE, 2008).

Si bien existe acuerdo con respecto a la relevancia de las actitudes hacia la ciencia, estas no son fáciles de definir debido a la diversidad de concepciones y perspectivas desde donde se ha enfocado (Simpson, Koballa, Oliver & Crawley, 1994), situación que se observa en la revisión de la literatura de treinta años donde Osborne et al. (2003) alertan sobre la falta de consenso sobre su significado. En efecto, se establece una distinción conceptual clásica entre actitudes científicas y actitudes hacia la ciencia (Gardner, 1975), donde las primeras se vinculan con metodologías propias de la investigación científica (curiosidad, creatividad, escepticismo, imparcialidad, objetividad, racionalidad), formando parte principalmente del componente cognitivo de las actitudes (Vázquez et al., 2006). Las segundas, en cambio, estarían especialmente relacionadas con el componente afectivo de las actitudes, haciendo referencia a la valoración de las personas hacia diversos objetos de actitud, como la ciencia escolar, los científicos, la predilección por una carrera ligada a la ciencia y las implicaciones sociales de la ciencia, entre otros (Acevedo et al., 2007; García y Sánchez, 2006; Gardner, 1975; Manassero y Vázquez, 2001). Por su parte, Furió y Vilches (1997) presentan una exhaustiva revisión de las clasificaciones y taxonomías de actitudes hacia la ciencia

¹ El Simce o Sistema de Medición de la Calidad de la Educación, consiste en una batería de pruebas aplicadas por el Ministerio de Educación de Chile en las que se mide el desempeño en lectura, matemáticas y ciencias en forma censal en 4°, 8° y 10° grado.

y el aprendizaje que señala que, si bien la medición de las actitudes es compleja, es posible realizarla. En el contexto de este estudio, y considerando las revisiones anteriores, las actitudes hacia la ciencia se entenderán como un constructo que involucra sentimientos, creencias y valores hacia distintos objetos de actitud, destacando el carácter multidimensional del concepto (Navarro, 2010).

Al analizar más profundamente la alfabetización científica y las actitudes hacia la ciencia, la literatura reporta la influencia de ciertas variables sobre el logro en cada dominio (Bradshaw, Sturman, Vappula, Ager & Wheeler, 2007; Bussière, Knighton & Pennock, 2007; Treviño, 2010). El sexo de los estudiantes es una de ellas. A este respecto, las mediciones internacionales muestran diferencias entre hombres y mujeres en resultados de aprendizaje en ciencias. Específicamente en PISA 2006 se observaron diferencias entre los países (9 a favor de los hombres y 12 a favor de las mujeres); en Chile los resultados muestran diferencias significativas a favor de los hombres (448 y 426 puntos) (Bradshaw et al., 2007), tendencia que se mantiene en el año 2009 (452 puntos en hombres y 443 en mujeres). Al interior de la escala de Ciencias de PISA existen diferencias por subdominio (Bussière et al., 2007), evidenciándose que en *identificación de temas científicos* el promedio OCDE muestra diferencias a favor de las mujeres, mientras que en Chile no hay diferencias significativas; para *explicar fenómenos científicos* las diferencias son a favor de los hombres tanto en la OCDE como en Chile, y para *uso de evidencia científica* la OCDE tiene una diferencia a favor de las mujeres, mientras que en Chile se ven favorecidos los hombres (Bradshaw et al., 2007). Esta información evidencia que los aprendizajes de ciencia en Chile no siguen la tendencia mundial, y la brecha entre hombres y mujeres está lejos de disminuir. Esta diferencia en los desempeños en el área de ciencias tiene consecuencias en la motivación para aprender la disciplina y en la actitud hacia el aprendizaje de ella en la escuela, lo que finalmente afecta los caminos que seguirán los estudiantes en el ámbito educacional y profesional (Fraser, Aldridge & Adolphe, 2010).

Otro factor asociado al logro en alfabetización científica y actitudes hacia la ciencia es el nivel socioeconómico (NSE) (OCDE, 2008). En PISA 2006 se encontró una relación positiva del índice de estatus socioeconómico y cultural con el desempeño en ciencias, tendencia que se repite en los resultados de PISA 2009 (Vegar, Prenszel & Martin, 2011). En Chile, los resultados muestran una brecha de 97 puntos entre el grupo bajo y el grupo alto, proporción similar a la observada según la dependencia administrativa de los establecimientos a los cuales pertenecen los estudiantes (Simce, 2010). En el Simce 2007 de 8° básico, en el subcampo *comprensión de la naturaleza*, la diferencia entre el NSE bajo y el alto es de 77 puntos (diferencia de puntaje similar a lo observado por dependencia), donde solo el 8% de los estudiantes de NSE bajo obtiene sobre 300 puntos (una desviación estándar sobre la media), mientras que el 65% de los estudiantes del NSE alto obtiene este puntaje.

Las actitudes hacia la ciencia tienen un comportamiento diferencial en relación al NSE; por ejemplo, no muestran diferencias entre niveles de escolaridad de los padres, variable asociada al NSE (Orbay et al., 2010). No obstante, sí se observan al analizarlas con el índice del nivel socioeconómico y cultural de PISA (OCDE, 2008).

En síntesis, considerando la importancia de la alfabetización científica y su vinculación con las actitudes hacia la ciencia, resulta relevante estudiar ambos constructos. No obstante, en Chile los estudios realizados fuera del marco de pruebas estandarizadas son escasos, principalmente porque no hay instrumentos válidos y confiables para la población chilena para estos dominios. Además, la incorporación del monitoreo de las actitudes y del nivel de alfabetización científica en las clases de ciencias por parte de los profesores favorecería los aprendizajes y permitiría generar y modificar estrategias pedagógicas para lograr mejores aprendizajes. En este contexto, el presente estudio tiene dos objetivos: 1) analizar el nivel de alfabetización científica y las actitudes hacia las ciencias que tienen los estudiantes de 2° año de secundaria en la Región Metropolitana, estableciendo comparaciones por sexo y nivel socioeconómico, y 2) evaluar la relación entre alfabetización científica y actitudes hacia la ciencia.

Metodología

Muestra

La muestra constó de 674 estudiantes (276 niños y 398 niñas) de 2º año de secundaria (10º grado) de establecimientos científico-humanistas de Santiago de Chile; la elección de este nivel se basa en los criterios PISA, que consideran que al finalizar la educación formal los estudiantes deben estar alfabetizados científicamente. Si bien en Chile la escolaridad es obligatoria desde los 12 años, hasta el 10º grado hay una formación común, y en los últimos dos años los estudiantes optan por una formación diferenciada científico-humanista o técnico-profesional. La edad promedio de los sujetos fue de 15 años y 9 meses (SD = 8,4 meses) con un mínimo de 14 años y un máximo de 19. Los estudiantes provenían de un total de 11 colegios de tres niveles socioeconómicos (ver detalle en la tabla 1), y se trabajó con grupos intactos (cursos completos). Se consideraron colegios con puntaje Simce en 2º año de secundaria en el sector de Lenguaje y Comunicación igual o superior a 250 puntos (media nacional) para controlar la incidencia de la comprensión lectora sobre los resultados de la prueba de alfabetización científica.

Tabla 1

Muestra de estudiantes según NSE y sexo

			Sexo		Total
			Hombre	Mujer	
NSE	Alto	N	186	174	360
		% del total	27,6	25,8	53,4
	Medio-alto	N	64	78	142
		% del total	9,5	11,6	21,1
	Medio	N	26	146	172
		% del total	3,9	21,7	25,5
Total	N	276	398	674	
	% del total	40,9	59,1	100,0	

Instrumentos

Prueba de alfabetización científica

Se construyó una prueba sustentada en los niveles de alfabetismo científico establecidos por Bybee (1997). El instrumento estuvo compuesto de dos partes; la primera de ellas correspondió a la identificación de los estudiantes y la segunda estuvo conformada por 20 ítems de opción múltiple, basados en la lectura de una noticia extraída de un periódico de alta difusión, vinculada al tema de hormonas y diabetes. Este contenido es parte de la unidad Hormonas, Reproducción y Desarrollo del programa de estudio de biología de secundaria, donde se presenta la regulación de la glicemia como un ejemplo de sistema de regulación hormonal y la diabetes como una anomalía del mismo. Previamente a la aplicación del instrumento, se resguardó que tal contenido hubiese sido trabajado en las escuelas que formaron parte de la muestra. La prueba fue sometida a validación de contenido mediante el juicio de cinco expertos en conocimiento disciplinar y en medición. El análisis de las preguntas se realizó mediante Teoría de Respuesta al Ítem (IRT) con dos parámetros: dificultad y discriminación. Usando el método *Book-mark*, seis jueces definieron tres puntajes de corte, clasificando los ítems en los primeros cuatro niveles de alfabetización científica establecidos por Bybee (1997). De este modo, los 20 ítems quedaron distribuidos como sigue: *analfabetismo científico* (2 ítems); *alfabetización funcional y tecnológica* (6 ítems); *alfabetización nominal* (9 ítems) y *alfabetización conceptual y procedimental* (3 ítems). La confiabilidad de la prueba fue de 0,70 según el método de Alfa de Cronbach. La administración de la prueba tuvo una duración de 50 minutos aproximadamente.

Escala de actitudes hacia la ciencia

Se utilizó el *Test of Science Related Attitudes* (TOSRA, “Escala de actitudes relacionadas con la ciencia”), diseñado por Fraser (1981). Esta escala, orientada a estudiantes de educación secundaria, está compuesta por 70 ítems, distribuidos en siete subescalas: 1) *implicaciones sociales de la ciencia*, 2) *estilo de vida de los científicos*, 3) *actitud hacia la investigación científica*, 4) *adopción de actitudes científicas*, 5) *agrado por las clases de ciencia*, 6) *interés por la ciencia durante el tiempo libre* y 7) *interés en carreras científicas*. Cada subescala se compone de 10 afirmaciones frente a las cuales los estudiantes deben señalar su grado de acuerdo o desacuerdo en una escala de tipo Likert de cinco puntos. Las subescalas de TOSRA presentan una confiabilidad que oscila entre 0,67 y 0,93 (Fraser, 1981), y la confiabilidad global es de 0,90. La aplicación fue colectiva y tuvo una duración de 25 minutos aproximadamente.

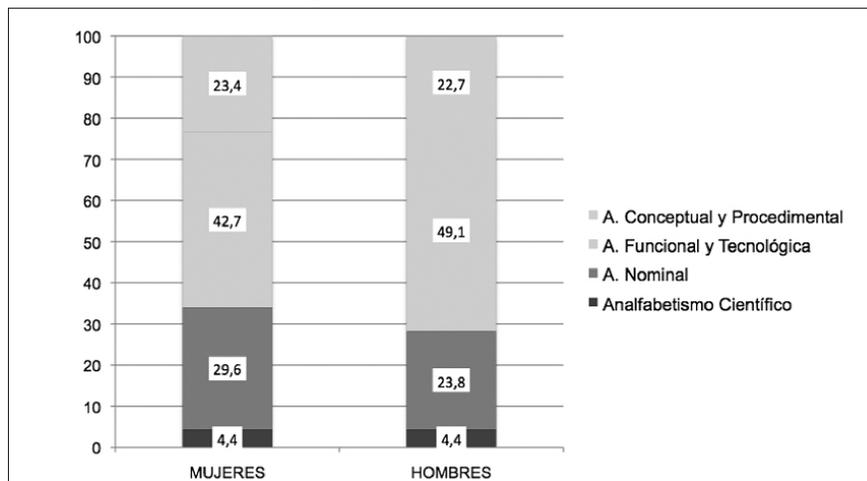
Análisis de datos

Se efectuaron dos tipos de análisis: 1) análisis descriptivos de los resultados de la prueba de alfabetización científica y de las respuestas de la escala de actitudes relacionadas con la ciencia (TOSRA), considerando en ambos casos medidas de tendencia central y de dispersión y el análisis de la normalidad de las distribuciones de los puntajes; y 2) análisis inferenciales para comparar la alfabetización científica y las actitudes hacia la ciencia de los estudiantes de acuerdo con su NSE y sexo. Se realizaron una Prueba *t* para analizar la variable sexo y pruebas Chi-cuadrado y Anova para indagar acerca de las diferencias por NSE. Además, se efectuaron análisis de correlación de Pearson para evaluar la relación entre alfabetización científica, actitudes hacia la ciencia y rendimiento académico en Biología (calificaciones). Para la prueba Anova, se verificó el supuesto de homogeneidad de varianzas mediante la prueba de Levene y se realizaron como pruebas *post-hoc* Tukey b o Tamhane según se cumplió el supuesto de homogeneidad de varianzas. Se trabajó con PARSCALE para el análisis IRT y con SPSS 15.0 para los análisis descriptivos e inferenciales, considerando un nivel de significación estadística del 5%.

Resultados

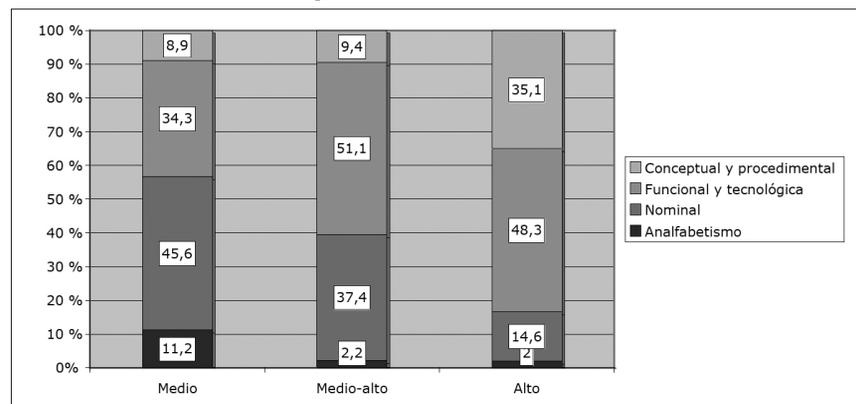
Respecto del nivel de alfabetización científica de los estudiantes, se observó que un 4% (n = 29) se encuentra en el nivel de *analfabetismo científico*, un 27% (n = 181) presentó un nivel *nominal*, un 46% (n = 301) alcanzó un nivel de alfabetización *funcional y tecnológica* y un 23% (n = 153) logró un nivel *conceptual y procedimental*. Al interior de cada nivel de alfabetización científica no se observaron diferencias significativas entre hombres y mujeres ($\chi^2_{(3, N = 662)} = 3,44$; $p > .05$) y la mayor concentración de estudiantes de ambos sexos se ubicó en el nivel de alfabetización científica *funcional y tecnológica* (49,1% hombres y 42,7% mujeres) (figura 1).

Figura 1
Niveles de alfabetización científica según el sexo de los estudiantes



El análisis de comparación entre los niveles de alfabetización científica según el NSE mostró diferencias significativas entre ellos ($\chi^2_{(6,664)} = 126,24; p < .05$), donde el mayor porcentaje de alumnos clasificados en la categoría de *analfabetismo científico* corresponde al NSE medio (11,2%), el más bajo de este estudio. Tanto el NSE medio como el medio-alto concentraron sus estudiantes en el nivel de alfabetización científica *nominal* (45,6% y 37,4%, respectivamente) y en la categoría de alfabetización científica *funcional y tecnológica* (34,3% y 51,2%, respectivamente), mientras que el NSE alto concentró la gran mayoría de sus estudiantes en los niveles de alfabetización científica *funcional y tecnológica* (51,1%) y alfabetización científica *conceptual y procedimental* (35,1%) (figura 2).

Figura 2
Niveles de alfabetización científica según NSE



Al comparar el puntaje de alfabetización científica (puntuaciones Z estimadas mediante IRT), se encontraron diferencias significativas ($F_{(2,661)} = 67.25; p < .001$) según el NSE de los estudiantes. La prueba Tamhane señaló que estas diferencias se producen entre los tres niveles socioeconómicos analizados. De este modo, el NSE alto presentó puntuaciones de alfabetización científica superiores a los otros dos niveles ($M = 0,38$; $DS = 0.97$), en tanto el NSE medio-alto ($M = -0,31$; $DS = 0.72$) superó al NSE medio ($M = -0,54$; $DS = 0.92$) (tabla 2).

Tabla 2
Medias de puntuaciones de alfabetización científica por NSE

NSE	N	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95 %		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
Alto	356	,37533	,974520	,051649	,27375	,47690	-2,861	2,782
Medio-alto	139	-,30593	,717364	,060846	-,42624	-,18562	-1,844	2,226
Medio	169	-,53901	,924482	,071114	-,67940	-,39862	-2,299	2,632
Total	664	,00000	1,000753	,038837	-,07626	,07626	-2,861	2,782

La escala de actitud hacia la ciencia fue contestada por 664 estudiantes en su totalidad; la media del puntaje total fue de 3,18 ($SD = 0,49$) en una escala de 1 a 5, siendo 1 la actitud más negativa y 5 la actitud más positiva. De las siete dimensiones o subescalas de actitud que componen el instrumento, la que presentó la media más alta fue *adopción de actitudes científicas* (A) ($M = 3,59$; $SD = 0,61$), mientras que la escala que presentó la media más baja fue *interés por la ciencia en el tiempo libre* (L) ($M = 2,66$; $SD = 0,77$). Las subescalas que presentaron menos dispersión fueron *estilo de vida de los científicos* (N) ($M = 3,3$;

SD = 0,47) y *agrado por las clases de ciencia* (E) ($M = 3,1$; SD = 0,86). Las subescalas que obtuvieron las medias más bajas son las que presentaron la mayor dispersión (tabla 3).

Tabla 3
Estadísticos descriptivos de la escala de actitudes hacia la ciencia

	Media	Mediana	Moda	SD	Mínimo	Máximo
Implicaciones sociales de la ciencia (S)	3,5	3,5	3,5	0,60	1	5
Estilo de vida de los científicos (N)	3,3	3,2	3,2	0,47	1	5
Actitud hacia la investigación científica (I)	3,4	3,3	3,1	0,68	1	5
Adopción de actitudes científicas (A)	3,6	3,6	3,9	0,61	1	5
Agrado por las clases de ciencia (E)	3,1	3,2	3,3	0,86	1	5
Interés por la ciencia en el tiempo libre (L)	2,66	2,7	2,7	0,77	1	5
Interés en carreras científicas (C)	2,90	2,9	3	0,78	1	5
Puntaje total	3,18	3,17	3,2	0,49	1,61	4,6

El análisis de diferencias de medias en función del sexo mostró que no hay diferencias significativas entre hombres y mujeres ($t_{(663)} = -0,01$; $p > .05$). De las siete subescalas que componen el TOSRA, solo la subescala *adopción de actitudes científicas* (A) mostró diferencias significativas ($p < .05$), siendo más favorable para las mujeres ($M = 3,63$; SD = 0,64) que para los hombres ($M = 3,53$; SD = 0,63) ($t_{(663)} = -2,23$; $p < .05$) (tabla 4).

Tabla 4
Medias de la escala y subescalas de actitudes hacia la ciencia según el sexo

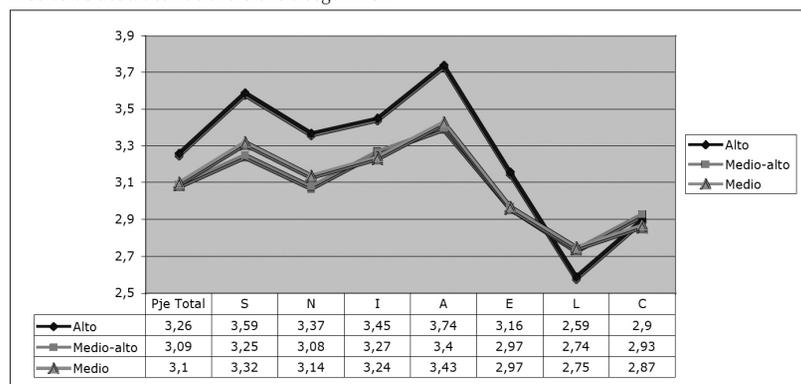
Escala - subescala	Hombre				Mujer				Prueba t	
	Media	SD	Asi-metría	Curto-sis	Media	SD	Asi-metría	Curto-sis	t	Sig.
Puntaje total escala	3,18	0,49	-0,03	0,66	3,18	0,50	0,04	-0,13	-0,01	1,00
Implicaciones sociales de la ciencia (S)	3,48	0,64	-0,03	1,75	3,43	0,59	-0,59	1,34	1,25	0,21
Estilo de vida de los científicos (N)	3,28	0,49	0,10	0,28	3,23	0,44	0,25	0,62	1,36	0,17
Actitud hacia la investigación científica (I)	3,32	0,70	-0,08	-0,06	3,39	0,69	0,41	1,66	-1,44	0,15
Adopción de actitudes científicas (A)	3,53	0,63	-0,65	0,67	3,63	0,64	1,22	14,68	-2,23	0,03*
Agrado por las clases de ciencia (E)	3,07	0,88	-0,12	-0,25	3,07	0,86	-0,04	-0,53	0,06	0,95
Interés por la ciencia en el tiempo libre (L)	2,64	0,76	0,33	-0,05	2,67	0,78	0,12	-0,37	-0,33	0,74
Interés en carreras científicas (C)	2,95	0,76	0,14	0,05	2,85	0,81	-0,11	-0,40	1,48	0,14

* $p < 0,05$

Al comparar las puntuaciones de actitudes hacia la ciencia en función del NSE de los estudiantes, se constataron diferencias significativas para la escala completa ($F_{(2,662)} = 8,82$; $p < .001$), donde el NSE alto

se distingue de los otros dos. Este resultado también se observó para las subescalas S ($F_{(2,662)} = 22,12$; $p < .001$), A ($F_{(2,662)} = 25,87$; $p < .001$), N ($F_{(2,662)} = 27$; $p < .001$), I ($F_{(2,662)} = 7$; $p < .001$) y E ($F_{(2,662)} = 4,25$; $p < .05$) (figura 3). En el caso de la subescala L, se advirtió que el NSE medio se distingue del NSE alto; sin embargo, el NSE medio-alto no se diferenció de ninguno de los dos anteriores ($F_{(2,662)} = 3,37$; $p < .05$). Por el contrario, la subescala C ($F_{(2,662)} = 0,29$; $p = .746$) es la única que no mostró diferencias, lo que indicaría que el interés de los estudiantes en carreras científicas es independiente del NSE. Al analizar las pruebas *post-hoc* Tukey-b para varianzas homogéneas y Tamhane para varianzas heterogéneas, se encontraron diferencias entre el NSE alto ($M = 3,26$; $SD = 0,48$) y los otros dos niveles: NSE medio-alto ($M = 3,09$; $SD = 0,52$) y medio ($M = 3,10$; $SD = 0,48$; $p < .01$). No obstante, no se observaron diferencias entre los NSE medio y medio-alto ($p > .05$) (figura 3).

Figura 3
Medias de actitudes hacia la ciencia según NSE



Respecto de la relación entre alfabetización científica y actitudes hacia la ciencia se observó una correlación positiva y significativa entre estas ($r_{(664)} = 0,18$; $p < .001$). En cuanto a la correlación entre el nivel de alfabetización científica y las diferentes subescalas del TOSRA, las correlaciones resultaron positivas y significativas ($p < .001$) para cinco de las siete subescalas. Estas fueron: *adopción de actitudes científicas* (A) ($r_{(664)} = 0,25$), *implicaciones sociales de la ciencia* (S) ($r_{(664)} = 0,20$), *estilo de vida de los científicos* (N) ($r_{(664)} = 0,17$), *agrado por las clases de ciencia* (E) ($r_{(664)} = 0,15$) y *actitud hacia la investigación científica* (I) ($r_{(664)} = 0,11$). Las dos subescalas que no presentaron correlación significativa con el nivel de alfabetización científica fueron: *interés por la ciencia durante el tiempo libre* (L) ($r_{(664)} = 0,05$; $p > .05$) e *interés en proseguir una carrera científica* (C) ($r_{(664)} = 0,04$; $p > .05$) (tabla 5).

Por último, al correlacionar las calificaciones de los estudiantes en la asignatura de Biología, se observa una correlación positiva y significativa tanto con el nivel de alfabetización científica (AC) como con las actitudes hacia las ciencias. Específicamente, se observa una correlación con seis de las siete subescalas, siendo la subescala *actitudes hacia la investigación científica* la única que no muestra una relación estadística (tabla 5).

Tabla 5
Correlaciones entre la alfabetización científica y las actitudes hacia la ciencia

	Nivel de AC	Puntaje TOSRA	Promedio Biología
Nivel de AC	1	,182**	,375**
Puntaje bruto AC	,887**	,175**	,380**
Implicaciones sociales de la ciencia (S)	,199**	,708**	,149**
Estilo de vida de los científicos (N)	,171**	,489**	,119**
Actitud hacia la investigación científica (I)	,114**	,612**	,062
Adopción de actitudes científicas (A)	,246**	,661**	,166**
Agrado por las clases de ciencia (E)	,145**	,849**	,242**
Interés por la ciencia en el tiempo libre (L)	,053	,761**	,129**
Interés en carreras científicas (C)	,041	,830**	,151**
Puntaje TOSRA	,182**	1	,208**

** $p < 0,01$ (bilateral)

* $p < 0,05$ (bilateral)

Discusión

El nivel de alfabetización científica de los estudiantes se calculó mediante una prueba construida de acuerdo con los niveles que establece Bybee (1997). Los resultados mostraron que un 4% de los estudiantes fue clasificado en el nivel *analfabetismo científico*. Según Bybee (1997), se espera que un bajo porcentaje de estudiantes se sitúe en este nivel, lo que implicaría que estos estudiantes no tendrían la capacidad cognitiva o la comprensión suficiente para identificar un asunto dentro del dominio de la ciencia. Estos resultados podrían equipararse con los obtenidos por estudiantes chilenos que rindieron PISA 2006 y que se ubican debajo del nivel 1 (13,1%), según los seis niveles de alfabetización científica que establece PISA (OCDE, 2008).

Respecto del nivel de alfabetización científica *nominal*, este implica un conocimiento superficial, con ideas erróneas o teorías ingenuas sobre la ciencia. Bybee (1997) destaca la importancia de este nivel por cuanto la enseñanza suele iniciarse desde él; no obstante, es inquietante que un 27% de los estudiantes permanezca en esta categoría a pesar de haber trabajado el contenido de hormonas y diabetes en las clases de ciencias (Navarro, 2010). Estos resultados serían comparables con aquellos estudiantes que en la prueba PISA logran el nivel 1 (26,7%), por cuanto los estudiantes de este nivel confunden los rasgos clave de una investigación, aplican información científica incorrecta y la mezclan con sus creencias personales (OCDE, 2008).

El grueso de los estudiantes (46%) se sitúa en el nivel de alfabetización científica *funcional y tecnológica*, en el cual los alumnos dominan un vocabulario científico simple basado en un aprendizaje memorístico que les permite utilizarlo en contextos específicos, y pueden establecer relaciones, pero con una comprensión superficial de ellas (Bybee, 1997). De acuerdo con Navarro (2010) este nivel podría encontrar su equivalente en los niveles 2 y 3 de PISA, cuyos estudiantes en su conjunto representan el 50% de los estudiantes chilenos que participaron en PISA 2006. El nivel 2 de alfabetización científica de PISA representa el punto en el cual los alumnos comienzan a mostrar competencia en ciencia, y el nivel 3 implica destrezas y habilidades necesarias para obtener un rendimiento mayor, como por ejemplo seleccionar hechos y conocimientos para explicar fenómenos utilizando conceptos científicos y aplicándolos de forma directa a situaciones simples (OCDE, 2008).

Finalmente, el nivel de alfabetización científica *conceptual y procedimental* implica un dominio de los conceptos más allá de su memorización, comprendiendo cómo estos conceptos se relacionan entre sí y con las disciplinas científicas en forma global, donde los estudiantes presentan habilidades propias de la experimentación y del pensamiento científico (Bybee, 1997). Este nivel corresponde al nivel de logro esperado por los estudiantes que han trabajado un determinado contenido en sus clases de ciencia. Por esto, el hecho de que solo un 23% alcance tal nivel resulta preocupante, más aun cuando se concentra en los estudiantes de NSE alto. Este nivel podría encontrar su paralelo en los niveles 4 y 5 de PISA, que agrupan en conjunto a un 10,2% del total de estudiantes que participaron de la medición del 2006. En los niveles 4 y 5 de PISA los estudiantes presentan un pensamiento científico y un razonamiento avanzados, son capaces de integrar explicaciones de diferentes disciplinas de la ciencia y poseen la comprensión necesaria para responder a situaciones de la vida real (OCDE, 2008).

El nivel 6 de PISA, que prácticamente no se alcanzó en Chile en la medición del 2006, podría encontrar su paralelo en el nivel 5 de alfabetización científica de Bybee (*alfabetización científica multidimensional*), que no se incluyó en este estudio por cuanto el propio autor afirma que es un nivel complejo de alcanzar, incluso para aquellas personas que se desempeñan profesionalmente como científicos. Asimismo, Bybee (1997) señala que la escuela debe permitir que los estudiantes alcancen al menos el nivel 4 (*alfabetización científica conceptual y procedimental*).

Al analizar los resultados de alfabetización científica no se encontraron diferencias significativas entre hombres y mujeres. Este hallazgo se contrapone a los resultados obtenidos por los estudiantes chilenos en PISA 2006, donde los hombres superan por 22 puntos a las mujeres en su desempeño en ciencias (Mineduc, 2007a). Esta tendencia también se observa en otras mediciones como Simce, PSU² y TIMSS

² La PSU, o Prueba de Selección Universitaria, se aplica al finalizar la educación primaria y secundaria obligatoria como requisito de ingreso a la educación superior.

(Mineduc, 2005b). No obstante, al subdividir la ciencia en disciplinas (Biología, Física y Química), las mujeres presentan resultados más favorables en el aprendizaje de la biología, mientras que los varones en el de química y física (Lyons & Quinn, 2010; Nwagbo, 2006; Osborne et al., 2003; Vázquez y Manassero, 2008). Considerando que en este estudio el contenido de la prueba de alfabetización científica contiene una importante proporción de contenidos de Biología (específicamente, hormonas y diabetes), es posible que esto logre compensar las diferencias entre hombres y mujeres. En este sentido, Bybee y McCrae (2011) señalan que las mujeres presentan un evidente interés por aprender contenidos relacionados con salud, en los que destacan por sobre los hombres, quienes tienen preferencias por los contenidos de medioambiente y contaminación.

En cuanto al análisis por NSE, los resultados muestran una marcada diferencia en el nivel de alfabetización científica alcanzado por los estudiantes, dependiendo del NSE al cual pertenecen: mientras mayor es el NSE del estudiante, mayor es su nivel de alfabetización científica. Este hallazgo coincide con los resultados internacionales y nacionales, donde se observa una asociación positiva del índice socioeconómico y cultural con el nivel de alfabetización científica o el rendimiento en ciencias alcanzado por los estudiantes (Lyons y Quinn, 2010; Mineduc, 2007a, 2007b; OCDE, 2008; Turmo, 2004).

Siguiendo el criterio utilizado por Vázquez y Manassero (1997) para analizar las actitudes hacia las ciencias, es posible dividir las puntuaciones obtenidas en dos grupos: 1) subescalas con puntuaciones con valores entre 2 y 3 (actitudes poco favorables hacia la ciencia) y 2) subescalas con puntuaciones con valores superiores a 3 hasta valores iguales a 4 (tendencia positiva hacia la ciencia). Tanto a nivel general como en las subescalas, se puede afirmar que los estudiantes presentan una actitud hacia la ciencia moderadamente favorable a nivel de la escala general ($M = 3,18$; $SD = 0,49$). Entre las subescalas que mostraron actitudes favorables hacia la ciencia están: la subescala S (*implicaciones sociales de la ciencia*), la subescala N (*estilo de vida de los científicos*), la subescala I (*actitud hacia la investigación científica*) y la subescala A (*adopción de actitudes científicas*). Las subescalas que pueden agruparse como actitudes hacia la ciencia menos favorables son la subescala L (*interés por la ciencia durante el tiempo libre*) y la subescala C (*interés en carreras científicas*). En cuanto a la subescala E (*agrado por las clases de ciencia*), esta no muestra una pertenencia clara a uno de estos dos subconjuntos; no obstante, es la que muestra la mayor dispersión. Estos resultados son coherentes con los encontrados en Australia (Fraser, 1981; Lyons & Quinn, 2010) y en Nueva Zelanda (Lowe, 2004), donde las subescalas de actitud pueden separarse en los mismos dos subconjuntos, agrupando las mismas subescalas.

Respecto de las diferencias en la actitud según el sexo del estudiante, no se encontraron diferencias significativas a nivel de la escala general, resultado que se condice con lo observado por Orbay et al. (2010). En cuanto a las diferencias por subescala, solo la subescala A (*adopción de actitudes científicas*) mostró diferencias significativas a favor de las mujeres, lo cual implica que las niñas están más dispuestas a oír ideas nuevas y presentan una mayor apertura para modificar sus creencias sobre la ciencia. Esto se puede explicar por el hecho de que se ha observado que las mujeres ven en la ciencia un beneficio social; por tanto, aun cuando no tengan preferencia por los contenidos específicos de las disciplinas científicas, presentan una mejor disposición a cambiar sus juicios en esta materia (Bybee & McCrae, 2011; Lyons & Quinn, 2010). Contrastando estos resultados con los encontrados en el estudio de Smist (1994), hay concordancia respecto de las diferencias favorables a las mujeres en la subescala A. No obstante, Smist también encontró actitudes más positivas en las mujeres en la subescala N (*estilo de vida de los científicos*), situación que no se evidencia en este estudio. Los varones, por su parte, superan a las niñas en las subescalas C (*interés en carreras científicas*) y E (*agrado por las clases de ciencia*) (Lyons y Quinn, 2010; Smist, 1994).

En cuanto al análisis que considera el NSE, seis de las siete subescalas del TOSRA mostraron diferencias significativas, donde en la mayoría de los casos el NSE alto obtiene puntuaciones más altas, distinguiéndose del NSE medio y medio-alto. A este respecto, otro estudio que también analizó las actitudes con el TOSRA (Orbay et al., 2010) no reveló diferencias en este sentido. No obstante, el análisis se realizó de acuerdo con la escolaridad de los padres, que es solo un aspecto del NSE. En tanto, los resultados de PISA 2006 muestran que los orígenes socioeconómicos más elevados refieren un mayor interés general por la ciencia (OCDE, 2008), hallazgo que se condice mejor con lo encontrado en este estudio.

La subescala L (*interés por la ciencia durante el tiempo libre*) puede encontrar su equivalente en PISA dentro de la subescala *interés por las ciencias*, donde se consulta a los estudiantes sobre actividades

relacionadas con la ciencia que realizan en su tiempo libre. PISA muestra que los alumnos de un entorno socioeconómico menos favorecido tienen menos posibilidades de participar en actividades tales como leer artículos científicos de revistas o periódicos (OCDE, 2008). De ahí que el resultado encontrado en este estudio respecto del efecto del NSE sobre la subescala L sea coherente con los hallazgos de PISA 2006.

La única subescala del TOSRA que no mostró diferencias significativas según el NSE fue la subescala C (*interés en carreras científicas*), lo cual muestra que los estudiantes, independientemente de su condición socioeconómica, aspiran a cursar una carrera científica. Lyons y Quinn (2010) indican que en esta subescala podrían intervenir otros factores como la influencia de otros actores ajenos a la familia (los pares, los profesores de ciencias, los programas de TV y la publicidad que hacen las instituciones) y el estatus social y económico de las carreras. No obstante, se debe tener presente que este estudio no contempló el NSE bajo y medio-bajo, por lo que habría que explorar cómo se comporta esta subescala en esos NSE.

Respecto de la asociación entre el nivel de alfabetización científica y las actitudes hacia la ciencia, a nivel general de la escala de actitudes se evidenció una correlación positiva y significativa. Este resultado pone de manifiesto que las actitudes más positivas hacia la ciencia se asocian a niveles superiores de alfabetización científica (Zhang & Campbell, 2011). Al analizar este vínculo a nivel de las subescalas del TOSRA, se observa el mismo patrón en 5 de las 7 subescalas: *adopción de actitudes científicas (A)*, *implicaciones sociales de la ciencia (S)*, *estilo de vida de los científicos (N)*, *agrado por las clases de ciencia (E)* y *actitud hacia la investigación científica (I)*. Mientras más favorables sean estas actitudes, más alto es el nivel de alfabetización científica que logran los estudiantes. Si bien las correlaciones encontradas son moderadas, estas se encuentran en el orden de magnitud de las encontradas en el estudio PISA 2006 (OCDE, 2008).

Las dos subescalas de actitud que no mostraron asociación con el nivel de alfabetización científica son: *interés por la ciencia durante el tiempo libre e interés en carreras científicas*. En el primer caso, el resultado se condice con el encontrado en PISA 2006, donde se observó una relación positiva en 29 de los países de la OCDE. Sin embargo, en 5 de los 6 países latinoamericanos se observa una relación negativa, y en Chile la asociación entre el índice de actividades relacionadas con la ciencia y el desempeño en ciencia es nula (OCDE, 2008). Una posible explicación es que las oportunidades de participar en actividades informales de ciencia son escasas y las actividades se enmarcan principalmente en academias al interior de los colegios, donde el número de estudiantes es muy bajo. En el segundo caso (*interés en carreras científicas*), es posible encontrar un paralelo en PISA 2006, donde se consideró un Índice de Motivación para Aprender Ciencias Orientada al Futuro. La correlación entre este índice y el resultado en la prueba de ciencias es negativa en la mayoría de los países latinoamericanos, a excepción de Chile, donde la relación es nula (OCDE, 2008). Así, proyectarse como un profesional del área científica no está ligado al logro de niveles superiores de alfabetización en ciencias, lo que se explicaría por las razones expuestas anteriormente, entre las que se encuentran la influencia de personas externas a la familia y el estatus económico y social de las carreras (Lyons & Quinn, 2010).

Por último, respecto de las correlaciones entre el rendimiento escolar en Biología y la alfabetización científica, se constató que el hecho de tener un mejor desempeño en la escuela se asocia al logro de niveles superiores de alfabetización científica. Estos resultados son esperables si se considera que el nivel de alfabetización científica implica una graduación del uso y de las implicancias de los conceptos científicos aprendidos (Bybee, 1997; Osborne et al., 2003), en este caso en Biología.

En conclusión, los resultados anteriormente descritos dan cuenta de un nivel de alfabetización científica funcional en la mayoría de los jóvenes considerados en el estudio, sin evidenciar diferencias por sexo, pero sí por nivel socioeconómico. Además, se observa una relación directa y positiva entre el logro alcanzado en alfabetización científica, las actitudes hacia las ciencias y el rendimiento académico en Biología. Estos hallazgos son particularmente importantes si se considera que el interés de los estudiantes condiciona su aprendizaje y sus elecciones y decisiones en el día a día (Fraser et al., 2010; Vegar, Prenszel & Martin, 2011).

Limitaciones y proyecciones del estudio

En el contexto de este estudio, se analizó la alfabetización científica y las actitudes hacia las ciencias en función del NSE. No obstante, una restricción es que la muestra no consideró el NSE bajo y medio-

bajo, por tanto, los resultados no se pueden generalizar a estos niveles. Aunque se invitó a 20 colegios que cumplieran con los criterios de selección, solo 11 aceptaron participar, pues ese mismo año el 2º grado de educación secundaria rindió pruebas Simce en Lenguaje y Matemáticas. Esta medición nacional tiene una fuerte presión para los colegios de NSE bajo que están por encima de la media nacional (requisito de este estudio), lo que implica una escasa motivación para participar en estudios que no generen un beneficio directo y de corto plazo asociado a estas pruebas.

Otra limitación en relación con la muestra fue el mayor número de mujeres (59%, n = 398) que de hombres (41%, n = 276) en el nivel socioeconómico medio debido a la participación de grupos intactos, en este caso, dos colegios diferenciados (hombres y mujeres), donde el de niñas tenía más estudiantes, lo que descompensó la muestra. Se decidió no eliminar casos para no sesgar los resultados, pero se plantea como un criterio por resguardar en futuras investigaciones.

Una tercera limitación es no haber medido la comprensión lectora y no analizar su efecto como covariable del nivel de alfabetización científica. Sin embargo, no se han encontrado pruebas validadas para Chile que midan las habilidades lectoras en estudiantes de 2º año de secundaria. Por este motivo, la muestra consideró como criterio de selección el puntaje Simce en Lenguaje y Comunicación de las escuelas.

Entre las proyecciones del estudio, se destaca que para Chile los estudios en alfabetización científica son escasos, y desde las limitaciones es posible generar nuevos estudios al respecto. Además, se proporcionan pruebas de las escasas diferencias entre hombres y mujeres en los niveles de alfabetización científica, resultados que deberían ser considerados en el diseño de estrategias de enseñanza de la biología para lograr mejores aprendizajes. Por último, si se consideran ajustes en la enseñanza y la evaluación de las ciencias para potenciar el desarrollo de mayores niveles de alfabetización en los estudiantes, a mediano plazo podría ser uno de los factores de influencia para potenciar el desarrollo científico y tecnológico en el país.

El artículo original se recibió el 3 de octubre de 2011

El artículo revisado se recibió el 14 de diciembre de 2011

El artículo fue aceptado el 5 de enero de 2012

Referencias

- Acevedo, J. (2004). Reflexiones sobre las finalidades de la enseñanza de las ciencias: educación científica para la ciudadanía. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 1(1), 3-16.
- Acevedo, J., Vázquez, A., Manassero, M. y Acevedo, P. (2007). Consensos sobre la naturaleza de la ciencia: fundamentos de una investigación empírica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 4(1), 42-66.
- Bencze, J.L., & Bowen, G.M. (2009). A national science fair: Exhibiting support for the knowledge economy. *International Journal of Science Education*, 31(18), 2459-2483. doi:10.1080/09500690802398127
- Bradshaw, J., Sturman, L., Vappula, H., Ager, R., & Wheater, R. (2007). *Achievement of 15-year-olds in England: PISA 2006 National Report* (OECD Programme for International Student Assessment). Slough: NFER.
- Bussière, P., Knighton, T., & Pennock, D. (2007). *Measuring up: Canadian results of the OECD PISA Study. The performance of Canada's youth in science, reading and mathematics. PISA 2006 First Results for Canadians aged 15*. Recuperado el 23 de marzo de 2012 de <http://www.pisa.gc.ca/eng/pdf/81-590-E.pdf>
- Bybee, R. (1997). *Achieving scientific literacy: From purposes to practices*. Portsmouth, NH: Heinemann.
- Bybee, R., & McCrae, B. (2011). Scientific literacy and student attitudes: Perspectives from PISA 2006 science. *International Journal of Science Education*, 33(1), 7-26. doi: 10.1080/09500693.2010.518644
- Castro, E. (2003). Enfoque de la enseñanza de la ciencia en el nuevo currículum de la educación nacional. *Revista Extramuros*, 2(7), 33-42.
- DeBoer, G. (2000). Scientific literacy: Another look at its historical and contemporary meanings and its relationship to science education reform. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(6), 582-601.
- Escudero, T. (1995). La evaluación de las actitudes científicas. *Didáctica de las ciencias experimentales*, 2(4), 33-41.
- Fouriez, G. (1997). *Alfabetización científica y tecnológica. Acerca de las finalidades de la enseñanza de las ciencias*. Buenos Aires: Colihue.
- Furió, C. y Vilches, A. (1997). Las actitudes del alumnado hacia las ciencias y las relaciones ciencia, tecnología y sociedad. En L. del Carmen (Coord.), *La enseñanza y el aprendizaje de la naturaleza en la educación secundaria* (pp. 47-69). Barcelona: ICE-Horsori.
- Fraser, B. (1981). *Test of science related attitudes*. Melbourne: Australian Council for Educational Research.
- Fraser, B., Aldridge, J., & Adolph, G. (2010). A cross-national study of secondary science classroom environments in Australia and Indonesia. *Research in Science Education*, 40, 551-571. doi: 10.1007/s11165-009-9133-1
- Frish, A. L., Camerini, L., Diviani, N., & Schulz, P. (2011). Defining and measuring health literacy: how can we profit from other literacy domains? *Health Promotion International*, 27(1), 117-126. doi:10.1093/heapro/dar043
- García, M. y Sánchez, B. (2006). Las actitudes relacionadas con las ciencias naturales y sus repercusiones en la práctica docente de profesores de primaria. *Perfiles Educativos*, 28(114), 61-89.
- Gardner, P. L. (1975). Attitudes to science: A review. *Studies in Science Education*, 2, 1-41.
- Holbrook, J., & Rannikmäe, M. (2009). The meaning of scientific literacy. *International Journal of Environmental and Science Education*, 4(3), 275-288.
- Larraín, A. (2009). El rol de la argumentación en la alfabetización científica. *Estudios Públicos*, 116, 167-192.
- Laugksch, R. (2000). Scientific literacy: A conceptual overview. *Science Education*, 84(1), 72-94.
- Lowe, J. P. (2004). *The effect of a cooperative group work and assessment on the attitudes of students towards science in New Zealand* (Tesis doctoral inédita). Curtin University of Technology, Curtin, Australia.
- Lyons, T., & Quinn, F. (2010). *Understanding the declines in senior high school science enrolments*. National Centre of Science, ICT and Mathematics Education for Rural and Regional Australia (SiMERR Australia). Recuperado el 15 de septiembre de 2011 de <http://www.une.edu.au/simerr/pages/projects/131choosingscience.pdf>
- Manassero M. A. y Vázquez, A. (2001). Instrumentos y métodos para la evaluación de las actitudes relacionadas con la ciencia, la tecnología y la sociedad. *Enseñanza de las ciencias*, 20(1), 15-27.
- Marco, B. (2000). La alfabetización científica. En F. J. Perales y P. Cañal (Eds.), *Didáctica de las ciencias experimentales* (pp. 141-164). Alcoy: Marfil.
- Mineduc (1998). *Marco curricular de la educación media. Objetivos fundamentales y contenidos mínimos obligatorios de la educación media*. Santiago, Chile: Ministerio de Educación de Chile. Recuperado el 25 de marzo de 2012 de www.aep.mineduc.cl/images/pdf/2010/CurriculumMedia.pdf

- Mineduc (2004). *La educación chilena en el cambio de siglo: políticas, resultados y desafíos*. Informe Nacional de Chile, Oficina Internacional de Educación, UNESCO. Recuperado el 25 de marzo de 2012 de www.ibe.unesco.org/National_Reports/ICE_2004/chile.pdf
- Mineduc (2005a). *Análisis de las diferencias de logro en el aprendizaje escolar entre hombres y mujeres*. Santiago, Chile. Recuperado el 25 de marzo de 2012 de www.simce.cl/fileadmin/Documentos_y_archivos_SIMCE/biblioteca/informe_genero_simce.pdf
- Mineduc (2005b). *Marco curricular de la educación media. Objetivos fundamentales y contenidos mínimos obligatorios de la educación media*. Decreto Supremo N° 220, Santiago, Chile. Recuperado el 25 de marzo de 2012 de www.simce.cl/fileadmin/Documentos_y_archivos_SIMCE/Material_de_apoyo_establecimientos/200511101839230.MarcoCurriculardeEducMedia.pdf
- Mineduc (2007a). *PISA 2006. Rendimiento de estudiantes de 15 años en ciencia, lectura y matemática*. Unidad de Currículum y Evaluación: Santiago, Chile. Recuperado el 25 de marzo de 2012 de www.oei.es/evaluacioneducativa/PISA2006resumenejecutivo.pdf
- Mineduc (2007b). *Resultados Nacionales Simce 2006*. Santiago, Chile: Unidad de Currículum y Evaluación. Recuperado el 25 de marzo de 2012 de www.oei.es/quipu/chile/SIMCE2006.pdf
- Mineduc (sf). *Principales resultados de Chile en PISA 2006*. Recuperado de www.oei.es/evaluacioneducativa/PISA2006resumenejecutivo.pdf
- Navarro, M. (2010). *Estudio de validación de instrumentos para estimar el nivel de alfabetización científica, las actitudes hacia la ciencia y su relación* (Tesis de magíster inédita). Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile.
- 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(3), 216-229.
- OCDE (2000). Alfabetización en matemáticas y ciencias. En *Informe Chile PISA 2000*. Recuperado el 18 de abril de 2007 de <http://www.simce.cl/index.php?id=100>.
- OCDE (2006). *PISA 2006. Marco de la evaluación. Conocimientos y habilidades en ciencias, matemáticas y lectura*. Recuperado el 19 de mayo de 2007 de <http://www.oecd.org/dataoecd/59/2/39732471.pdf>
- OCDE (2007). *The programme for international student assessment (PISA)*. Recuperado el 18 de mayo de 2008 de www.oecd.org/dataoecd/15/13/39725224.pdf
- OCDE (2008). *Informe PISA 2006. Competencias científicas para el mundo del mañana*. Madrid: Santillana.
- OCDE (2009). *PISA 2009. Assessment framework-key competencies in reading, mathematics and science*. Paris: OCDE.
- Orbay, M., Gokdere, M., Tereci, H., & Aydin, M. (2010). Attitudes of gifted students towards science depending on some variables: A Turkish sample. *Scientific Research and Essays*, 5(7), 693-699.
- OREALC/UNESCO (2005). *Habilidades para la vida a través de la educación científica*. XVII Reunión de Coordinadores Nacionales del LLECE. Santiago, Chile. Recuperado el 6 de abril de 2007 de www.laaventuradelavida.net/es/doc_lav/documentos/habilidades/Habilidades%20para%20la%20vida%20y%20educacion%20cientifica.pdf
- Osborne, J., Simon, S., & Collins, S. (2003). Attitudes towards science: a review of the literature and its implications. *International Journal of Science Education*, 25(9), 1049-1079.
- Pew Research Center for People and the Press (2009). *Science knowledge quiz*. Recuperado el 12 de mayo de 2011 de <http://people-press.org/2009/07/09/section-7-science-interest-and-knowledge/>.
- Ratto, J. (2006). *La alfabetización científica desde una concepción humanista e integradora de la ciencia*. Recuperado el 12 de mayo de 2007 de www.educared.org.ar/vicaria/lab-curricular/lc-01/ratto.pdf
- Shwartz, Y., Ben-Zvi, R., & Hofstein, A. (2006). The use of scientific literacy taxonomy for assessing the development of chemical literacy among high-school students. *Chemistry Education: Research and Practice*, 7(4), 203-225.
- Simce (2010). *Resultados Nacionales Simce 2009*. Unidad de Currículum y Evaluación. Ministerio de Educación de Chile. Santiago: Mineduc.
- Simpson, R. D., Koballa, T. R., Oliver, J. S., & Crawley, F. E. (1994). Research in the affective dimension of science learning. En D. Gabel (Ed.), *Handbook of research on science teaching and learning* (pp. 201-236). New York: Macmillan.
- Smist, J. (1994). Gender differences in attitudes toward science. *Annual Meeting of the American Educational Research Association (AERA)*. New Orleans, USA. Recuperado el 26 de marzo de 2012 de <http://eric.ed.gov/ERICWebPortal/contentdelivery/servlet/ERICServlet?accno=ED404132>
- Soobard, R., & Rannikmäe, M. (2011). Assessing student's level of scientific literacy using interdisciplinary scenarios. *Science Education International*, 22(2), 133-144.

- Treviño, E. (2010). *Factors associated with the cognitive achievement of students in Latin America and the Caribbean*. Recuperado el 17 de julio de 2010 de <http://unesdoc.unesco.org/images/0019/001902/190213e.pdf>
- Turmo, A. (2004). Scientific literacy and socioeconomic background among 15-year-olds: A Nordic perspective. *Scandinavian Journal of Educational Research*, 48(3), 287–305.
- UNESCO-CIUC (1999). *Declaración de Budapest. Declaración sobre la ciencia y el uso del saber científico*. Conferencia Mundial sobre Ciencia para el Siglo XXI: Un Nuevo Compromiso, Budapest, Hungría. Recuperado el 23 de abril de 2007 de <http://www.oei.es/salactsi/budapestdec.htm>
- Vázquez, A., Acevedo, J., Manassero, M. A. y Acevedo, P. (2006). Actitudes del alumnado sobre ciencia, tecnología y sociedad evaluadas con un modelo de respuesta múltiple. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 8(2), 1-37. Recuperado el 22 de marzo de 2012 de <http://redie.uabc.mx/vol8no2/contenido-vazquez2.html>
- Vázquez, A. y Manassero M. A. (1997). La evaluación de las actitudes relacionadas con la ciencia. *Enseñanza de las Ciencias*, 18(2), 199-213.
- Vázquez, A. y Manassero, M. A. (2002). *La presencia de los temas CTS en el currículo a partir de los resultados del TIMSS*. Comunicación presentada en el II Seminario Ibérico sobre CTS en la Enseñanza de las Ciencias: Retos y Perspectivas de la Enseñanza de las Ciencias desde el Enfoque CTS en los Inicios del Siglo XXI. Valladolid: Universidad de Valladolid.
- Vázquez, A. y Manassero, M. A. (2007). En defensa de las actitudes y emociones en la educación científica (I): evidencias y argumentos generales. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 4(2), 247-271.
- Vázquez, A. y Manassero, M. A. (2008). El declive de las actitudes hacia la ciencia de los estudiantes: un indicador inquietante para la educación científica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 5(3), 274-292.
- Vegar, R., Prenzel, M., & Martin, R. (2011). Interest in science: A many faceted picture painted by data from the OECD PISA study. *International Journal of Science Education*, 33(1), 1-6. doi: 10.1080/09500693.2010.518639
- Vilches, A., Solbes, J. y Gil, D. (2004). ¿Alfabetización científica para todos contra ciencia para futuros científicos? *Alambique*, 41, 89-98.
- Vilches, A. y Furió, C. (1999). *Ciencia, tecnología, sociedad: implicaciones en la educación científica para el siglo XXI*. Trabajo presentado en el I Congreso Internacional “Didáctica de las Ciencias” y VI Taller Internacional sobre Enseñanza de la Física, La Habana, Cuba. Recuperado el 4 de junio de 2007 de <http://www.oei.es/salactsi/ctseduccion.htm>.
- Zhang, D., & Campbell, T. (2011). The psychometric evaluation of a three-dimension elementary science attitude survey. *Journal Science Teacher Education*, 22, 595-612. doi: 10.1007/s10972-010-9202-3