



Actitudes hacia la química de estudiantes chilenos de secundaria: un estudio de métodos mixtos

Attitudes towards Chemistry of Chilean Secondary School Students: A Mixed Methods Study

Lilian Elisa Hernández Montes
Facultad de Educación. Universidad Católica de la Santísima Concepción, Concepción, Chile.
lhernandez@doctoradoedu.ucsc.cl

Gladys Contreras Sanzana
Departamento de Currículum y Evaluación. Facultad de Educación. Universidad Católica de la Santísima Concepción, Concepción, Chile.
gcontreras@ucsc.cl

Roberto A. Ferreira
Facultad de Ciencias de la Educación. Universidad Católica del Maule, Talca, Chile.
roberto.ferreira.c@gmail.com

Cristina Rodríguez
Departamento Fundamentos de Educación. Facultad de Ciencias de la Educación, Universidad Católica del Maule, Talca, Chile. Departamento de Psicología Evolutiva y de la Educación. Facultad de Psicología. Universidad de la Laguna España.
microdriguez@ucm.cl

RESUMEN • En esta investigación se indagó acerca de las actitudes hacia la química de 444 estudiantes de secundaria chilenos, empleando un método mixto de diseño secuencial explicativo. Los resultados descriptivos revelaron actitudes relativamente bajas en las dos dimensiones analizadas, cognitiva y afectiva, aunque levemente superiores en la última. Los resultados inferenciales mostraron que el nivel escolar y el rendimiento académico afectan a las actitudes de manera negativa y positiva, respectivamente. Los resultados de tres grupos focales permitieron profundizar en las explicaciones sobre los hallazgos cuantitativos y revelaron que otros factores, como los cálculos matemáticos, el lenguaje de la química y la metodología del profesor, también son relevantes en el desarrollo de las actitudes hacia la química. Se discuten estos hallazgos y sus implicaciones para la enseñanza de la química en Chile y Latinoamérica.

PALABRAS CLAVE: Actitud afectiva; Actitud cognitiva; Aprendizaje; Química; Rendimiento académico.

ABSTRACT • This research investigated the attitudes towards chemistry of 444 Chilean secondary school students, using a mixed method of explanatory sequential design. The descriptive results revealed relatively low attitudes in the two dimensions analyzed, cognitive and affective, although slightly higher in the last one. The inferential results showed that year group and academic performance affect attitudes negatively and positively, respectively. The results of three focus groups allowed to deepen the explanations on the quantitative findings and revealed that other factors such as mathematical calculations, the language of chemistry and the teacher's methodology are also relevant in the development of attitudes towards chemistry. These findings and their implications for the teaching of chemistry in Chile and Latin America are discussed.

KEYWORDS: Affective attitude; Cognitive attitude; Learning; Chemistry; Academic performance.

Recepción: diciembre 2020 • Aceptación: agosto 2021

Hernández Montes, L. E., Ferreira Campos, R. A., Contreras Sanzana, G. y Rodríguez Rodríguez, M. C. (2022). Actitudes hacia la química de estudiantes chilenos de secundaria: un estudio de métodos mixtos. *Enseñanza de las Ciencias*, 40(2), 89-107.
<https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.3497>

INTRODUCCIÓN

El estudio del vínculo entre la educación científica y las actitudes comenzó aproximadamente entre los años setenta y ochenta (Gardner, 1975; Reid, 1978; Schibeci, 1984), y desde entonces existe un consenso respecto a su naturaleza evaluativa, que incorpora los aspectos cognitivos, afectivos y comportamentales (Hovland y Roserberg, 1960). Posteriormente, sin embargo, algunos autores propusieron un modelo que no incluye el componente comportamental, pues se ha demostrado el débil poder de predicción de la actitud para los comportamientos prescritos (Biddle y Mutrie, 2001; Fazio, 2007). Desde entonces, las actitudes hacia las ciencias se han abordado más comúnmente desde los componentes cognitivo y afectivo. El primero incluye los pensamientos evaluativos, es decir, la valoración sobre la relevancia, importancia y dificultad de la ciencia, así como el desarrollo de su enseñanza (Asma et al., 2011). Por su parte, el componente afectivo agrupa sentimientos positivos o negativos y estados de ánimo que pueden tanto acercar o favorecer como alejar a los estudiantes del aprendizaje de las ciencias, incluyendo interés, satisfacción, disfrute, ansiedad o miedo (Blalock et al., 2008; Osborne et al., 2003).

En general, las actitudes hacia las ciencias no son estables en el tiempo, pues se observa una pérdida de interés en estas durante la trayectoria escolar, especialmente si se acompañan de experiencias de fracaso (Potvin y Hasni, 2014; Vázquez y Manassero, 2008). Este patrón parece intensificarse en estudiantes de secundaria y se mantiene en la Universidad (Ross et al., 2018). En el caso concreto de la química, las investigaciones han mostrado que las actitudes pueden verse afectadas por una serie de factores tanto internos como externos, incluyendo la edad, el género y el nivel escolar (Can, 2012; Cheung, 2009). Al igual que en otras disciplinas, el desinterés o la actitud negativa hacia la química también se relaciona con experiencias de fracaso (Robles et al., 2015). En esta misma línea, por ejemplo, Kousa et al. (2018) demostraron que las actitudes hacia la química se relacionan estrechamente con el rendimiento académico y, además, se ven influenciadas por el contexto sociocultural en el cual se encuentran inmersos los estudiantes (Anwar, 2014).

Dado que la mayoría de las investigaciones sobre actitudes hacia las ciencias y hacia la química se han llevado a cabo en países desarrollados y contextos culturales similares entre sí (véanse Ferreira y Trudel, 2012; Krapp y Prenzel, 2011; Marbá y Márquez, 2010; Vázquez y Manassero, 2008; Sjøberg y Schreiner, 2005; 2010), resulta pertinente desarrollar nuevas investigaciones en países culturalmente distintos y con un menor desarrollo económico. Por otra parte, la mayoría de las investigaciones hasta ahora se han llevado a cabo en estudiantes universitarios y solo algunas han involucrado a estudiantes de secundaria (Cheung, 2009; Kahveci, 2015; Kousa et al., 2018), por lo que aún se requiere mayor evidencia para obtener resultados concluyentes. En regiones como Latinoamérica son muy pocos los estudios que han abordado las actitudes hacia las ciencias en general y menos aún las actitudes hacia la química (Molina et al., 2011; Reyes et al., 2014). De esta forma, en el presente estudio se investigan las actitudes hacia la química de alumnos de secundaria de Chile y se indaga sobre los factores que las determinan, utilizando una metodología de métodos mixtos.

Actitudes hacia la química en estudiantes de educación secundaria

Como ya se mencionó, pocos estudios han abordado las actitudes hacia la química en estudiantes de secundaria y los resultados son diversos. Por ejemplo, en una investigación desarrollada en Grecia (con edades comprendidas entre 16 y 17 años), se examinaron las actitudes, los intereses y la utilidad de los cursos de ciencias químicas (Salta y Tzougraki, 2004). Los resultados revelaron que los estudiantes griegos tienen actitudes neutrales con respecto al interés en los cursos de química y consideran que la química no es útil para su futura carrera, aunque reconocen su importancia en la vida cotidiana. En

otro estudio realizado en la República Checa, los estudiantes de secundaria percibían también la química como un tema relevante, pero no se veían trabajando en el campo de la química en su vida futura. En este mismo estudio se encontró que, en los últimos dos grados de la escuela secundaria, las actitudes hacia la química fueron más bajas en comparación con el primer grado, y que los hombres tuvieron actitudes más positivas que las mujeres (Kubiak et al., 2017), en línea con estudios previos realizados en Tanzania (Seba et al., 2013). Los resultados en relación con el género no siempre son consistentes, así, por ejemplo, en un estudio llevado a cabo en Turquía, los varones de 17 años mostraron actitudes menos favorables que las niñas de la misma edad en las subescalas de disfrute de la química e importancia de la química como materia escolar (Can, 2012). Otro de los factores que influyó en las actitudes hacia la química fue el rendimiento académico de los estudiantes, es decir, a mayor rendimiento más positivas son las actitudes (Kahveci, 2015).

En Latinoamérica existen solo dos estudios previos sobre actitudes hacia la química en estudiantes de secundaria chilenos. En el primer estudio de Montes, Ferreira y Rodríguez (2018), los participantes fueron 523 estudiantes de secundaria de la Región del Biobío, cuyas edades fluctuaban entre los 14 y 17 años. Se midieron los componentes cognitivo y afectivo de la actitud hacia la química, mediante un diferencial semántico de ocho adjetivos. Los resultados mostraron una disminución de las actitudes a medida que los estudiantes avanzan de nivel escolar. En cuanto al género, no se observaron diferencias significativas y tampoco hubo interacción de esta variable con los demás factores. Finalmente, se encontró una relación positiva entre el rendimiento académico y las actitudes hacia la disciplina. Si bien el estudio de Montes et al. (2018) constituye un gran primer aporte al conocimiento de las actitudes hacia la química en Chile, estas no fueron abordadas desde la interpretación de los estudiantes y sus experiencias con la química; por tanto, no se puede establecer con exactitud cuáles fueron las razones que determinaron que las actitudes fueran positivas o negativas.

En el segundo estudio sobre actitudes hacia la química realizado en Chile, Muñoz, Quintanilla y Manzanilla (2019) presentaron una versión preliminar de una escala que permite medir las actitudes hacia la clase de química en estudiantes de secundaria. El instrumento consta de 3 dimensiones y 36 ítems, las cuales fueron propuestas en relación con el abordaje de problemas científicos: instrumental-operativo, relacional social y personal significativo. Esta escala fue validada por 18 jueces expertos de la Red Latinoamericana de Investigación en Didáctica de las Ciencias (REDLAD). Una vez obtenida la escala, esta se aplicó a 114 estudiantes de educación secundaria de Santiago. El instrumento obtuvo un adecuado índice de confiabilidad (Alfa de Cronbach = 0,86); sin embargo, dado el tamaño muestral, no fue posible determinar su validez de constructo con exactitud. Por otra parte, no se discutió la relevancia de las dimensiones obtenidas, ni tampoco se reportaron análisis inferenciales sobre posibles factores que determinaron las actitudes en alumnos de secundaria.

Actitudes hacia la química bajo el enfoque de métodos mixtos

Las investigaciones sobre las actitudes hacia la química descritas anteriormente han utilizado predominantemente diseños de investigación cuantitativa, que proporcionan información a nivel de grupo, pero no capturan las percepciones, sentimientos y puntos de vista de los participantes (Creswell y Clark, 2017). Por su parte, los estudios cualitativos ofrecen una oportunidad para derivar interpretaciones significativas de la experiencia de los sujetos con el objeto de estudio (Mayan, 2001), pero no permiten generalizar los hallazgos más allá de una determinada muestra. Así, los estudios de un solo método sobre las actitudes hacia la química pueden no proporcionar una comprensión integral de por qué estas se vinculan consistentemente con el rendimiento académico o por qué disminuyen a medida que los estudiantes progresan en la escuela. En contraste, un diseño mixto permite hacer uso de métodos cuantitativos para investigar un tema a nivel de grupo y utilizar métodos cualitativos para

interpretar, aclarar, describir y validar los resultados cuantitativos (Johnson et al., 2007). De esta forma, se obtiene una comprensión más profunda y amplia del fenómeno en cuestión, agregando valor al aumentar la validez de los hallazgos (McKim, 2017).

El presente estudio

Hasta la fecha, no se conocen estudios que examinen las actitudes hacia la química de estudiantes latinoamericanos bajo un enfoque de métodos mixtos. De esta forma, la presente investigación está guiada por las siguientes preguntas:

1. ¿Cómo son las actitudes cognitivas y afectivas hacia la química de los estudiantes de secundaria chilenos? (Fase cuantitativa)
2. ¿El nivel escolar, el género y el rendimiento académico afectan a las actitudes hacia la química? (Fase cuantitativa)
3. ¿Qué aspectos de las experiencias y entendimiento de los alumnos contribuyen a las diferencias en las actitudes cognitivas y afectivas hacia la química? (Fase cualitativa)
4. ¿De qué manera las experiencias y entendimiento de los estudiantes de secundaria explican la influencia del nivel escolar y el rendimiento en las actitudes hacia la química? (Fase cualitativa)

METODOLOGÍA

Este estudio siguió una estrategia explicativa secuencial de métodos mixtos, con dos fases de recopilación de datos. Este diseño de dos fases (véase figura 1) comenzó con la recopilación y el análisis de datos cuantitativos sobre las actitudes cognitivas y afectivas hacia la química, seguido de la recopilación y el análisis de grupos focales (datos cualitativos). En la fase cuantitativa, los participantes calificaron sus actitudes hacia la química mediante el método de encuesta; en particular, un diferencial semántico. En la fase cualitativa de seguimiento, los grupos focales se llevaron a cabo con un subconjunto de participantes de la fase cuantitativa para obtener información sobre el razonamiento detrás de sus respuestas en la encuesta. Los dos métodos se integraron durante la fase de interpretación y discusión de los resultados.

Participantes

La muestra por conveniencia fue de 444 estudiantes de educación media¹ (269 mujeres y 175 hombres), de entre 15 a 17 años, que cursaban desde segundo nivel de enseñanza media (NM2) al cuarto y último nivel de enseñanza media (NM4) en establecimientos educacionales de la zona centro sur de Chile. Los participantes fueron categorizados en función de su rendimiento académico en cuartiles de rendimiento. Para la variable rendimiento, se utilizó el promedio de calificaciones obtenidas a final del mismo año en el que se aplicó la encuesta en la asignatura de química. La tabla 1 resume la distribución de la muestra en función del nivel, el género y el rendimiento académico de la fase cuantitativa. El estudio cualitativo consideró una submuestra de estudiantes cuya distribución por grupo focal fuera homogénea en función del nivel secundario. En total, se reclutó a 19 estudiantes distribuidos en tres grupos focales, lo que está de acuerdo con lo indicado para estudios de este tipo (Onwuegbuzie et al., 2009).

1. La educación media en Chile corresponde a los cuatro últimos años de educación escolar obligatoria y tiene lugar desde los 14 a los 17 años, aproximadamente. En el presente estudio, se estudiaron los niveles segundo, tercero y cuarto medio (NM2, NM3 y NM4, respectivamente).

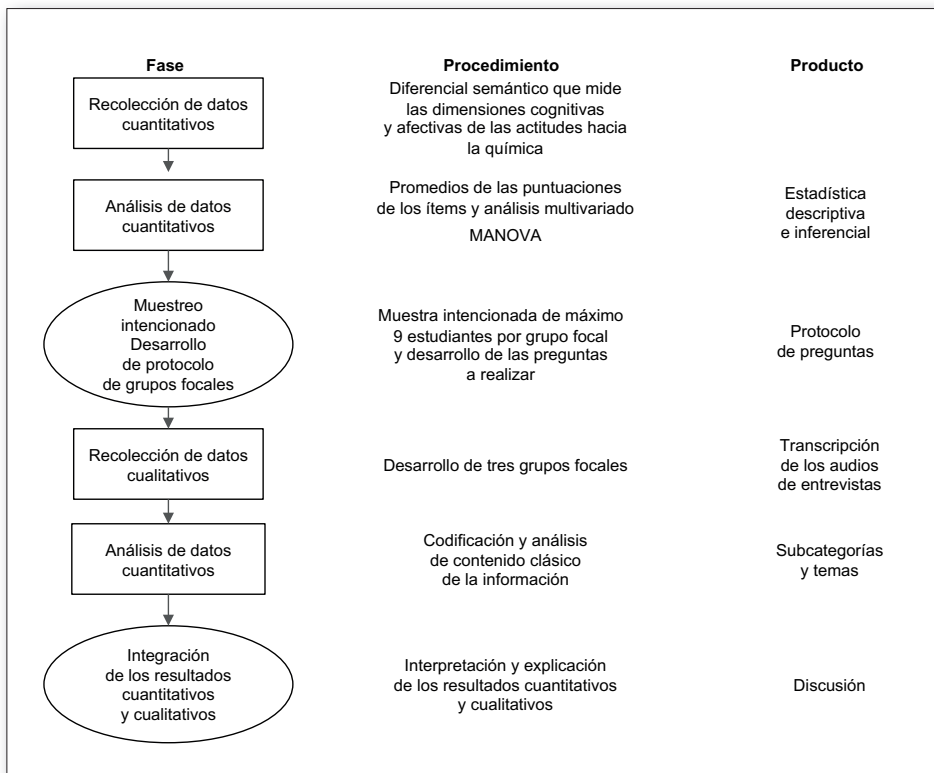


Fig. 1. Descripción del procedimiento del estudio secuencial explicativo. Adaptado de McCrudden y McTigue (2018).

Tabla 1.
Género, nivel escolar y cuartiles de rendimiento de los participantes

Cuartiles de rendimiento	Nivel escolar						Total
	NM2		NM3		NM4		
	Hombre	Mujer	Hombre	Mujer	Hombre	Mujer	
Cuartil 1 Rendimiento bajo	11	20	15	25	15	25	111
Cuartil 2 Rendimiento suficiente	13	18	16	24	16	24	111
Cuartil 3 Rendimiento bueno	15	18	16	23	16	23	111
Cuartil 4 Rendimiento alto	16	17	13	26	13	26	111
Total	55	73	60	98	60	98	444

Recopilación y análisis de datos cuantitativos

Instrumento

Para este estudio, se utilizó el instrumento *The Attitude toward the Subject of Chemistry Inventory, ASCIv2* (Xu y Lewis, 2011), en su versión validada para estudiantes de secundaria en Chile, *ASCIv2_Chile* (Montes et al., 2018). Este instrumento se presenta como un diferencial semántico de 5 ítems, constituido por conceptos diferenciados, es decir, adjetivos bipolares (opuestos), separados en forma

de escalas de 1 a 7, sobre las que el participante debe elegir y manifestar una preferencia. El factor *Accesibilidad intelectual*, perteneciente a la dimensión cognitiva de la actitud, incluye dos ítems, mientras que el factor *Satisfacción emocional* de la dimensión afectiva contiene tres ítems (véase tabla 2).

Tabla 2.
Ítems para cada dimensión del instrumento

<i>Accesibilidad intelectual</i>	<i>Satisfacción emocional</i>
Complicada - Simple Confusa - Clara	Confortable - Incómoda Satisfactoria - Frustrante Agradable - Desagradable

Procedimiento

El proceso de investigación incluyó autorización de padres y asentimiento de los estudiantes. La encuesta se aplicó en formato de papel y se llevó a cabo en la sala de clases habitual de cada curso. También se pidió a los estudiantes que marcaran su nivel de grado y género en las opciones dadas; los nombres de los estudiantes u otra información de identidad personal no fueron solicitados.

Análisis de datos

En primer lugar, se presentan los estadísticos descriptivos de los cinco ítems del cuestionario. Asimismo, se examinaron las pruebas de fiabilidad y de validez de constructo. Se utilizó el coeficiente omega en vez del coeficiente alfa de Cronbach, debido a que los ítems de nuestro modelo no eran Tau equivalentes, es decir, no seguían un modelo factorial unidimensional con cargas factoriales iguales (Cho, 2016; McDonald, 1999). El coeficiente omega opera con las cargas factoriales (Dun et al., 2014), que corresponden a la suma ponderada de las variables estandarizadas, lo que hace más estables los cálculos (Komperda et al., 2018) y refleja un nivel de fiabilidad más certero. Para estimar si el modelo teórico se ajustaba a los datos, se realizó un análisis factorial confirmatorio. Finalmente, para explorar el efecto de las variables independientes, nivel escolar, rendimiento académico y género sobre las variables dependientes (dimensión cognitiva y dimensión afectiva), se empleó un análisis multivariante de varianzas (MANOVA), análisis univariante (ANOVA) y pruebas *t* con corrección Bonferroni para comparaciones múltiples. Los tamaños de efectos para MANOVA y ANOVA se reportaron utilizando Eta al cuadrado, cuyos valores indican diferentes tamaños de efecto (.01 = efecto pequeño; .06 = efecto mediano y .14 = efecto grande) (Cohen, 1988). Todos los análisis estadísticos que se reportan fueron llevados a cabo con el programa R (R Core Team, 2017).

Recopilación y análisis de datos cualitativos

Siguiendo lo propuesto por Onwuegbuzie et al. (2009), la conformación de los grupos focales derivó de los cursos que participaron de la fase cuantitativa y se estableció un muestreo intencional o por conveniencia de al menos tres grupos, para alcanzar la saturación teórica de los datos. En esta investigación, la información fue aportada por tres grupos focales:

- Grupo focal 1 en el colegio A con 9 estudiantes: 4 de 3.º medio y 5 de 4.º medio; 6 mujeres y 3 hombres.
- Grupo focal 2 en el colegio B con 6 estudiantes: todos de 3.º medio; 4 mujeres y 2 hombres.
- Grupo focal 3 en el colegio B con 4 estudiantes: todos de 4.º medio; 3 mujeres y 1 hombre.

El proceso de desarrollo de la estrategia de grupos focales consideró un guion de preguntas (tabla 3) que resguarda la cobertura temática del estudio y favorece el manejo del criterio de direccionalidad. Las preguntas se construyeron de acuerdo con dos macrocategorías: la dimensión afectiva y la dimensión cognitiva de las actitudes hacia la química. Los estudiantes respondieron oralmente a las preguntas y sus respuestas se grabaron para posteriormente ser transcritas con el uso del *software* Transana c.3.32 (Rush, 2014). El análisis de la información se llevó a cabo siguiendo la técnica de análisis de contenido clásico (Onwuegbuzie et al., 2009). En la primera etapa solo uno de los autores, con experiencia en metodología cualitativa, llevó a cabo el análisis. En la segunda etapa, el análisis inicial fue revisado por los tres autores restantes para evaluar el procedimiento e identificar posibles mejoras. Finalmente, los cambios al análisis inicial se llevaron a cabo de común acuerdo entre todos los autores.

Tabla 3.
Protocolo de preguntas para los grupos focales

CATEGORÍAS	PREGUNTAS
1. Dimensión afectiva de las actitudes hacia la química	1.1 ¿Les agrada la química? 1.2 ¿Por qué les agrada la química? 1.3 ¿Por qué no les gusta la química? 1.4a ¿Consideran a la química una disciplina incómoda? 1.4b ¿Por qué? 1.5 ¿Qué factores contribuyen a que la química sea satisfactoria? 1.6 ¿Qué factores contribuyen a que la química sea frustrante?
2. Dimensión cognitiva de las actitudes hacia la química	2.1a ¿La química es simple o complicada de ser aprendida? 2.1b ¿A qué se debe esta respuesta o por qué? 2.2a ¿Consideran la química confusa o clara? 2.2b ¿A qué se debe que sea confusa o clara? 2.3 ¿Qué les ayuda a aprender química? 2.4 ¿Cómo aprenden mejor química? 2.5a ¿Cómo son sus resultados en química? 2.5b ¿A qué se deben sus resultados?

RESULTADOS

Investigación cuantitativa

Pregunta 1: *¿Cómo son las actitudes cognitivas y afectivas hacia la química de los estudiantes de secundaria chilenos?*

El puntaje promedio de cada ítem varió entre 3,59 y 4,53. Los ítems 2, 3 y 5 fueron recodificados para facilitar la interpretación, de manera que las puntuaciones de 1 a 3 corresponden a una actitud negativa; la puntuación 4, a una actitud neutra; y las puntuaciones de 5 a 7, a una actitud positiva (véase tabla 4). La media para la dimensión accesibilidad intelectual fue de 3,68

(DT = 1,34) y para la dimensión satisfacción emocional fue de 4,29 (DT 1,37), lo que revela que las actitudes afectivas hacia la química de los estudiantes son más altas que las actitudes cognitivas.

Tabla 4.
Estadísticos descriptivos para cada ítem de ASCI

Ítems	Media	DT	Asimetría	Curtosis
Complicada-Simple	3,59	1,49	0,03	-0,61
Satisfactoria-Frustrante*	4,04	1,73	-0,12	-0,81
Agradable-Desagradable*	4,53	1,61	-0,32	-0,37
Confusa-Clara	3,77	1,55	0,05	-0,56
Confortable - Incómoda*	4,30	1,41	-0,19	0,01

* Ítems que fueron recodificados para su análisis.

Pregunta 2: ¿El nivel escolar, el género y el rendimiento académico afectan a las actitudes hacia la química?

Para dar respuesta a esta interrogante, en primer lugar, se llevó a cabo un análisis factorial confirmatorio (AFC) para evaluar la estructura de dos factores y 5 ítems de la encuesta que midió las actitudes afectivas y cognitivas hacia la química. Los resultados del AFC presentaron índices de ajuste óptimos $\chi^2 (n = 444, df = 4, p < ,05) = 13,92$; CFI = 0,99; SRMR = 0,03; RMSEA= 0,07. Estos índices demuestran la validez del constructo de actitudes hacia la química compuesto de las dimensiones cognitiva y afectiva en esta muestra de estudiantes (figura 2). En relación con la fiabilidad del instrumento, cada una de las subescalas mostró índices apropiados: dimensión afectiva ($\omega_h = 0,84$) y dimensión cognitiva ($\omega_h = 0,73$). Se constata entonces una buena consistencia interna, es decir, las escalas del instrumento contienen ítems que están dirigidos a la misma construcción subyacente o dimensiones (Taber, 2017).

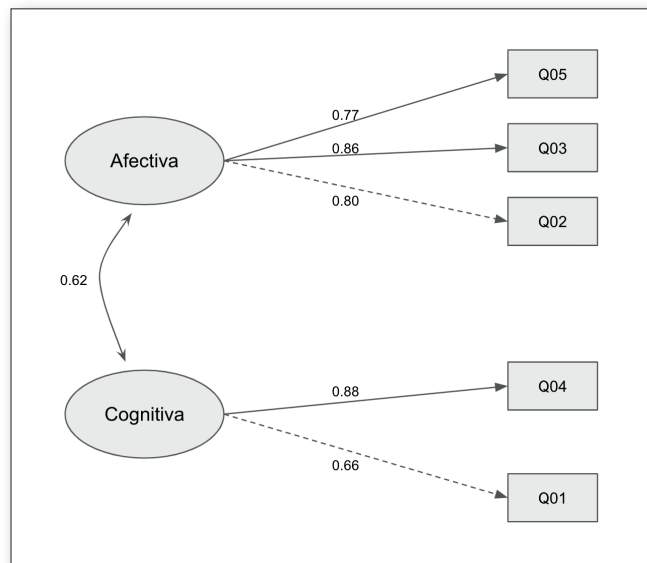


Fig. 2. Diagrama del análisis factorial confirmatorio (AFC) para las dos dimensiones de ASCIv2_Chile

Una vez realizado el AFC, se llevó a cabo un análisis multivariado de varianza (MANOVA) para determinar el efecto del nivel escolar, el género y el rendimiento académico en las actitudes hacia la química. El análisis reveló un efecto principal significativo del rendimiento académico, $F(3, 840) = 8,09, p < ,001, \eta^2 0,045$, y el nivel escolar, $F(2, 840) = 2,99, p < ,001, \eta^2 0,014$. Sin embargo, el género no produjo un efecto significativo en las actitudes hacia la química, $F(1, 419) = 0,36, p = ,692$. Con el fin de indagar los efectos principales significativos en cada dimensión de las actitudes, se llevaron a cabo análisis univariados de varianza (ANOVA). El efecto principal del rendimiento académico fue significativo, tanto para satisfacción emocional, $F(3, 440) = 13,16, p < ,001, \eta^2 0,079$, como para accesibilidad intelectual, $F(3, 440) = 7,74, p < ,001, \eta^2 0,050$. Los valores de eta cuadrado para la variable rendimiento académico señalan efectos de medianos a grandes, lo cual indica una alta probabilidad de encontrar resultados similares en otras poblaciones de estudiantes, mientras que la magnitud del efecto del nivel escolar sobre las actitudes fue pequeña (Cohen, 1988).

Para comprender cómo varían las actitudes entre las diferentes categorías de logros en química, se realizaron pruebas *t* con corrección Bonferroni. Los resultados mostraron que para la dimensión cognitiva no existían diferencias significativas entre los grupos adyacentes (cuartil 1 vs. cuartil 2; cuartil 2 vs. cuartil 3; cuartil 3 vs. cuartil 4), pero sí entre los grupos alternos (cuartil 1 vs. cuartil 3; cuartil 1 vs. cuartil 4; cuartil 2 vs. cuartil 4). En el caso de la dimensión afectiva, sin embargo, hubo diferencia entre todos los grupos excepto entre cuartil 1 y cuartil 2 y entre cuartil 3 y cuartil 4 (véase tabla 5). Esto significa que tanto las actitudes afectivas como las cognitivas hacia la química son más altas en los estudiantes de mejor rendimiento (cuartil 4) que en sus pares de rendimiento bajo (cuartil 1).

En el caso del nivel escolar, los análisis univariados (ANOVA) revelaron que solo en la dimensión afectiva de las actitudes existe un efecto del nivel escolar, $F(2, 441) = 4,57, p < ,001, \eta^2 0,018$, de magnitud pequeño, mientras que en accesibilidad intelectual no se encontró un efecto significativo, $F(2, 441) = 0,95, p = ,483$. Con el fin de explorar las diferencias entre el nivel escolar para satisfacción emocional en química, se realizaron pruebas *t* con corrección Bonferroni. El resultado mostró diferencias significativas únicamente entre tercero medio (NM3) y cuarto año medio (NM4). Las actitudes afectivas de los estudiantes en tercer año medio fueron significativamente más altas ($M = 4,46$) que las de sus pares de cuarto año medio ($M = 4,05$) (véase tabla 5).

Tabla 5.

Resultados de las pruebas *t* corregidas por Bonferroni que comparan el rendimiento de química en la dimensión cognitiva y en la dimensión afectiva, así como el nivel escolar en la dimensión afectiva

Actitudes	Grupo	n	media	DE	t		
					Cuartil 1	Cuartil 2	Cuartil 3
Dimensión cognitiva	Cuartil 1	112	3,29	1,40			
	Cuartil 2	110	3,56	1,27	1,104		
	Cuartil 3	111	3,91	1,36	3,565**	2,545	
	Cuartil 4	111	3,97	1,22	4,085***	3,091**	0,570
Dimensión afectiva	Cuartil 1	112	3,80	1,36			
	Cuartil 2	110	3,92	1,36	0,473		
	Cuartil 3	111	4,57	1,23	4,161***	3,809***	
	Cuartil 4	111	4,87	1,21	4,979***	4,656***	0,883

Actitudes	Grupo	n	media	DE	t		
					NM2	NM3	NM4
Dimensión afectiva							
	NM2	127	4,38	1,28			
	NM3	159	4,46	1,33	0,687		
	NM4	158	4,05	1,43	2,120	2,921**	

** $p < ,01$. *** $p < ,001$.

Investigación cualitativa

Pregunta 1: *¿Qué aspectos de las experiencias y entendimientos de los estudiantes contribuyen a las diferencias en las actitudes cognitivas y afectivas hacia la química?*

Los datos cuantitativos mostraron que las actitudes de los estudiantes eran más bajas para la dimensión cognitiva que para la dimensión afectiva. A partir de los datos cualitativos, surgieron cinco aspectos principales que ayudaron a dar respuesta a la pregunta de investigación: los cálculos matemáticos que involucra la química, el lenguaje y los conceptos científicos, el vínculo de la química con el entorno, las actividades de laboratorio y el profesor que imparte la asignatura. Estos aspectos se clasificaron dentro de las categorías que denominamos *obstaculizadores* (cálculos matemáticos, el lenguaje y conceptos científicos) y *facilitadores* (vínculo de la química con el entorno, actividades de laboratorio). El profesor emerge como una variable tanto facilitadora como obstaculizadora (véase figura 3). En primer lugar, para la dimensión cognitiva se identificaron *obstaculizadores* que dificultan que los estudiantes exhiban actitudes más positivas o favorables hacia la química en esta dimensión. Concretamente, los estudiantes reconocen ciertas características de la disciplina que, según ellos, afectan negativamente al interés hacia esta, como el lenguaje y los conceptos científicos específicos de la química, los cuales son difíciles y afectan a su comprensión y aprendizaje. Por ejemplo, E4 señaló: «El profesor va desarrollando algunas ideas y conceptos que me cuesta comprender». Otro estudiante incluyó más descripciones para esta categoría: «Me complico cuando el profesor pasa mucha materia y no voy entendiendo los términos. Casi todo lo que dice es raro [...] trato de aprender, pero después todo se me olvida» (E13). Además, a partir del discurso de los estudiantes, se reconoce otro aspecto obstaculizador que tiene relación con los cálculos matemáticos que la química como disciplina involucra, así lo destacó E10: «La matemática que aparece y las ecuaciones me incomodan... son tantos números y problemas para resolver en química...».

En segundo lugar, la dimensión afectiva de las actitudes hacia la química (agrado, desagrado, frustración, comodidad, incomodidad) estuvo influenciada por aspectos como el vínculo de la química con el entorno y las actividades de laboratorio. Estos aspectos fueron percibidos como positivos por los estudiantes, por esta razón, los denominamos *facilitadores* de las actitudes afectivas. Por ejemplo, E11 y E16 manifestaron: «Me gusta porque es como una manera de entender todas las reacciones que ocurren en nuestro entorno, por ejemplo, las reacciones químicas al cocinar o las propias reacciones que hacemos nosotros en nuestro cuerpo» (E11). «A mí me agrada la química. Me gusta experimentar, venir a los laboratorios. Me da curiosidad lo que pasa en los experimentos» (E16).

Finalmente, el profesor emerge como un facilitador y obstaculizador de las actitudes. Específicamente, la didáctica empleada al entregar el contenido contribuye a que los estudiantes

manifiesten actitudes afectivas favorables hacia la química. Así lo destacaron E18, E16 y E1: «Me gustaban las clases con el profesor que tuvimos en primero medio, me llamaba la atención como enseñaba, pero las profesoras de ahora no me gustan» (E18); «El profesor como que transmite algo cuando pasa su materia, a mí no me gusta cuando son muy monótonos para explicar porque me da sueño y pierdo el interés [...] en cambio, el año pasado teníamos una profesora que era súper amable y las clases eran muy entretenidas y por lo menos a mí, me iba regular con ella y ahora, con la que tenemos me va mal» (E16); «Me agrada cuando las explicaciones del profesor las comprendo y hacemos actividades prácticas para reforzar los temas» (E1).

Por otra parte, la dimensión cognitiva de la actitud también se vio afectada por las características del docente que imparte la asignatura. Se reconoce en esta dimensión un factor obstaculizador de las actitudes. Por ejemplo, E3, E2 y E1 señalaron: «Es fundamental que el profesor sepa aplicar y explicar la materia» (E3); «Me importa la paciencia, el tiempo que toma para preguntar si alguien no comprendió y su interés para explicar nuevamente» (E2); «Toda materia en química es difícil, pero depende de quién explica» (E1). De esta forma, se infiere que la forma en la que el docente desarrolla los contenidos en el aula parece ser un factor clave en las actitudes cognitivas hacia la química.

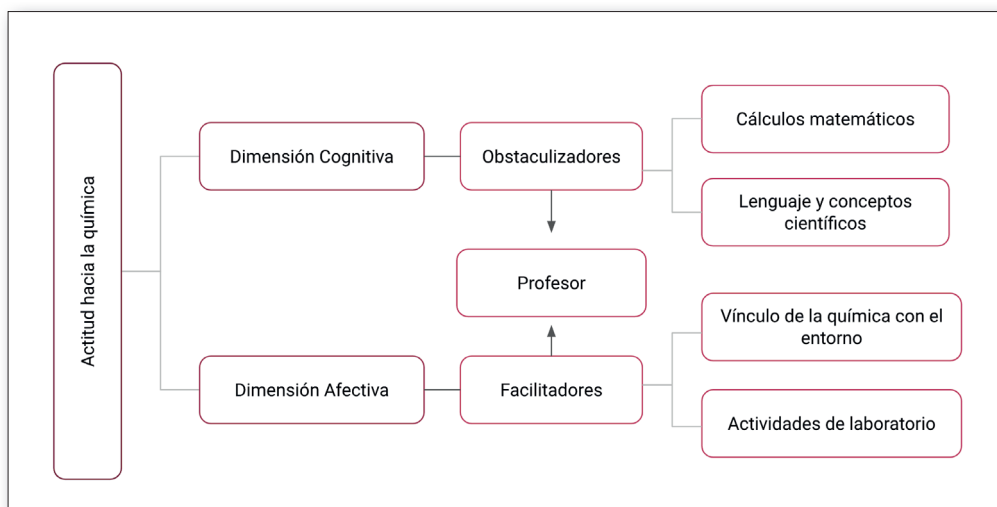


Fig. 3. Aspectos obstaculizadores y facilitadores de las actitudes hacia la química.

Pregunta 2: *¿De qué manera las experiencias y entendimiento de los estudiantes de secundaria explican la influencia del nivel escolar y el rendimiento en las actitudes hacia la química?*

Los resultados cuantitativos revelaron que el nivel escolar afecta a las actitudes hacia la química; en particular, los estudiantes de tercero medio mostraron mejores actitudes que sus pares de cuarto año medio. A partir de los grupos focales, también se identificó una actitud menos favorable en los estudiantes de cuarto medio respecto a los estudiantes de tercer año medio, debido al momento en que se encuentran. Por ejemplo, se observó que E16, E18 y E19, estudiantes de cuarto año medio, reconocieron estar más presionados con el ingreso a la educación superior y las consecuencias de las calificaciones en este proceso: «Pensar en las consecuencias de obtener calificaciones deficientes en química, me angustia porque puedo bajar el promedio de las notas² de enseñanza media y dificultar mi ingreso a la universidad» (E19); «Estamos más presionados

2. Notas en Chile es sinónimo de calificaciones.

que el año pasado... claro, porque necesitamos mantener o mejorar las notas si nos interesa entrar a la universidad» (E18); «En tercero³ me sentía más tranquila y los ramos⁴ me gustaban más pero, ahora no [...] falta poco para dar la prueba de ingreso a la universidad» (E16).

Durante el desarrollo de los grupos focales, los estudiantes también entregaron información con respecto a su rendimiento vinculado a actitudes hacia la disciplina, en la misma línea que en los resultados cuantitativos. Por ejemplo, E3 señaló: «a mí me sucede que en general me va bien en mis estudios, no me cuesta aprender y tengo buenas notas y las ciencias siempre me han gustado... son como más claras, bien concretas» (E3). Por su parte, E1 y E19 indicaron: «La química no es difícil [...] –Y ¿cómo te va? –Me va bien» (E1); «En cualquier asignatura como que me preocupo por los resultados y si me va mal puedo perder un poco la confianza en mis capacidades, pero siempre me supero, porque me interesa aprender y aprobar» (E19). E9, en cambio expresó que no le gustaba la química y que su rendimiento era bajo: «A mí no me gusta. En química tengo que poner hartoo más esfuerzo, así que no, no me gusta. –Ya, pero te va bien en química. –No, en química tengo un 4, rozando el rojo» (E9).

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

El objetivo del presente estudio fue investigar las actitudes cognitivas y afectivas hacia la química de estudiantes de enseñanza media de Chile. Al mismo tiempo, se examinaron los factores que permiten explicar dichas actitudes, incluyendo el género, el nivel escolar y el rendimiento académico. Con el fin de obtener una evaluación más completa del constructo de actitudes y de los factores que las explican, utilizamos, por primera vez en Chile y Latinoamérica, una metodología de métodos mixtos. La importancia de este método se debe a que permite obtener una descripción más amplia y profunda de las actitudes hacia la química, ya que combina tanto las fortalezas de la metodología cuantitativa como las de la cualitativa.

Los resultados cuantitativos descriptivos mostraron que las actitudes cognitivas y afectivas tuvieron puntajes relativamente bajos, similares a los encontrados en otros países (Kahveci, 2015; Vishnumolakala et al., 2017) y también en un estudio previo en Chile (Montes et al., 2018). Por otra parte, se observó que la dimensión cognitiva tiende a tener una menor valoración que la afectiva, lo que se reafirma en los análisis de los grupos focales. Así, la baja valoración en la dimensión cognitiva de las actitudes hacia la química se debe, a juicio de los estudiantes, a que la química implica cálculos matemáticos complejos y lenguaje abstracto, y también a aspectos derivados de la docencia. Estos *obstaculizadores* influyen en los procesos actitudinales, como ha sido demostrado previamente (Overton et al., 2013). De acuerdo con los estudiantes, la resolución de problemas es un aspecto que no abordan con agrado y es una de las razones del bajo rendimiento en la disciplina (Aydin-Günbatır y Kalender, 2019), lo cual termina impactando también en sus actitudes (Overton y Potter, 2011). Por otra parte, el lenguaje empleado en la enseñanza de la química tiene un estrecho vínculo con la actitud y el conocimiento conceptual de la química (Xu et al., 2013); de hecho, se ha constatado que los estudiantes que no son capaces de conectar conceptos de la disciplina se frustran y manifiestan desinterés por aprender (Green et al., 2017). De esta forma, si los alumnos no conocen o dominan los conceptos asociados a la química, pueden exhibir dificultades para progresar en el estudio de esta disciplina, lo que puede impactar en sus actitudes.

En relación con las actitudes afectivas, si bien el puntaje promedio fue levemente más alto que el obtenido para la dimensión cognitiva, este no fue suficiente para afirmar que los estudiantes poseen

3. *Tercero* se refiere a tercer año de educación media (NM3) (penúltimo año).

4. *Ramos* en Chile es sinónimo de asignaturas.

actitudes afectivas positivas hacia la química. Esta leve superioridad en el promedio de la dimensión afectiva de la actitud se vinculó con la posibilidad de experimentación que tiene la disciplina, así como al hecho de poder relacionarla con situaciones del entorno y que denominamos *facilitadores* de las actitudes. Estos hallazgos son relevantes, pues refuerzan la idea de la necesidad de una reorientación de las disciplinas científicas hacia una perspectiva más significativa, relevante y contextualizada (Hofstein et al., 2005; Holbrook y Rannikmae, 2007).

Tanto para la dimensión cognitiva como para la afectiva, el rol del profesor es importante de acuerdo con lo declarado por los estudiantes en la fase cualitativa. En relación con la dimensión afectiva, los estudiantes reconocieron sus fortalezas como un agente motivador, destacando la amabilidad, la gentileza y la paciencia en la explicación de los contenidos. En este escenario, las características del profesor pasan a ser fundamentales para promover el interés y agrado por la química (Robles et al., 2015). De hecho, algunas investigaciones dan cuenta sobre la relevancia de las percepciones de los estudiantes sobre sus maestros y sus experiencias con ellos, las que motivan el interés por aprender (Fairman y Mackenzie, 2012). Por su parte, la dimensión cognitiva –las características de la docencia, específicamente la calidad de las explicaciones– fue reconocida por los estudiantes como significativa para sus actitudes cognitivas hacia la química. Este resultado se vincula con el dominio de la didáctica que se conoce como *conocimiento didáctico del contenido*, CDC (Shulman, 1987). Diversos investigadores han reportado que los profesores exitosos en la enseñanza de la química cuentan con un CDC superior, pues emplean en el aula una mayor cantidad de analogías, ejemplos y explicaciones (Alvarado et al., 2015; Brines et al., 2016). Por lo tanto, poseen habilidades para transformar el conocimiento disciplinario en formas que resulten significativas para sus estudiantes. Esta transformación pedagógica del conocimiento científico requiere que el docente domine la materia, pero con propósitos de enseñarla (Talanquer, 2004).

Con respecto a los resultados cuantitativos inferenciales, se observó que las actitudes hacia la química son similares en hombres y mujeres. Este resultado sugiere una ausencia de estereotipos de género para la química en Chile. Sin embargo, la variabilidad en los resultados que arrojan las distintas investigaciones en otros países (Can, 2012; Chetcuti y Kioko, 2012; Cheung, 2009) pone de manifiesto la necesidad de seguir profundizando en este factor. Por ejemplo, en las investigaciones realizadas en Japón y Australia con estudiantes de la misma edad que en la presente investigación (Cheung, 2009; Cousins, 2007), los hombres exhibieron mejores actitudes hacia la química en comparación con las mujeres.

En relación con el efecto del nivel escolar y el rendimiento académico en las actitudes hacia la química, los resultados del presente estudio se alinean con los hallazgos de estudios previos en diferentes países (Brandriet et al., 2011; Said et al., 2016) y replica los hallazgos recientes en Chile por parte de Montes et al. (2018). Para el caso del nivel escolar, los análisis cualitativos mostraron que los estudiantes de cuarto año medio, al sentir presión por las calificaciones y su impacto en la prosecución de estudios, cuidan más sus resultados, pero no necesariamente disfrutan de la disciplina.

El rendimiento académico también fue un factor que afectó a las actitudes, y los resultados cualitativos respaldan lo que consistentemente se ha observado en estudios cuantitativos respecto a la relación positiva significativa entre rendimiento y actitudes hacia la química (Kousa et al., 2017; Kahveci, 2015; Montes et al., 2018). Los estudiantes de bajo rendimiento reconocen que deben esforzarse mucho para rendir bien en química, lo que genera en ellos frustración y disminuye la valoración por la disciplina. Por su parte, los estudiantes de alto rendimiento indicaron que tienen confianza en sus capacidades, además de no considerar difícil la química, lo que repercute positivamente en su apreciación hacia la disciplina. En este sentido, nuestros resultados se asemejan a los hallazgos de otros autores que apuntan a que los estudiantes con actitud positiva hacia las ciencias utilizan más estrategias de aprendizaje que aquellos con actitud negativa (Awang et al., 2013; Farooq et al., 2011). Esto implica, indican los au-

tores, que los estudiantes con una actitud favorable o positiva tienen mayores posibilidades de obtener mejores resultados, porque persisten en la tarea, tienen mejor disposición para aprender y leen más sobre cosas que les interesan, que aquellos estudiantes con actitudes menos favorables.

En conclusión, las actitudes se ven afectadas por el nivel escolar –los estudiantes de NM4 exhibieron actitudes más bajas que sus pares de NM2 y NM3– y varían en función del rendimiento académico, pues aquellos estudiantes de rendimiento académico alto mostraron actitudes más positivas que sus pares de bajo rendimiento. El género de los estudiantes no afectó a las actitudes hacia la química. Por otra parte, a partir del relato de los estudiantes, se reconoce la relevancia de los cálculos matemáticos involucrados en la resolución de problemas químicos y el lenguaje científico abstracto de la disciplina en el desarrollo de las actitudes cognitivas. En la medida en que los estudiantes perciban favorablemente estos aspectos de la química, sus actitudes cognitivas deberían mejorar. Para el caso de la actitud afectiva, se identificó que la posibilidad de vincular la química a situaciones del entorno y las actividades de laboratorio contribuyen a una mejor actitud en esta dimensión.

Teniendo en cuenta estas conclusiones, sugerimos poner atención a las dificultades que enfrentan los alumnos en el último año de educación media, ya que, al disminuir sus actitudes, esto podría impactar en las decisiones sobre carreras universitarias relacionadas con la química. Por otra parte, es preciso tener en consideración, al momento de evaluar, no solo el rendimiento en la disciplina sino también las actitudes, pues ambas variables están estrechamente relacionadas. En relación con los factores de la disciplina, y que impactan de manera negativa las actitudes como cálculos matemáticos y lenguaje abstracto, creemos que estos deberían trabajarse de manera extraordinaria en el aula. Por ejemplo, se podrían dedicar clases exclusivas al aprendizaje del lenguaje científico, apoyado en el uso de visualizadores y otras técnicas que permitan a los alumnos entender el léxico abstracto, en particular, antes de acceder a los contenidos. En relación con los factores que impactan de manera positiva en las actitudes (vínculo con el entorno y actividades de laboratorio), recomendamos incentivar una contextualización de la enseñanza de la química, como también la demostración de procesos utilizando modelos moleculares o *software* de visualización molecular. Finalmente, en referencia a la didáctica del profesor, que puede afectar de manera positiva o negativa a las actitudes, se sugiere tener en consideración la importancia del proceso de formación de profesores de química, el cual debería orientarse a una integración de contenidos disciplinares y didácticos, de tal manera que, en el momento de enseñar, se promueva el interés de los estudiantes por el aprendizaje de la química, facilitando mayores oportunidades para el desarrollo de actitudes positivas.

REFERENCIAS

- Alvarado, C., Cañada, F., Garritz, A. y Mellado, V. (2015). Canonical pedagogical content knowledge by CoRes for teaching acid–base chemistry at high school. *Chemistry Education Research and Practice*, 16(3), 603-618.
<https://doi.org/10.1039/C4RP00125G>
- Anwar, N. P. y Bhutta, S. M. (2014). Students' attitude towards science in lower secondary classes: Comparison across regions. *Journal of Educational Research*, 17(1), 15-21.
- Asma, L., Molen, J., Van der Aalderen-Smeets, S. V. (2011). Primary teachers' attitudes towards science and technology: Results of a focus group study. *Professional Development for Primary Teachers in Science and Technology*, 89-105.
- Awang, M. M., Ahmad, A. R., Bakar, N. A., Ghani, S. A., Yunus, A. N. M., Ibrahim, M. A. H., Ramalu, J. C., Saad, C. P. y Rahman, M. J. A. (2013). Students' Attitudes and Their Academic Performance in Nationhood Education. *International Education Studies*, 6(11), 21-28.

- Aydin-Günbatır, S. y Kalender, N. (2019). Comparison of Learners' Problem Solving Approaches and Success in Stoichiometry. *Science Education International*, 30(3), 169-180.
- Biddle, S. H. J. y Mutrie, N. (2001). Psychology of physical activity: Determinants, well-being and interventions. Nueva York: Routledge.
- Blalock, C. L., Lichtenstein, M. J., Owen, S., Pruski, L., Marshall, C. y Toepperwein, M. (2008). In Pursuit of Validity: A comprehensive review of science attitude instruments 1935–2005. *International Journal of Science Education*, 30(7), 961-977.
<https://doi.org/10.1080/09500690701344578>
- Brandriet, A. R., Xu, X., Bretz, S. L. y Lewis, J. E. (2011). Diagnosing changes in attitude in first-year college chemistry students with a shortened version of Bauer's semantic differential. *Chemistry Education Research and Practice*, 12(2), 271-278.
<https://doi.org/10.1039/C1RP90032C>
- Brines, A. B., Solaz-Portolés, J. J. y López, V. S. (2016). Estudio exploratorio comparativo del conocimiento didáctico del contenido sobre pilas galvánicas de profesores de secundaria en ejercicio y en formación. *Enseñanza de las ciencias: Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*, 34(2), 107-127.
- Can, H. B. (2012). Students' attitudes toward school chemistry: The effect of interaction between gender and grade level. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 13, 11-16.
- Chetcuti, D. A. y Kioko, B. (2012). Girls' Attitudes Towards Science in Kenya. *International Journal of Science Education*, 34(10), 1571-1589.
<https://doi.org/10.1080/09500693.2012.665196>
- Cheung, D. (2009). Developing a scale to measure students' attitudes toward chemistry lessons. *International Journal of Science Education*, 31(16), 2185-2203.
<https://doi.org/10.1080/09500690802189799>
- Cho, E. (2016). Making Reliability Reliable: A Systematic approach to reliability coefficients. *Organizational Research Methods*, 19, 651-682.
<https://doi.org/10.1177/1094428116656239>
- Cohen, J. (1988) *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences*. Hillsdale: Erlbaum.
- Cousins, A. (2007). Gender Inclusivity in Secondary Chemistry: A study of male and female participation in secondary school chemistry. *International Journal of Science Education*, 29(6), 711-730.
<https://doi.org/10.1080/09500690600823508>
- Creswell, J. W. y Clark, V. L. P. (2017). *Designing and conducting mixed methods research*. Sage publications.
- Dunn, J., Baguley, T. y Brunnsden, V. (2014). From alpha to omega: A practical solution to the pervasive problem of internal consistency estimation. *British Journal of Psychology*, 105(3), 399-412.
<https://doi.org/10.1111/bjop.12046>
- Fazio, R. H. (2007). Attitudes as object–evaluation associations of varying strength. *Social cognition*, 25(5), 603-637.
<https://doi.org/10.1521/soco.2007.25.5.603>
- Fairman, J. C. y Mackenzie, S. V. (2012). Spheres of teacher leadership action for learning. *Professional Development in Education*, 38(2), 229-246.
<https://doi.org/10.1080/19415257.2012.657865>
- Farooq, M. S., Chaudhry, A. H., Shafiq, M. y Berhanu, G. (2011). Factors Affecting Students Quality of Academic Performance a Case of Secondary School Level. *Journal of Quality and Technology Management*, 7(2), 1-14.

- Ferreira, M. M. y Trudel, A. R. (2012). The Impact of Problem-Based Learning (PBL) on Student Attitudes Toward Science, Problem-Solving Skills, and Sense of Community in the Classroom. *Journal of Classroom Interaction*, 47(1), 23-30.
- Gardner, P. (1975). Attitudes to science: A review. *Studies in Science Education*, 2, 1-41.
- Graham, J. M. (2006). Congeneric and (Essentially) Tau-Equivalent Estimates of Score Reliability: What They Are and How to Use Them. *Educational and Psychological Measurement*, 66(6), 930-944.
<https://doi.org/10.1177/0013164406288165>
- Green, A., Loertscher, J., Minderhout, V. y Lewis, J. E. (2017). For want of a better word: Unlocking threshold concepts in natural sciences with a key from the humanities? *Higher Education Research & Development*, 36(7), 1401-1417.
<https://doi.org/10.1080/07294360.2017.1325848>
- Hofstein, A., Navon, O., Kipnis, M. y Mamlok-Naaman, R. (2005). Developing students' ability to ask more and better questions resulting from inquiry-type chemistry laboratories. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(7), 791-806.
<https://doi.org/10.1002/tea.20072>
- Holbrook, J. y Rannikmae, M. (2007). The Nature of Science Education for Enhancing Scientific Literacy. *International Journal of Science Education*, 29(11), 1347-1362.
<https://doi.org/10.1080/09500690601007549>
- Hovland, C. I. y Rosenberg, M. J. (1960). *Attitude organization and change: An analysis of consistency among attitude components*. Yale University Press.
- Johnson, R. B., Onwuegbuzie, A. J. y Turner, L. A. (2007). Toward a Definition of Mixed Methods Research. *Journal of Mixed Methods Research*, 1(2), 112-133.
<https://doi.org/10.1177/1558689806298224>
- Kahveci, A. (2015). Assessing high school students' attitudes toward chemistry with a shortened semantic differential. *Chemistry Education Research and Practice*, 16(2), 283-292.
<https://doi.org/10.1039/C4RP00186A>
- Kousa, P., Kavonius, R. y Aksela, M. (2018). Low-achieving students' attitudes towards learning chemistry and chemistry teaching methods. *Chemistry Education Research and Practice*, 19(2), 431-441.
<https://doi.org/10.1039/C7RP00226B>
- Krapp, A. y Prenzel, M. (2011). Research on interest in science: Theories, methods, and findings. *International Journal of Science Education*, 33(1), 27-50.
<https://doi.org/10.1080/09500693.2010.518645>
- Komperda, R., Pentecost, T. C. y Barbera, J. (2018). Moving beyond Alpha: A Primer on Alternative Sources of Single-Administration Reliability Evidence for Quantitative Chemistry Education Research. *Journal of Chemical Education*, 95(9), 1477-1491.
<https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.8b00220>
- Kubiak, M., Balatova, K., Fancovicova, J. y Prokop, P. (2017). Pupils' Attitudes toward Chemistry in Two Types of Czech Schools. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 13(6), 2359-2552.
<https://doi.org/10.12973/eurasia.2017.01239a>
- Marbà, A. y Márquez, C. (2010). ¿Qué opinan los estudiantes de las clases de Ciencias? Un estudio transversal de sexto de primaria a cuarto de ESO. *Enseñanza de las ciencias: Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*, 8, 19-30.
- Martínez-Salgado, C. (2012). El muestreo en investigación cualitativa: principios básicos y algunas controversias. *Ciência & Saúde Coletiva*, 17(3), 613-619.
<https://doi.org/10.1590/S1413-81232012000300006>

- Mayan, M. J. (2001). *An Introduction to Qualitative Methods; A training module for students and professionals*. Alberta: International Institute for Qualitative Methods.
- McCrudden, M. T. y McTigue, E. M. (2019). Implementing integration in an explanatory sequential mixed methods study of belief bias about climate change with high school students. *Journal of Mixed Methods Research, 13*(3), 381-400.
- McDonald, R. P. (1999). *Test theory: A unified treatment*. Mahwah: Erlbaum.
- McKim, C. A. (2017). The Value of Mixed Methods Research: A Mixed Methods Study. *Journal of Mixed Methods Research, 11*(2), 202-222.
<https://doi.org/10.1177/1558689815607096>
- Mendieta Izquierdo, G. (2015). Informantes y muestreo en investigación cualitativa. *Investigaciones Andina, 17*(30), 1148-1150.
- Molina, M. F., Carriazo, J. y Farías, D. M. (2011). Actitudes hacia la química de estudiantes de diferentes carreras universitarias en Colombia. *Química Nova, 34*, 1672-1677.
- Montes, L. H., Ferreira, R. A. y Rodríguez, C. (2018). Explaining secondary school students' attitudes towards chemistry in Chile. *Chemistry Education Research and Practice, 19*(2), 533-542.
<https://doi.org/10.1039/C8RP00003D>
- Muñoz, D., Quintanilla, M. R. y Manzanilla, M. A. (2019). Construcción y validación preliminar de un instrumento de evaluación de actitudes hacia la clase de química para estudiantes de educación media. *Educación Química, 30*(1), 121-135-135.
<http://dx.doi.org/10.22201/fq.18708404e.2019.1.65592>
- Onwuegbuzie, A. J., Dickinson, W. B., Leech, N. L. y Zoran, A. G. (2009). A Qualitative Framework for Collecting and Analyzing Data in Focus Group Research. *International Journal of Qualitative Methods, 8*(3), 1-21.
<https://doi.org/10.1177/160940690900800301>
- Osborne, J., Simon, S. y Collins, S. (2003). Attitudes towards science: A review of the literature and its implications. *International Journal of Science Education, 25*(9), 1049-1079.
<https://doi.org/10.1080/0950069032000032199>
- Overton, T. y Potter, N. (2011). Investigating students' success in solving and attitudes towards context-rich open-ended problems in chemistry. *Chemistry Education Research and Practice, 12*(3), 294-302.
<https://doi.org/10.1039/C1RP90036F>
- Overton, T., Potter, N. y Leng, C. (2013). A study of approaches to solving open-ended problems in chemistry. *Chemistry Education Research and Practice, 14*(4), 468-475.
<https://doi.org/10.1039/C3RP00028A>
- Potvin, P. y Hasni, A. (2014). Interest, motivation and attitude towards science and technology at K-12 levels: A systematic review of 12 years of educational research. *Studies in Science Education, 50*(1), 85-129.
<https://doi.org/10.1080/03057267.2014.881626>
- R Core Team (2017). *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. <https://www.R-project.org>
- Reid, N. (1978). *Attitude Development Through a Science Curriculum* (tesis doctoral). University of Glasgow.
- Reyes, M. S., Porro, S. y Pirovani, M. E. (2014). Attitudes and academic yield: Its evolution from general and inorganic chemistry to organic chemistry. *Revista Colombiana de Química, 43*(1), 36-41.
<https://doi.org/10.15446/rev.colomb.quim.v43n1.50541>
- Robles, A., Solbes, J., Cantó, R. y Lozano, R. (2015). Actitudes de los estudiantes hacia la ciencia escolar en el primer ciclo de la Enseñanza Secundaria Obligatoria. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, 14*(3), 361-376.

- Ross, J., Nuñez, L. y Chu Lai, C. (2018). Partial least squares structural equation modeling of chemistry attitude in introductory college chemistry. *Chemistry Education Research and Practice*, 19(4), 1270-1286. <https://doi.org/10.1039/C7RP00238F>
- Rush, S. C. (2014). Transana: Qualitative analysis software for video and audio. *Educational Psychology in Practice*, 30(2), 213-214. <https://doi.org/10.1080/02667363.2014.903587>
- Said, Z., Summers, R., Abd-El-Khalick, F. y Wang, S. (2016). Attitudes toward science among grades 3 through 12 Arab students in Qatar: Findings from a cross-sectional national study. *International Journal of Science Education*, 38(4), 621-643. <https://doi.org/10.1080/09500693.2016.1156184>
- Salta, K. y Tzougraki, C. (2004). Attitudes toward chemistry among 11th grade students in high schools in Greece. *Science Education*, 88(4), 535-547. <https://doi.org/10.1002/sce.10134>
- Seba, J. M., Ndunguru, P. A. y Mkoma, S. L. (2013). Secondary school students' attitudes towards Chemistry and Physics subjects in Tarime-Mara, Tanzania. *Tanzania Journal of Natural and Applied Sciences*, 4(2), 642-647.
- Schibeci, R. A. (1984). Attitudes to Science: An update. *Studies in Science Education*, 11(1), 26-59. <https://doi.org/10.1080/0305726840855991>
- Shulman, L. (1987). Knowledge and Teaching: Foundations of the New Reform. *Harvard Educational Review*, 57(1), 1-23. <https://doi.org/10.17763/haer.57.1.j463w79r56455411>
- Sjøberg, S. (2005). A cross-cultural comparative project on young peoples' views and perceptions, attitudes, values, interests, plans, priorities – Related to science and technology. *Forum 2005*.
- Sjøberg, S. y Schreiner, C. (2010). *The ROSE project. An overview and key findings*.
- Taber, K. S. (2017). The Use of Cronbach's Alpha When Developing and Reporting Research Instruments in Science Education. *Research in Science Education*. <https://doi.org/10.1007/s11165-016-9602-2>
- Talanquer, V. (2004). Formación docente: ¿Qué conocimiento distingue a los buenos maestros de química? *Educación Química*, 15(1), 52-58. <http://dx.doi.org/10.22201/fq.18708404e.2004.1.66216>
- 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.
- Vishnumolakala, V. R., Southam, D. C., Treagust, D. F., Mocerino, M. y Qureshi, S. (2017). Students' attitudes, self-efficacy and experiences in a modified process-oriented guided inquiry learning undergraduate chemistry classroom. *Chemistry Education Research and Practice*, 18(2), 340-352. <https://doi.org/10.1039/C6RP00233A>
- Xu, X. y Lewis, J. E. (2011). Xu and Lewis Refinement of a Chemistry Attitude Measure Supplementary Material for Refinement of a Chemistry Attitude Measure for College Students. *Development*, 1-14. <https://doi.org/10.1021/ed900071q>
- Xu, X., Villafane, S. M. y Lewis, J. E. (2013). College students' attitudes toward chemistry, conceptual knowledge and achievement: Structural equation model analysis. *Chemistry Education Research Practice*, 14(2), 188-200. <https://doi.org/10.1039/C3RP20170H>
- Xu, X., Alhooshani, K., Southam, D. y Lewis, J. E. (2015). Gathering Psychometric Evidence for AS-CIv2 to Support Cross-Cultural Attitudinal Studies for College Chemistry Programs. En *Affective Dimensions in Chemistry Education* (pp. 177-194). Berlin / Heidelberg: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-662-45085-7_9

Attitudes towards Chemistry of Chilean Secondary School Students: A Mixed Methods Study

Lilian Elisa Hernández Montes

Facultad de Educación. Universidad Católica de la Santísima Concepción, Concepción. Chile.
lhernandez@doctoradoedu.ucsc.cl

Gladys Contreras Sanzana

Departamento de Currículum y Evaluación. Facultad de Educación. Universidad Católica de la Santísima Concepción, Concepción. Chile.
gcontreras@ucsc.cl

Roberto A. Ferreira

Facultad de Ciencias de la Educación. Universidad Católica del Maule, Talca. Chile.
roberto.ferreira.c@gmail.com

Cristina Rodríguez

Departamento Fundamentos de Educación. Facultad de Ciencias de la Educación, Universidad Católica del Maule. Talca. Chile
Departamento de Psicología Evolutiva y de la Educación. Facultad de Psicología. Universidad de la Laguna España.
mcrodriguez@ucm.cl

Lack of interest or negative attitude towards chemistry are closely related to low academic performance. Thus, understanding the factors that may be responsible for these attitudes is very relevant. In Latin America, studies that approach attitudes towards chemistry are scarce. Therefore, the present work studied the effects of academic performance, year group, and gender on attitudes towards chemistry in Chilean secondary school students.

The study used a sequential mixed methods design, with a quantitative phase that included the application of a semantic differential to measure attitudes towards chemistry, followed by a qualitative phase that consisted of three focus groups. The two methods were integrated in the interpretation and discussion of results. Participants were 444 secondary school students between 15 and 17 years old located in Central-South Chile. The sample was categorised according to their academic performance into performance quartiles. The qualitative study considered a sub-sample of 19 students distributed in three focus groups.

Quantitative results showed that scores for affective attitudes towards chemistry were higher than for cognitive attitudes. Confirmatory factor analysis confirmed the two-factor, 5-item structure, and presented optimal fit indices $\chi^2 (n = 444, df = 4, p < .05) = 13.92$; CFI = .99; SRMR = .03; RMSEA = .07. The reliability of the instrument in each of the subscales showed appropriate indices: affective dimension ($\omega_h = .84$) and cognitive dimension ($\omega_h = .73$). Multivariate analysis of variance revealed a significant effect of academic performance and year group on attitudes towards chemistry, but no significant effect of gender was found. Post hoc tests (Bonferroni correction) showed that scores for affective and cognitive attitudes towards chemistry are higher in students with higher academic performance (quartile 4) than in their lower-performing peers (quartile 1), and that scores for affective attitudes of eleventh-grade students were significantly higher than those of their twelfth-grade peers.

As for qualitative data, *obstacles* linked to the cognitive dimension were identified, that make it difficult for students to show positive attitudes towards chemistry. Specifically, students recognise characteristics of the discipline that negatively affect interest and learning towards it, such as the difficulty of the language and scientific concepts of chemistry. Concerning the affective dimension of attitudes, aspects perceived as positive by students were declared, which we call *enablers* of attitudes, such as the link between chemistry and the environment and laboratory activities. Finally, the role of the teacher emerged both as an enabler and as an obstacle of attitudes. Regarding year group, a less favourable attitude was identified in twelfth-grade students compared to their eleventh-grade peers, because twelfth-grade students recognised that they were under pressure to enter higher education. Focus groups also provided information regarding performance linked to attitudes that matched the quantitative results, that is, higher-performing students displayed positive attitudes towards chemistry.

We recommend addressing the factors that have emerged as obstacles and enablers of attitudes to promote students' interest in learning chemistry by providing better opportunities to develop positive attitudes.

