



Universidad de Chile  
Facultad de Ciencias Sociales  
Departamento de Educación  
Programa de Magíster en Educación mención Currículum y Comunidad Educativa

# Nivel de Alfabetización Científica y Actitud hacia las ciencias de profesores de enseñanza media con distinta especialidad en ciencias, que se desempeñan en liceos científico- humanista

Tesis para optar al grado de Magíster en Educación con mención Currículo y Comunidad Educativa

EVELYN NICOLE NEIRA PARRA

Director: Hugo Torres Contreras

**Santiago de Chile, enero 2021**

## RESUMEN

Diversos estudios hacen alusión a las estrategias para la enseñanza de las ciencias, poniendo énfasis, por ejemplo, en la importancia de la actitud hacia las ciencias y el grado de alfabetización científica de los estudiantes. Además, documentos oficiales del Ministerio de Educación, también mencionan la importancia de estos factores en el aprendizaje de las ciencias. Pero, existen escasos estudios en referencia al impacto de estos factores en profesores de enseñanza media con especialidad en ciencias. Es por ello que el objetivo de este estudio fue analizar el nivel de alfabetización científica y las actitudes hacia las ciencias de docentes de ciencias, que se desempeñan en educación media en liceos científico-humanista. Se buscó establecer, correlaciones entre la actitud hacia las ciencias y el nivel de alfabetización científica de los profesores, además de conocer si existían asociaciones entre las distintas especialidades pedagógicas. Para ello se utilizaron dos instrumentos, una prueba de nivel de alfabetización, basada en la taxonomía de Bybee (1997) y un test de actitud hacia las ciencias, ambas pruebas fueron adaptadas y validadas para efectos de este estudio. Estas pruebas fueron aplicadas a 70 docentes de distintas comunas de Chile, de forma virtual, por medio de formularios google. Respecto a los resultados encontrados, estos reflejaron que los docentes participantes de este estudio dan cuenta de un nivel de alfabetización científica funcional en los docentes de ciencias y una actitud hacia las ciencias en un nivel medio, sin evidenciar asociaciones significativas entre ambas variables ni tampoco diferencias entre la especialidad profesional de los docentes. Así, se observa que en el sistema educativo chileno predomina una acción docente de carácter instrumental, lo cual explica los resultados encontrados. Por lo tanto, los datos documentados en esta investigación reflejan un nivel de actitud hacia la ciencia, más bien restrictivo y orientado a profesores carentes de actitudes

que permitan ofrecer respuestas a las políticas educativas actuales y, por tanto, mejorar el desempeño de los estudiantes en relación a la enseñanza de las ciencias.

**Palabras claves**

Enseñanza, actitud hacia las ciencias, alfabetización científica, profesores de ciencias

## INDICE

INDICE.....	4
TABLAS Y GRÁFICOS .....	6
INTRODUCCIÓN.....	7
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	9
JUSTIFICACIÓN.....	14
FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	16
Pregunta de investigación .....	16
Objetivo general.....	16
Objetivos específicos .....	16
Hipótesis .....	16
Tipo de estudio.....	17
Variables .....	18
Profesores de ciencias con distinta especialidad.....	18
Nivel de Alfabetización científica de los profesores.....	18
Actitud hacia las ciencias de los profesores .....	19
Marco teórico.....	21
Educación científica.....	21
Educación científica en Chile .....	22
Profesores de ciencia .....	25
Enfoques teóricos de la actitud .....	27
Actitud hacia las ciencias.....	30
Enfoques teóricos de la Alfabetización científica:.....	32
METODOLOGÍA.....	37
Diseño de investigación .....	37
Tipo estudio y diseño .....	38
Población y muestra.....	38
Instrumento de medición .....	39
Validación del instrumento.....	45
RESULTADOS .....	49

Caracterización de la muestra .....	49
Nivel de actitud hacia las ciencias .....	51
Nivel de actitud hacia las ciencias por dimensiones .....	52
Nivel de alfabetización científica .....	54
Prueba de alfabetización científica (Selección múltiple).....	55
Prueba de alfabetización científica (Pregunta de desarrollo).....	56
Correlaciones .....	57
Prueba Anova.....	59
DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES .....	61
LIMITACIONES .....	66
PROYECCIONES .....	67
BIBLIOGRAFIA .....	68
ANEXOS .....	82

## TABLAS Y GRÁFICOS

Figura: 1 Representación del modelo de los tres componentes de la actitud (Fuente: Rosenberg y Hocland, 1960).....	30
Figura: 2 Distribución de encuestados según género .....	50
Figura: 3 Distribución de profesores en ejercicio según dependencia administrativa del establecimiento.....	50
Figura: 4 Distribución de profesores según especialidad (Biología, química, física y biología y química).....	51
Figura: 5 Distribución de los profesores encuestados según experiencia profesional .....	51
Figura: 6 Número de profesores que presentaron distintos niveles de actitud hacia las ciencias. ....	52
Figura: 7 Medias de graduación de actitud hacia las ciencias de profesores de ciencias, con distinta especialidad. ....	53
Figura: 8 Prueba t-Student para muestras independientes (sexo y actitud hacia las ciencias). ....	53
Figura: 9 Nivel de actitud hacia las ciencias de profesores, según dimensiones (implicancias sociales, conductas hacia las ciencias y adopción de actitudes científicas). ....	54
Figura: 10 Nivel de alfabetización científica (s.m) que manifiestan profesores de ciencias.....	55
Figura: 11 Nivel de alfabetización científica que manifiestan profesores de ciencias. ....	56
Figura: 12 Nivel de alfabetización científica de profesores de ciencias.....	57
Figura: 13 Correlación entre la alfabetización hacia las ciencias y la actitud hacia las ciencias de profesores de ciencias. ....	58
Figura: 14 Correlación entre alfabetización científica y dimensiones de actitud hacia las ciencias que manifiestan profesores de ciencias.....	59
Tabla 1 Caracterización de la muestra del estudio .....	39
Tabla 2 Dimensiones respecto a la actitud hacia las ciencias .....	41
Tabla 3 Puntuación de enunciados de la tendencia positiva.....	42
Tabla 4 Nivel de actitud hacia las ciencias.....	42
Tabla 5 Preguntas de Selección Múltiple utilizadas para evaluar la escala de Alfabetización Científica .....	43
Tabla 7 Tabla de especificación para evaluar la Alfabetización Científica .....	44
Tabla 8 Nivel de alfabetización científica .....	43
Tabla 9 Rango de puntajes de actitud hacia las ciencias .....	51
Tabla 10 Estadísticos descriptivos de la escala de actitudes hacia las ciencias.....	52
Tabla 11 Rangos de nivel de alfabetización científica.....	54
Tabla 12 Rangos de nivel de alfabetización científica.....	54
Tabla 13 Rangos de nivel de alfabetización científica.....	55
Tabla 14 Correlación entre alfabetización científica y actitud hacia las ciencias.....	56
Tabla 15 Correlación entre alfabetización científica y las dimensiones de la actitud hacia las ciencias.....	57
Tabla 16 Anova de la prueba de alfabetización científica y especialidad docente.....	58

## INTRODUCCIÓN

Actualmente la humanidad está atravesando un periodo bastante complejo, donde prácticamente todo el mundo ha sido azotado por un pequeño microorganismo. Los virus son entes que conviven con los seres humanos desde mucho antes que nuestra misma existencia, pero no fue hasta mediados del siglo XX cuando por primera vez se logró observar uno de ellos, luego de aquello la ciencia ha acrecentado sus conocimientos, pero aun así resultan ser un gran misterio para gran parte de la humanidad, sobre todo ahora, que han causado la paralización del mundo, obligando a las personas a confinarse en sus casas y cambiar de forma radical su estilo de vida y su comportamiento social.

Al principio, la sociedad fue bastante escéptica a la situación que comenzaba a acontecer en una pequeña localidad de China, pero al paso de los meses la gran mayoría comenzó a sucumbir a sus efectos, ya sea infectándose del virus o siendo víctima de la histeria colectiva ante las medidas sanitarias, pero más allá de las situaciones que cada persona recordará sobre estos meses de pandemia por Covid-19, es muy relevante detenernos un momento y pensar en los ciudadanos y por supuesto en la educación científica.

Cuando hablamos de educación, es inevitable que lleve a una serie de supuestos muy diversos a causa de la polisemia del propio concepto, pero por sobre todas las cosas es un ente transformador, cuya finalidad es estar enfocada en proporcionar una formación de alta calidad a los ciudadanos, para contribuir al desarrollo de la sociedad, permitiendo su participación cívica en las decisiones tecno-científicas, dando sentido pleno a la alfabetización científica y por consiguiente potenciar las actitudes democráticas (Acevedo, 2004; Acevedo, Vasquez; Lee y Roth, 2002; y Manessero, 2002; Martín y Osorio, 2003).

Por ello, las políticas públicas impulsadas por el Estado deben fomentar siempre el mejoramiento del sistema. En este contexto, la educación de los futuros ciudadanos no puede permanecer estática, requiere de un constante análisis, de contenidos y estrategias de enseñanza (Fullan y Smith, 1999), ya que permite que los estudiantes puedan participar de forma plena en un mundo en constante cambio, pero sin olvidar lo importante que es realizar la distinción entre formar a futuros científicos y a futuros ciudadanos, donde siempre es imperativo que el acento este enfocado en el segundo objetivo (Osborne, 2007).

Para ello, es fundamental el rol de los docentes, debido a que son los encargados de orientar la formación política del educando en la escuela y por tanto el capital humano del país (Reimers & Villegas-Reimers, 2005). Y son ellos, los ciudadanos los que hoy indirectamente sufren las repercusiones de una educación desigual, caracterizada por las configuraciones elitistas, donde pareciera que es democrática pero a la vez representativa; *“Educación para todos, pero no la misma”* (Ossandon, Ruiz, García de la Huerta, Sanchez, Alveres, Vergara, 2013). En el contexto actual, esta situación ha provocado que la pandemia sea poco entendida por un gran porcentaje de la población, donde incluso muchas personas constantemente hacen caso omiso a las recomendaciones de la autoridad sanitaria o también solo actúan entorno a publicaciones en redes sociales, las cuales en muchas ocasiones solo se refieren a “fake news”.

Ahora bien, más allá de las desigualdades sociales, la enseñanza de las ciencias y sus consecuencias la educación de nuestro país es un problema que poco a poco se ha acrecentado, es así que, frente a este escenario, es necesario que surjan nuevas prácticas educativas y de formación de profesores, que busquen generar igualdad de oportunidades y aprendizajes en cada uno de los alumnos y alumnas de nuestro país. Sin embargo, muchas de estas prácticas se aún se basan en la memorización, donde los estudiantes no hacen otra cosa que repetir textos o definiciones, sin comprender lo expuesto en clases. Es así que surgió el interés de revisar la práctica de los docentes, pues estos son los encargados del tránsito del conocimiento científico al escolar, donde el estudio descriptivo pretendió conocer el nivel de actitud hacia las ciencias y el nivel de alfabetización científica de profesores de ciencia, con distinta especialidad (biología, química y física), que se desempeñan de forma activa en diversas regiones del país.

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Desde sus inicios la educación ha sido el mecanismo por el cual un grupo social, generalmente el dominante, transmite a las nuevas generaciones sus conocimientos del mundo, su cosmovisión y sus valores. Pero su relevancia no solo se condice a eso, sino que, también rige la relación con la construcción del ser humano, como un individuo y más profundamente una comunidad, porque el acto educativo no solo genera un impacto individual, muy por el contrario, regula formas de pensamiento complejas, en relación, por ejemplo, con la vida en la tierra y el medio que nos rodea (Valderrama, 2012). Es así, que la educación se convierte en uno de los valores que sustentan a la humanidad, es un vehículo mediante el cual se materializan los anhelos de ella, como, por ejemplo, la igualdad, calidad e inclusión, ya que solo con ella es posible promover el desarrollo de las potencialidades de cada ser humano (Blanco, 2008).

En relación con estas potencialidades, la educación científica cobra un papel principal, respecto a procesos productivos y por supuesto la vida cotidiana (Vázquez y Manassero, 1997). Tanto así, que resulta imposible comprender el mundo moderno sin entender el papel que cumple en el día a día. La población requiere de una cultura científica y su propósito debe ser que los estudiantes desarrollen habilidades de pensamiento distintivas del quehacer científico, así como también una comprensión del mundo tanto natural como tecnológico, para así entender y participar de discusiones sobre estas materias, ya que el sentido debe ser lejano a aprender conceptos y leyes de memoria, muy por el contrario el sentido debe estar en el desarrollo de habilidades de pensamiento científico, en torno a aspectos particulares, comunitarios o incluso globales (Vilches y Furió, 1999).

Por ejemplo, según datos de la OCDE (2006) el 82% de los adultos estadounidense 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. De este modo, el aprendizaje de las ciencias otorga a la población la posibilidad de conocer el mundo e involucrarse en él. Por ende, la comprensión de la ciencia es fundamental en la educación de los niños y jóvenes y su fin debe estar en la formación de

ciudadanos capaces de resolver problemáticas cotidianas, de pensar críticamente y aportar a la sociedad (Acevedo, 2004; Bybee, 1997; OCDE, 2008).

En la actualidad, existe consenso respecto a la importancia de la enseñanza de las ciencias basada en la indagación. Según Vilches, Solbes y Gil (2004) su importancia se ha reflejado en el lenguaje cotidiano de los investigadores, diseñadores de curriculum y profesores, donde se destaca la importancia social y cultural de la ciencia (Laugksch, 2000).

En Chile, el curriculum de ciencias agrupa tres disciplinas que tienen por objeto el estudio del mundo natural, estos son la biología, química y física, estas representan los tres ejes de la enseñanza de las ciencias. En conjunto, estas disciplinas permiten, por un lado, desarrollar una visión integral y holística de la naturaleza, y también comprender procesos de transformación natural, apoyándose en un quehacer distinto al científico, pero que aun así implica un constante razonamiento lógico de los estudiantes ante la realidad. La enseñanza de las ciencias en Chile, promueve la comprensión de grandes ideas de ella y la adquisición progresiva de habilidades de pensamiento científico (OCDE, 2000; Vázquez y Manassero, 2005; Vilches, Solbes y Gil, 2004).

Para ello, la enseñanza de la ciencia escolar basada en la indagación (ECBI), representa una posibilidad humana de usar el conocimiento científico, identificando preguntas, adquiriendo conocimiento, explicando fenómenos científicos, obteniendo conclusiones basadas en evidencias a diversos temas relacionados con la ciencia; además es una forma de conocimiento y búsqueda humana, formando así a un ciudadano reflexivo y crítico (OCDE, 2009).

Respecto a la alfabetización, la literatura establece grados, por ejemplo, según Bybee (1997), la alfabetización científica comprende cinco niveles, donde el primero hace alusión al dominio de la ciencia y se denomina “analfabetismo científico”. El segundo comprende al aspecto “nominal” de la ciencia, donde los estudiantes deben comprender e identificar preguntas, conceptos o temas del dominio de la ciencia, este constituye el piso para avanzar en los siguientes niveles. El tercero corresponde a la “alfabetización funcional y tecnológica”, se caracteriza por el uso de vocabulario científico, pero que aún representa un conocimiento memorístico y superficial de la ciencia. El siguiente nivel representa la “alfabetización conceptual y procedimental”, donde se comprenden los conceptos científicos,

relacionándolos con la globalidad de una disciplina, incluyendo sus métodos de investigación, con el fin de resolver problemas. Por último, el quinto nivel considera la “alfabetización multidimensional” caracterizada por la comprensión de la ciencia, la cual se extiende más allá de los conocimientos empíricos, donde se incluyen dimensiones filosóficas, históricas y sociales de la ciencia, logrando una apreciación de ésta y comprendiendo su importancia social ( Navarro y Föster, 2012)

Los resultados de pruebas estandarizadas en Chile en el área científica, son poco alentadores. Respecto a la competencia científica, la prueba PISA 2006, denota que un 19,3% se ubica en el nivel 1, por debajo de la OCDE y un 32% de los estudiantes no alcanzan el nivel 2 (según la escala de Bybee). Por lo tanto, los estudiantes chilenos no logran interpretar la información científica, tampoco razonar ni sacar conclusiones, estos resultados se mantuvieron en PISA 2009, por lo cual, la gran mayoría de los alumnos se encuentra en un nivel básico de alfabetización. Respecto a la prueba SIMCE, los resultados de aprendizaje en ciencias revelan que un 43 % de los estudiantes se ubica en un nivel también inicial en el año 2007, en tanto en el año 2009 este valor disminuyó a un 39%, lo cual denota un bajo dominio científico en nuestro sistema educacional.

La problemática del rendimiento escolar, ha sido analizada desde varios parámetros, pero para autores como García y Sánchez (2006); Pozo y Gómez (2004), las actitudes se han convertido en un tema primordial, manifestando que estas deberían ser consideradas como contenidos y objetivos en clases, ya que favorecen o interfieren directamente en el aprendizaje de los estudiantes (OCDE, 2008), en las decisiones sobre su futuro, y en la apreciación de éstos hacia los alcances globales y sociales (Acevedo, Vázquez, Manassero y Acevedo, 2007).

La relevancia de las actitudes hacia la ciencia, no son fáciles de definir, pues conllevan un sin número de concepciones y perspectivas que las definen. Para Gardner (1975), las distinciones conceptuales de la ciencia hacen alusión a las metodologías propias de la investigación, como la curiosidad, creatividad o racionalidad, formando parte del componente cognitivo de las actitudes.

Las perspectivas, en cambio se relacionan con un componente afectivo, relacionándose con la valoración de las personas hacia diversos objetos. Considera a la ciencia como la expresión

del deseo de conocer y de comprender el entorno en el que vivimos, así aprender ciencia debería emocionar (Gallego, 2009).

Es por esta razón que canalizar el interés por la ciencia y lograr una alta alfabetización científica es una responsabilidad y una oportunidad para los docentes. Autores como Myers y Fouts (1992), afirman que alumnos que demuestran actitudes positivas hacia la ciencia pertenecen a aulas donde se utilizan variedades de estrategias de enseñanza, objetivos de aprendizaje claros, acercamiento de los aprendizajes a las experiencias de los alumnos, y sobre todo buena comunicación entre docentes y alumnos.

En los aprendizajes, las emociones actúan como un adhesivo social que interconecta intereses y acciones colectivas e individuales, por lo tanto, los estados emocionales positivos favorecen el aprendizaje de las ciencias, mientras que los negativos limitan la capacidad de aprender (Vázquez y Manassero, 2011). Estos escenarios promueven una movilidad social en los jóvenes, debido al desarrollo del capital cultural de los alumnos (Haberman 2006, González, Martínez, Larraín, Cuevas, & Muñoz, 2009).

En conclusión, considerando la importancia de la alfabetización científica y su vinculación con las actitudes hacia la ciencia, resulta imperativo estudiar ambos constructos en los docentes en ejercicio, pues los estudios existentes, tanto en Chile como en el mundo, responden a los estudiantes o a profesores en formación.

Mazas y Bravo (2018), afirman que un 92 % de los docentes de ciencias del magisterio identifican la importancia de la enseñanza de las ciencias en el aula, aunque alrededor del 30% reconoce no tener los recursos y conocimientos suficientes para lograr trabajar con sus alumnos, además manifiestan que la variable que más influye en su desempeño es el bachillerato que estudiaron.

Además, Vázquez y Manassero (2008) reportan la influencia de aspectos emocionales en la construcción de conocimiento científico, siendo la actitud el único concepto que reconoce la importancia de los valores, como elemento central de la enseñanza de las ciencias, debido a su capacidad como indicador y como guía de conducta. Siendo un componente muy importante en el desarrollo de la personalidad del individuo, desencadenando en el sujeto tendencias de acción, que mayormente son transmitidas en el curriculum oculto.

Por lo tanto, este estudio aludirá a analizar los niveles de alfabetización científica y las actitudes hacia las ciencias de docentes en ejercicio de enseñanza media con distintos años de experiencia y con distinta especialidad (Biología, Química y Física).

## JUSTIFICACIÓN

Hoy en día, estamos inmersos en un mundo absolutamente globalizado, donde el conocimiento cambia constantemente y la ciencia cada vez cumple un papel más importante. Pero esta no es una apreciación personal o nueva, por ejemplo, Gil, Sifred, Valdés y Vilches (2005) refuerzan esta idea afirmando que en el mundo actual, la educación científica es una necesidad para todo ser humano, debido a que inevitablemente todos en algún momento deberemos utilizarla para realizar incluso tareas cotidianas y también complejas, como por ejemplo la obligación ciudadana de implicarse en discusiones públicas, que impliquen desde la comprensión hasta la defensa de causas contingentes, tanto del mundo natural como social.

Esta posibilidad, según Riquelme (2005) atiende directamente a la revolución, no sólo respecto a factores de índole económico, sino que fundamentalmente políticos, y ciertamente cultural. Es así que la ciencia implica muchos más aspectos que un simple popurrí de conocimientos científicos. Implica el desarrollo de la conciencia, la solidaridad, el autoconocimiento y sobre todo la humildad hacia el inmenso mundo que nos rodea.

Para aquello, es primordial que los estudiantes muestren actitudes positivas hacia la ciencia y además desarrollen un alto nivel de alfabetización científica, y esta última debiera ser desarrollada por toda la población, sin restricciones. Ahora bien, estos aspectos deben ser aprendidos en la escuela y específicamente en las clases de ciencias. Este proceso es fundamental, ya que permite a todas las personas valorar el mundo natural y construir la sociedad.

Ahora bien, estos objetivos necesariamente tendrán consecuencias curriculares y metodológicas, que necesariamente son distales a la educación tradicional, debido a que es imperativo que todos los alumnos construyan en las aulas actitudes procedimentales y conceptos que por sí mismos no lograrían elaborar en su realidad cotidiana. De este modo el curriculum de ciencias debe servir como una ayuda pedagógica, donde el profesor es el facilitador del conocimiento (Pozo, 1996; Vázquez, Acevedo y Manassero, 2005)

Los profesores de ciencias son los encargados de poner en prácticas las políticas educativas y por tanto potenciar que los estudiantes comprendan los fenómenos y procesos de la naturaleza, y también que estos sean capaces de adquirir los conocimientos, habilidades y actitudes que les permitan un papel activo en la toma de decisiones (García, 2001; Suarez,

2005). A pesar de aquello, algunos profesores tienden a presentar un modelo mecanicista, donde la enseñanza se basa en situaciones descontextualizadas y centradas absolutamente en el contenido (Martínez & González, 2014), lo cual no potencia ni el desarrollo de las actitudes ni tampoco la alfabetización científica en los estudiantes.

Si bien, en la literatura existen estudios respecto al desarrollo de actitudes científicas y el desarrollo de la alfabetización científica en estudiantes, dentro del contexto de nuestro país no fueron encontrados estudios referentes específicamente a los docentes, lo cual justifica la elaboración de esta investigación, debido a la necesidad de contextualizar y contar con información relevante para mejorar la enseñanza de las ciencias en nuestro país, contribuyendo a un cambio estructural en prácticas pedagógicas de los profesores de ciencias.

## **FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

### Pregunta de investigación

- ¿Cuál es el nivel de alfabetización científica y las actitudes hacia las ciencias de docentes de ciencias, que se desempeñan en educación media en liceos científico-humanista en distintas comunas de Chile?

### Objetivo general

- Analizar el nivel de alfabetización científica y las actitudes hacia las ciencias de docentes de ciencias, que se desempeñan en educación media en liceos científico-humanista en distintas comunas de Chile.

### Objetivos específicos

- Conocer el nivel de alfabetización científica que presentan profesores de ciencias de educación media que se desempeñan en liceos científico-humanista en distintas comunas de Chile
- Caracterizar la actitud hacia las ciencias que presentan profesores, de educación media que se desempeñan en liceos científico-humanista en distintas comunas de Chile
- Evaluar la asociación que existe entre alfabetización científica y actitudes hacia la ciencia de profesores de ciencias de educación media que se desempeñan en liceos científico-humanista en distintas comunas de Chile
- Comparar el nivel de alfabetización científica y la actitud hacia las ciencias de docentes de educación media, con distinta especialidad (Biología, Química o Física), que se desempeñan en liceos científico-humanista en distintas comunas de Chile.

### Hipótesis

La actual oferta académica para formar profesores de ciencias, se centra en la preparación de profesores de enseñanza media con una especialidad (biología, física o química). Estos usualmente se desempeñan en enseñanza media o segundo ciclo, donde ellos deben potenciar el desarrollo de habilidades de pensamiento científico y el nivel de alfabetización científica en los estudiantes, además de enseñar conceptos empíricos de la asignatura.

Es así que un estudio desarrollado por CONICYT en alumnos de enseñanza media acerca de su percepción de las ciencias y profesiones científicas, afirma que la percepción de estos, en relación a las ciencias, es positiva, siendo incluso consideradas esenciales para el desarrollo de vida y de la sociedad (Leyton, Sánchez y Ugalde, 2010). Además, Vásquez y Massanero (2005) también estudiaron la actitud hacia las ciencias en estudiantes, encontrando que estos también presentan una actitud positiva general hacia la ciencia y el medio ambiente. Es así que diversos estudios han descrito el impacto de la enseñanza de las ciencias en los estudiantes chilenos, basándose en aspectos como la actitud hacia las ciencias y el nivel de alfabetización de los alumnos.

Pero, no se han encontrado estudios que hagan alusión a estas variables en los docentes que imparten estas asignaturas actualmente. Es por ello, que se pretenderá medir el interés hacia las ciencias y el nivel de alfabetización de profesores, considerando la asociación entre estos factores y también su especialidad profesional en el área. Esto por medio de un cuestionario cerrado tipo Likert y una prueba Bybee, que abordarán distintas dimensiones de las ciencias.

Así, las hipótesis de esta investigación son las siguientes:

**H<sub>0</sub>:** No existe una asociación entre la actitud hacia las ciencias y el nivel de alfabetización que presentan los docentes de ciencias de enseñanza media con distinta especialidad.

**H<sub>1</sub>:** Existe una asociación entre la actitud hacia las ciencias y el nivel de alfabetización que presentan los docentes de ciencias de enseñanza media con distinta especialidad.

#### Tipo de estudio

El siguiente estudio se pretende desarrollar bajo el enfoque cuantitativo y su finalidad es buscar hechos o fenómenos sociales sin atención preferente a la subjetividad de los sujetos (Sandín, 2003; Serrano, 2011). Por lo tanto, no se centrará en aspectos subjetivos de la experiencia de los profesores de ciencias participantes, sino que, solamente se focalizará en describir la actitud hacia las ciencias y el nivel de alfabetización científica de ellos, además establecer una asociación entre ambas variables.

El alcance de este estudio será de tipo correlacional, ya que pretenderá conocer el grado de asociación entre dos o más variables en un contexto determinado (Cazau, 2006). En este caso el contexto serán los liceos científico-humanistas de la comuna de Santiago, las variables son

actitud hacia las ciencias y nivel de alfabetización científica de profesores de enseñanza media con distinta especialidad en ciencias (biología, química y física). Sumado a aquello, se pretenderá analizar la actitud hacia las ciencias y también el nivel de alfabetización científica en los docentes participantes del estudio, poniendo énfasis en establecer si existe o no una asociación entre la alfabetización científica y las actitudes hacia las ciencias de profesores con esta especialidad.

### Variables

Debido al tipo de investigación, este estudio solo contará con variables independientes, ya que de este modo se podrá establecer el grado de asociación entre estas, tales correlaciones se sustentan en las hipótesis sometidas a prueba.

### Profesores de ciencias con distinta especialidad

Definición Conceptual: En este estudio, los docentes serán profesores de enseñanza media con especialidad en por lo menos un área de las ciencias (Biología, Química o Física). Para efecto del estudio no será relevante la casa de estudio de los docentes ni el tipo de establecimiento en que se desempeñan.

Definición operacional: La variable se entenderá como docencia activa de los profesores en por lo menos una especialidad de ciencias. En términos nominales el 1 representará a profesores de biología, 2 a profesores de química y 3 profesores de física, además estos deben desempeñarse en enseñanza media y las horas de docencia deberán ser como mínimo 2 horas pedagógicas a la semana.

### Nivel de Alfabetización científica de los profesores

Definición Conceptual: La alfabetización científica será entendida como una capacidad cognitiva de apropiación de conceptos científicos, procedimientos y valores científicos en la toma de decisiones diarias, lo que prepara a los sujetos a implicarse en discusiones públicas en torno a utilidades y limitaciones de la ciencia y la tecnología en post de desarrollar una visión del mundo fiable y crítica (Vilches y Gil, 2011). Siendo por tanto esta la finalidad de la enseñanza de ciencias en la escuela (Vilches y colaboradores, 2004), además representará

una competencia de los profesores que permitiría mejorar la toma de decisiones pedagógicas y personales, respecto a un contexto determinado.

Definición operacional: La variable se entenderá como el resultado de una prueba aplicada a los profesores, esta medirá el nivel de alfabetización científica de los docentes en ejercicio con distinta especialidad. En esta propuesta, el nivel de alfabetización científica se medirá en tres niveles, esta taxonomía refiere una transferibilidad a los objetivos educacionales, logrando guiar la enseñanza de la ciencia en la escuela, de la mano del curriculum (Shwartz, Ben-Zri & Hofstein, 2006), lo cual determina una mayor o menor comprensión de la ciencia. En términos nominales, los niveles serán los siguientes:

- ✓ Alfabetismo científico nominal: Se caracteriza por la ausencia de un vocabulario científico, donde solo manifiestan comprender e identificar preguntas, conceptos o temas del dominio de la ciencia.
- ✓ Alfabetismo funcional y tecnológico: Se caracteriza por el uso de vocabulario científico, pero que aún representa un conocimiento memorístico y superficial de la ciencia
- ✓ Alfabetismo científico multidimensional: Se caracteriza por comprender los conceptos científicos, relacionándolos con la globalidad de una disciplina, incluyendo sus métodos de investigación, donde se caracteriza por la comprensión de la ciencia, la cual se extiende más allá de los conocimientos empíricos, donde se incluyen dimensiones filosóficas.

#### Actitud hacia las ciencias de los profesores

Definición Conceptual: Corresponde a la actitud o inclinación hacia alguien o algo, previa valoración (Pozo y Gómez, 2004). Se constituye por elementos conductuales, afectivos y cognitivos, además son orientadoras del mundo subjetivo, que se relaciona con el estado interno de las personas y pueden ser de carácter positivo o negativo (Palomino, 2015), y por lo tanto repercuten en el aprendizaje de, por ejemplo, disciplinas científicas y su percepción de los alcances y limitaciones de la ciencia.

Definición operacional: La variable se entenderá como el resultado de un cuestionario cerrado con valoración tipo Likert de cinco puntos, llamado *Test of Science Related Attitudes* (TOSRA, “Escala de actitudes relacionadas con ciencia”). Este test ha sido elaborado para estudiantes de educación secundaria, por lo cual fue modificado con el fin de que pudiera aplicarse a los docentes en ejercicio de distintas disciplinas científicas (Navarro y Föster, 2012).

## MARCO TEÓRICO

### Educación científica

La educación de las personas es un desafío para toda sociedad, siendo uno de los factores fundamentales en el desarrollo de las personas y por supuesto contribuye a ser el motor de un cambio social, por tanto, es un fin en sí misma donde necesariamente una sociedad desarrollada tenderá a ser más “educada” (Freire, 1980). Ahora bien, la educación necesariamente va a conllevar el aprendizaje de diversas materias y el conjunto de estas potenciarán la formación integral de un ciudadano, cuyo acceso equitativo es fundamental, pues solo aquello le permitirá posibilitarse en las discusiones constantes de la realidad, con el fin de concientizarse de ella, otorgándole además fuerza y valor para una transformación social (Larrañaga, 1997).

Ahora bien, para Lozano (2016) el conocimiento es ciencia, y por tanto los aprendizajes de los educandos representa en sí misma a este concepto, el cual siempre es polémico, pero absolutamente fundamental para la educación, donde por supuesto aplica el currículum, la experiencia profesional del docente y la intencionalidad de aquello.

Respecto al concepto de ciencia, es importante destacar el desarrollado por el diccionario de la lengua española (RAE) donde la ciencia se define como el “Conjunto de conocimientos obtenidos mediante la observación y el razonamiento, sistemáticamente estructurado y de los que se deducen principios y leyes generales, organizándose según ciencias exactas, física, química y biología” (Lozano, 2016). Aunque este concepto no solo puede entenderse desde esta perspectiva, también puede hacerse a la luz de otros autores que por ejemplo afirman que en el predominan distintas formas de pensamientos, el primero es el pensamiento objetivo, el cual en cierta medida entrega solidez y estabilidad al conocimiento. Sin embargo, los alcances de la ciencia advierten que el conocimiento no necesariamente es completo o verídico, muy por el contrario, la objetividad cede inevitablemente ante la incertidumbre. Esta última mirada fue planteada en primera instancia por Heisenberg, en el primer cuarto del siglo XX, al señalar que no podemos observar la naturaleza en sí misma, sino esa naturaleza expuesta a nuestro método de investigación (Martínez, 2012). Por tanto, cuando la ciencia está inmersa en la escuela, los docentes enfrentan a diario esta problemática, donde los retos de reformas y cambios en el currículum, hacen que ellos constantemente recurran a

elementos para mantener la confianza y la solidez en sus clases, pues solo de esta forma pueden encontrar la certidumbre de esta, para poder enseñarla.

Es así, que diversos autores vinculan el concepto de transformación social con la enseñanza de las ciencias (Gonzales y Martínez, 2009; Haberman, 2006; Zahur, Barton y Upadhyay, 2002), pues afirman que existe una irrevocable relación entre la sociedad dinámica en transición y las tensiones cognitivas de la educación científica (Márquez y Roca, 2009). Al respecto, no es inusual que una persona se presente a una atención médica con un diagnóstico propio, elaborado en base a un contraste de sus síntomas e información teórica a su alcance, que en muchas ocasiones es errónea. Por esta y otras razones, la educación científica no puede ser vista como un lujo; muy por el contrario, es imprescindible comprender por lo menos de forma elemental conceptos científicos para así poder tomar decisiones fundadas respecto a la salud personal, a políticas públicas y por supuesto el cuidado del medio ambiente (López, 2004). Esto último, contribuye a que los ciudadanos logren participar, con criterios fundamentados, en debates sobre problemas activos del siglo XXI, ya sea de carácter personal y/o social (Cox, 1999).

Por tanto, es imperativo señalar que enseñar ciencia es enseñar a pensar, a buscar la verdad, observar el mundo con curiosidad, sorprendiéndose constantemente de lo cotidiano, pero por sobre todo entender el mundo, logrando diferenciar entre creencias y pruebas científicas, comprendiendo que el conocimiento se obtiene en la medida que se avanza conjuntamente con los errores y según López (2004), este conocimiento, favorece la participación activa, con un claro sentido crítico en la sociedad; por lo tanto, impulsa a la humanidad a comprender, explicar y por supuesto a transformar el mundo.

### Educación científica en Chile

El currículum chileno, posee el propósito que los estudiantes desarrollen habilidades de pensamiento científico distintas del quehacer científico, siendo capaces de comprender y valorar el mundo que los rodea, donde es imperativo una integración cultural y política en la sociedad. Donde la estructura curricular posibilita a los alumnos a comprender conceptos y principios fundamentales de la ciencia.

Pero esta visión se ha fortalecido a lo largo de los años. Es así que el museo de la educación de Gabriela Mistral, afirma que posterior a los años 1893 la incorporación de la enseñanza

de las ciencias a los planes de estudio de la enseñanza secundaria solo formaba parte de la elite, pues tenía el fin de potenciar la modernización del país. Aun así, existen registros en los cuales es evidente que intelectuales como Diego Barros Arana trabajaron para incorporar especialidades científicas, como botánica o química a las aulas. La relevancia de la educación científica apuntaba a entregar a los estudiantes conocimientos útiles para el progreso material del país. Posteriormente, los planes de estudio comenzaron a desarrollar fuertemente el fomento productivo de la nación y la educación científica comenzó a cobrar mayor importancia.

Para autores como Tacca (2011) enseñar ciencias es una oportunidad de integración para los alumnos y la ausencia de esta puede significar una forma absoluta de discriminación, pues enseñar y aprender ciencias tiene directa relación con el fin de entender e interpretar el mundo (Henaó, Silva y Moreira, 2011). La enseñanza de las ciencias en primer lugar se sustentó en la adquisición de habilidades por sobre la memorización (Cox, 1999). Pero más adelante las modificaciones curriculares enfatizaron en principios como la equidad, donde el curriculum fue adaptándose con los intereses actuales y orientados a la construcción de un proyecto de vida en los estudiantes (Ley 20370 - Ley General de Educación, 2009). De esta forma, la educación científica en nuestro país está sustentada bajo las bases curriculares elaboradas por el Ministerio de Educación de Chile (MINEDUC, 2019), donde se definen las expectativas formativas que los estudiantes debiesen desarrollar, por asignatura y curso. Donde se promueve que los estudiantes desarrollen íntegramente los conocimientos, habilidades, actitudes fundamentales y el proceso de investigación científica para que los alumnos alcancen un desarrollo armónico e integral. El MINEDUC expone algunas orientaciones didácticas en torno a la enseñanza de las ciencias, las cuales son:

1. Utilizar las experiencias e ideas previas de los estudiantes
2. Desarrollar el interés y asombro de los estudiantes por la ciencia
3. La ciencia es un esfuerzo colaborativo
4. Para hacer ciencia no se requiere laboratorio
5. Hacer preguntas y grupos de discusión
6. El conocimiento científico y la naturaleza de la ciencia
7. Fomentar el registro por parte de los estudiantes

8. Actuar a favor de la igualdad de género
9. Uso constante de las tecnologías de la información (TIC)

Estas orientaciones regirán la enseñanza de las ciencias en todas sus disciplinas (biología, química, física y ciencias naturales) cimentando las modificaciones al modelo tradicional de las “ciencias a través de la educación” por uno más adecuado, donde la base sean las necesidades sociales de la educación por ende “la educación a través de la ciencia” (Holbrook y Rannikmae, 2009), contribuyendo así al desarrollo de habilidades necesarias para que los educandos puedan participar de forma activa, responsable y crítica en la sociedad actual.

Respecto al currículum de ciencias en nuestro país, el trabajo realizado por Claro (2003) también afirma que en las últimas décadas han ocurrido numerosos cambios en el ámbito educacional y que por tanto ha afectado de forma sustantiva la educación científica del país. Particularmente, el decreto 300 del año 1981, el cual impactó directamente en el ejercicio profesional, estableció la obligatoriedad de 5 horas pedagógicas semanales de Ciencias Naturales en primero y segundo medio, en tercero y cuarto quedaron con 3 horas de biología, sin mencionar física y química.

Finalmente, en el año 1998 se establecieron nuevos planes y programas para la enseñanza de las ciencias, donde se exigieron un mínimo de dos horas en cada una de las tres asignaturas científicas en primero y segundo y dos horas en dos de las tres asignaturas científicas en tercero y cuarto medio. Debido al aumento de las horas, los contenidos fueron ampliados, lo que significó que algunas de las materias incluidas en el currículum nunca hayan sido enseñadas por la mayoría de los docentes o que incluso nunca fueron aprendidas por ellos, en su formación inicial (Hidalgo, 2003). Ahora bien, estas no son las únicas reformas dictadas al currículum de ciencias en nuestro país. En el año 2009, se propusieron algunas reformas donde por ejemplo se propone que los ejes de la enseñanza de las ciencias (biología, química y física), se integren en un curso de 6 horas, lo que significa un acto muy complejo de aplicar, debido a la nula articulación entre los contenidos de los ejes (Sociedad Chilena de la Educación Científica-WEB). Además, se ha implementado que, las notas de los “ejes” sean promediadas, por tanto, cada asignatura tendrá un menor “peso” en el promedio final de los estudiantes, puesto que, cada asignatura (biología, física o química) tendrá una ponderación de un tercio. Lo cual posiblemente pueda generar una disminución en el interés de los

estudiantes por la asignatura. Sumado a aquello, otro problema que ha surgido es que muchos establecimientos han optado porque un solo docente imparta los tres ejes de ciencias naturales, sin que estos posiblemente tengan la formación necesaria (Consejo Nacional de Educación, 2019).

### Profesores de ciencia

Enseñar ciencias tiene como objetivo posibilitar la apropiación de herramientas culturales y nuevas formas de entender el mundo, donde una apropiación de los conocimientos científicos es primordial ( Henao, Silva y Moreira, 2011). Ya que es una herramienta, por tanto, implica discutir, razonar, argumentar, criticar y por supuesto justificar diversas acciones o dilemas, donde es fundamental el trabajo constante del cuerpo docente, ya que es determinante en el logro de objetivos y por supuesto para desarrollar la alfabetización científica en los estudiantes (González y colaboradores, 2009; Haberman, 2006; Hattie, 2003; Zahir y colaboradores, 2002). Así, autores como Hammond (2000) muestran que la calidad de los profesores se relaciona de forma directa con el aprendizaje de los estudiantes y esto es independiente a factores de índole económicas.

Respecto de aquello, autores como Ferrada y Flecha (2008) afirman que los procesos de enseñanza-aprendizaje en ciencias necesitan de una revisión profunda puesto que los educadores son el punto de inflexión en un cambio en el sistema educativo. La enseñanza de las ciencias ocurre cuando un maestro no solo está entusiasmado con el tema en cuestión, sino también lo entiende completamente, siendo capaz de representarlo de una manera significativa para el estudiante (Laguatana y Abadb, 2019). Los profesores de ciencias que posean vastos conocimientos científicos y sean capaces de fomentar la comprensión y la apreciación de la ciencia entre los alumnos, llevan la instrucción científica hacia el éxito (Fike, Fike, R y Zhang 2015). Es así que el diagnóstico de la labor docente es una parte fundamental de aquello (Lambert, 2004; Rebore, 2001; Sargent y Hannum, 2005).

Para realizar un diagnóstico de la labor docente es necesario revisar su práctica diaria en el aula y para aquello, es necesario que los programas de formación de profesores incluyan algunos componentes esenciales, como el conocimiento, que hace alusión a los contenidos disciplinares que los profesores deben ser capaces de dominar y además de su capacidad para: establecer relaciones complejas entre los contenidos y el contexto de sus alumnos; el

conocimiento pedagógico del contenido, es decir, aspectos didácticos de la asignatura; el conocimiento pedagógico general, que representa las situaciones de enseñanza-aprendizaje; y la generación de oportunidades de motivación hacia el aprendizaje. Por tanto, es imperativo recalcar que el conocimiento disciplinar no basta para una acción pedagógica exitosa, pero aun así es importante, ya que “a mayor conocimiento disciplinar más eficiente es la capacidad de enseñanza” (Cofré, 2010). Ahora bien, la preocupación por las competencias docentes y su relación con el éxito educativo, ha sido una gran disputa en la pedagogía y respecto de aquello, estudios recientes han revelado que la forma en que un profesor realiza su trabajo no solo está determinado por aquello, sino también por la unión de sus rasgos de personalidad (Liakopoulou, 2011).

Los docentes de ciencias en Chile, en general, son de mayor edad que el promedio de los docentes internacionales de países de la OCDE (Vergara y Cofre, 2014). Donde en promedio la edad los docentes que se desempeñan en el aula fluctúa alrededor de los 45 años, esto quiere decir que los docentes activos en las aulas chilenas completaron su educación formal hace más de veinte años y, por tanto, al no existir un apoyo sustantivo a su actualización conceptual, posiblemente un porcentaje importante no será capaz de cumplir con las expectativas dictadas por el curriculum de ciencias. Además, un importante número de docentes no presenta una formación específica en la disciplina científica que enseña, por lo tanto, un porcentaje de estudiantes está expuesto a una enseñanza no calificada en áreas del conocimiento que se consideran de difícil aprehensión. Según Claro (2003), en algunos establecimientos incluso las clases de física, química y biología son dictadas por docentes de otras áreas como historia o geografía o incluso educación básica, donde además de asumir su disciplina asumen horas pedagógicas del área de las ciencias. Sumado a aquello, este mismo estudio reflejó que la cantidad de docentes con especialidad en biología cumplen con la demanda actual de colegios y horas de docencia, pero en el caso de las asignaturas de física y química presentan un déficit importante de profesores, alcanzando alrededor de un 20,4% y 9 %, respectivamente. Al establecer una relación entre la cantidad de horas requeridas y el tipo de establecimiento educacional, el estudio dejó en evidencia que los establecimientos particulares superan los mínimos requeridos, mientras que aquellos con financiamiento público pasa lo contrario. Otro aspecto muy importante a considerar es el sobre-empleo que afecta a un número importante de docentes de ciencia, donde, según Claro (2004) del total

de profesores de física, un 21% debe realizar clases en otro establecimiento para complementar su precario sueldo, lo mismo ocurre con docentes de química y biología, aunque en un mejor porcentaje, un 15% y 12%, respectivamente, lo que indudablemente afecta significativamente su calidad docente.

Finalmente, el ejercicio profesional de los profesores de ciencias de nuestro país, está afectado por cuatro grandes factores, el primero es la carencia de profesores con especialidad en la asignatura (Claro, 2004), lo siguiente dice relación a los bajos resultados de los alumnos en las pruebas internacionales (PISA), además el enfrentarse a los recientes cambios curriculares, y por supuesto, el desarrollo de nuevos estándares para la formación de profesores (MINEDUC,2019).

Fullan (2002) resume aquello señalando que:

*“El cambio educacional depende de lo que el profesor haga y piense: es tan simple y tan complejo como eso”*

#### Enfoques teóricos de la actitud

Uno de los aspectos relevantes en el proceso de educar, es la necesidad de formar actitudes. Este concepto ha sido desarrollado desde principios del siglo XX y fue introducido en la psicología social estadounidense, con el objetivo de diferenciar un elemento de la conducta humana, que motivara una reacción en la conducta, a favor o en contra de un estímulo proveniente de un entorno que expresa una tendencia a actuar de una forma determinada (García-Ruiz y Sánchez, 2006). Este concepto con los años alcanzó una gran importancia, donde incluso fue señalado como el concepto más distintivo e indispensable en la psicología social contemporánea (Petty y Cacioppo, 1996). Es así que el estudio de las actitudes fue de constante interés, lo cual es evidenciado en la cantidad de conceptos existentes en la literatura. Algunas de estas definiciones se detallan a continuación.

- Actitud es la disposición a evaluar de diversas maneras ciertos objetos, acciones y situaciones (Chein, Cook y Harding, 1948).
- La actitud se refiere a una predisposición a responder a alguna clase de estímulo con ciertas clases de respuestas (afectivas, cognitivas y conductuales) (Rosenberg y Hovland, 1959).

- La actitud es un conjunto de categorías del individuo para valorar el campo del estímulo por él establecido durante el aprendizaje de este campo en interacción con otras personas (Sherif, C. Sherif, M, Nebergall, 1967).
- La actitud es una idea cargada de emotividad que predispone a una clase de acciones ante una clase particular de situaciones sociales (Triandis, 1996).
- Ajzen y Fishbein (1980) establecen que actitud es una predisposición aprendida a responder de forma consistente favorable o desfavorable en relación a un objeto dado.
- La actitud es una categorización de un estímulo u objeto estimulado a lo largo de una dimensión evaluativa anclada en información afectiva, cognitiva y emocional ( Zanna y Rempel, 1988).
- Travers y Cooper (1994), afirma que la actitud es una disposición para responder de manera tal que a la conducta se le da una dirección definida, además define que en términos técnicos la actitud es una estructuración intelectual, un concepto interno y profundo que no se puede observar por sí mismo.
- La actitud se define como una predisposición a actuar consistentemente de una determinada forma ante diversas situaciones, personas y objetos (Sanmartí y Tarín, 1999).
- El concepto actitud, se refiere a las concepciones fundamentales relativas a la naturaleza del ser humano, implica ciertos componentes morales o humanos y exige un compromiso personal y se define como una tendencia o disposición constante a percibir y reaccionar en un sentido: por ejemplo, de tolerancia o de intolerancia, de respeto o de crítica (Martínez, 1999).
- Una actitud es una orientación general de la manera de ser de un actor social (individuo o grupo) ante ciertos elementos del mundo (Muchielli, 2001).

Como podemos observar, las definiciones expuestas reflejan la evolución del concepto de actitud, reflejando el cambio teórico de posiciones basadas en las teorías más clásicas del aprendizaje hacia conceptualizaciones de carácter cognitivo.

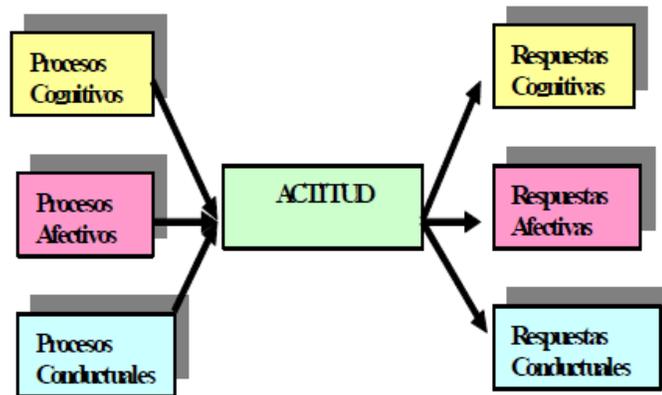
A lo largo de los años muchos han sido los intentos de clarificar, ordenar o explicar esta divergencia. Autores como Hovland y Rosenberg (1960), han resuelto aquello exponiendo que las actitudes son constructos que median nuestras acciones y se encuentran compuestas

por elementos cognitivos, afectivos y activos o conductuales que a su vez se interrelacionan entre sí; lo que para Martín- Gordillo (2003), hace relación a una trilogía conocimiento-sentimiento-acción. Entonces, las actitudes se pueden observar, y por tanto medir considerando sus conductas, acciones o expresiones verbales, siempre que los componentes de la actitud puedan variar en su grado de aceptación o rechazo (Riquelme, 2005).

Para fines de la presente investigación el concepto de actitud asumido es el de Myers (2003), quien indica que la actitud representa manifestaciones psicológicas internas que se muestran mediante respuestas observables que comprenden principalmente aspectos cognitivos (opiniones y creencias), afectivos (sentimientos evaluativos y preferencias) y conductuales (acciones, intenciones o tendencias de acción).

Este concepto de actitud también es asumido por Manassero y colaboradores (2000) quienes sostienen que para la existencia de una actitud hacia un objeto determinado es necesario que existan determinadas condiciones, una representación cognitiva de dicho objeto, donde están inmersas las creencias de los sujetos, y otros componentes cognitivos como el conocimiento mismo sobre el objeto. También, unos elementos afectivos que expresan un sentimiento a favor o en contra de este objeto, y por último uno conductual que será el resultado de la combinación de los aspectos cognitivos y afectivos que promuevan la expresión de determinadas conductas.

En referencia a lo anterior, Rosenberg y Hovland (1960) proponen un modelo con tres componentes de la actitud (véase Figura 1).



*Figura: 1 Representación del modelo de los tres componentes de la actitud (Fuente: Rosenberg y Hocland, 1960)*

Tal como muestra el esquema de la Figura 1, la actitud es el producto de la combinación de procesos cognitivos, afectivos y conductuales. Por lo tanto, la actitud es una combinación de estos tres modos distinguibles de experiencia hacia el objeto de la actitud (Nocetti,2015).

### Actitud hacia las ciencias

En la sociedad actual, la ciencia y tecnología resultan ser piezas clave en la mejora y desarrollo de cualquier sociedad, donde procesos como la industrialización, simplemente serían inexistentes sin ella. Por esta razón el desarrollo de la ciencia y tecnología son cruciales para que un país consiga consolidar un desarrollo sustentable tanto en lo económico como en lo ambiental.

Por esta razón, la formación de ciudadanos críticos ante los nuevos horizontes que toma la ciencia y por supuesto la sociedad, se han vuelto cruciales. Sin embargo, diversas investigaciones, esbozan la disminución en el interés de los estudiantes por la asignatura de ciencias (Schreiner y Sjøberg, 2004). Esto podría deberse a innumerables factores, pero una de las causas más probables, son las actitudes hacia las ciencias.

Las estructuras tridimensionales de la actitud, puede formarse bajo cuatro fuentes: la familia, la escuela, las relacionales sociales y laborales y otros mecanismos de adquisición como por ejemplo la imitación, las relaciones sociales y por supuesto la enseñanza (Casales, 1989).

Cuando hablamos de actitudes necesariamente se incluyen elementos tales como el gusto por las clases, preferencia de carreras científicas y por supuesto interés hacia temáticas diversas (Gutiérrez, 2008). Es así que las actitudes hacia las ciencias se definen como las disposiciones, tendencias o inclinaciones a responder hacia elementos implicados en el aprendizaje de la ciencia. Además, Vázquez y Manassero (1999) muestran que las actitudes científicas también pueden relacionarse con la enseñanza-aprendizaje de la misma, guardando relación con los métodos de enseñanza; los profesores de ciencia; el clima de aula; y el curriculum, y por tanto va a contribuir a la construcción colectiva del conocimiento científico y la imagen social de la ciencia (García-Ruiz y Sánchez, 2006).

Entonces, las actitudes guían los elementos perceptuales y cognitivos que conducen la enseñanza (Sarabia, 1992), ya que estas dictaminan la totalidad del proceso educativo, considerando aspectos conceptuales y cognitivos que necesariamente guiaran el aprendizaje de los alumnos.

Las actitudes hacia las ciencias es un concepto que para García-Ruiz y Sánchez (2006) presenta algunos problemas. El principal es la falta de claridad en la definición del objeto, lo que conduce a constantes interpretaciones que no necesariamente son las adecuadas. Donde, por ejemplo, la literatura habla de actitudes científicas hacia la ciencia; hacia la enseñanza de la ciencia; hacia el aprendizaje de la ciencia; hacia el profesor que enseña ciencia; hacia las materias de ciencias; hacia los científicos; entre otras, y todas ellas usualmente para referirse al mismo objeto, la ciencia.

Por otra parte, autores como Vázquez y Manassero (2008) afirman que durante los primeros años de escolaridad los estudiantes poseen mucho entusiasmo por las actividades de la escuela en ciencias, y que el interés disminuye durante la educación secundaria, especialmente en materias como física o química (Osborne, Driver, y Simon, 1998; Parkinson, Hendley, Tanner, y Stables, 1998; Ramsden, 1998; Simpson y Oliver, 1990; Weinburgh, 1995). Respecto a lo anterior, Fernsham (2004), sitúan a las actitudes hacia las ciencias como el primer orden problemático de la educación, pues, afirma que cuando estas son negativas ocurre un descenso de las actitudes con el avance de la edad del estudiante. Es

decir, a medida que los estudiantes poseen mayores años de escolaridad, su actitud hacia las ciencias disminuye, por lo tanto, se refleja una paradoja educativa, la cual necesariamente afecta principalmente a los docentes.

### Enfoques teóricos de la Alfabetización científica:

La alfabetización científica, es un concepto antiguo, que incluso remonta a finales de los años 50 del siglo XX (Bybee y DeBoer, 1994), luego del surgimiento de movimientos pos guerra, donde se planteaba la obligación de que cada vez más personas participaran del mundo de los científicos y son estos los que inician dicha preparación, dejando luego esta responsabilidad en los docentes. La idea era incluir conceptos básicos de la naturaleza de la ciencia, la ética y las relaciones existentes entre ciencia y sociedad (Petty & Cacioppo, 1996) en la formación de ciudadanos en torno a problemáticas científicas. Hoy en día, es un concepto muy utilizado e incluso ha adquirido categoría de eslogan de forma amplia y global, siendo utilizado por los investigadores, diseñadores de currículos y profesores de ciencia. Por lo cual, se señala que la Alfabetización Científica es una expresión metafórica que establece una analogía entre una educación inicial de las ciencias y la educación tecnológica actual (Fourez, 1994).

Es así, la alfabetización científica ha sido descrita por muchos autores. Por ejemplo, Shen (1975) afirma que la alfabetización científica, puede entenderse a partir de tres tipos, el primero es la alfabetización práctica, la cual se define como un conocimiento científico y tecnológico que puede utilizarse para resolver necesidades básicas de la salud y supervivencia humana. Otro tipo es la Alfabetización cívica, la cual se define también como un conocimiento científico, pero que se relaciona con problemas sociales. Y, por último, para este autor existe la alfabetización cultural, la cual define la alfabetización como un producto cultural humano.

Otro de los postulados fundamentales para comprender este concepto, es la de la NSTA (*Nacional Science Teachers Association*, 1982) la cual definió que una persona alfabetizada científicamente, sería capaz de comprender que la sociedad controla la ciencia y la tecnología por medio de recursos, como por ejemplo, conceptos científicos, destrezas procedimentales

y valores en la toma de decisiones diarias, y además es capaz de reconocer limitaciones y utilidades de la ciencias en pos del bienestar humano. Al analizar estas inferencias, se evidencia la relevancia que toma la enseñanza de la ciencia en el contexto cultural, por lo tanto, se interpreta que la enseñanza de las ciencias en la escuela no debe estar enfocada a las personas con inclinación a alguna profesión relacionada con la ciencia, muy por el contrario, es vital para todos. La NTSA, también afirma que una persona alfabetizada científicamente es capaz de conocer conceptos esenciales como hipótesis y teorías de la ciencia, y fundamentalmente diferenciar entre evidencia científica y opinión personal, construyendo una visión de mundo, en base a fuentes de información fiables que les permitan tomar decisiones.

La alfabetización científica permite la movilidad social, pues potencia que los estudiantes desarrollen un pensamiento teórico, práctico y crítico, además de aprender sobre ciencia clásica y actual, con el fin de desarrollar experiencias investigativas para la resolución de innumerables problemas vinculados con la sociedad (Reid y Hodson, 1993). Lo expuesto luego por Forez (1994), refuerza esta idea, pues él lo relaciona con la educación científica, la cual, potencia a los niños a desarrollar una visión de mundo, a través de experiencias. Por lo tanto, para lograr alfabetizar científicamente a un individuo es necesario involucrar a dicho estudiante en su cultura nativa por medio de experiencias que deben ser comprobadas y cuestionadas de forma constante, pues el fin es ver el por qué y el sentido de las cosas, para interpretar, analizar y cuestionar lo planteado.

Por otro lado, también se señala que la alfabetización científica es un constructo difuso capaz de encerrar múltiples interpretaciones. Por ejemplo, Shannos (1995) afirma que la falta de claridad y consenso sobre lo que es o debería ser la alfabetización científica se debe a la falta de claridad y de consenso que existe en la academia, por las raíces de la educación científica.

Pero, aun así, diversos autores la han estudiado, y uno de los autores que más ha desarrollado el tema es Robert Bybee, el cual plantea que necesariamente la asimilación del concepto se distribuirá en niveles, sin pretender encasillar a un estudiante, muy por el contrario, se busca su progreso. Son cinco niveles, y según el modelo de Bybee (1997), estos son:

*Analfabetismo científico: caracterizado por estudiantes de baja capacidad cognitiva y comprensión limitada, respecto a su vocabulario y el manejo de conceptos. 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.*

*Alfabetización científica nominal: 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 tienen su punto de partida en este nivel, y constituye el piso para avanzar a los niveles siguientes.*

*Alfabetización funcional: se caracteriza por el uso de vocabulario científico, pero dominado por el conocimiento memorístico y superficial sólo 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.*

*Alfabetización científica conceptual y procedimental: donde no sólo 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.*

*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.*

Es importante recalcar que autores como Busquets, Silva y Larrosa (2015), afirman que la alfabetización científica entrega un estatus, generando necesariamente brechas entre las personas. Estas dependerán de la adquisición de los conocimientos científicos, siendo primordial la incidencia de un docente de ciencias que genere instancias de acercamiento a las ciencias a los estudiantes.

Respecto a otras interpretaciones de la alfabetización científica, autores como Marco (2000) afirman la posibilidad de distinguir tres niveles o modalidades de alfabetización científica, los cuales son:

*Alfabetización práctica: solo otorga a las personas, herramientas y actitudes suficientes para desenvolverse en la vida cotidiana.*

*Alfabetización cívica: se caracteriza por permitir a los ciudadanos intervenir, en debates sociales o políticos, con el uso de criterios científicos válidos.*

*Alfabetización cultural: posibilita a los sujetos a plantearse aspectos profundos sobre la ciencia y como esta se relaciona con una dinámica social.*

Por otro lado, Kemp (2002) también pretendió definir el concepto de alfabetización, pero esta vez agrupándolo por dimensiones. La primera de ellas es la conceptual (conceptos científicos), luego procedimental (obtención y uso de la información científica) y finalmente la afectiva (emociones y actitudes hacia la alfabetización científica).

Por lo tanto, la alfabetización científica podría definirse como la comprensión de ideas claves, las cuales permiten interpretar los fenómenos naturales o las aplicaciones tecnológicas mediante modelos científicos (Acevedo, Manassero, Vásquez, 2005). Además, otorga a los individuos la capacidad de identificar asuntos subyacentes de las decisiones nacionales y locales para expresar posiciones que sean científicamente informadas sobre la base de fuentes viables para participar de temas socio científicos y tomar decisiones informadas incluyendo la capacidad de debatir y evaluar diversos temas (Dawson y Venville, 2009).

En síntesis, enseñar ciencias no debe buscar que los alumnos únicamente aprendan contenidos, sino que, sobre todo desarrollen actitudes científicas, como el escepticismo y la valoración del mundo natural, adquiriendo habilidades como la creatividad, la argumentación y el pensamiento lógico (MINEDUC, 2019), con el fin de formar ciudadanos “comunes” pero

alfabetizados científicamente. Es decir, estudiantes capaces de participar en la experiencia científica, enfrentando problemas atinentes a su entorno, lo que por consiguiente favorecerá su aprendizaje (Sabariego y Manzanares, 2006), y claro está, su contribución a la sociedad, como un ciudadano activo y crítico de los procesos democráticos, en la toma de decisiones promoviendo su acción ciudadana en la resolución de problemas de ciencia y tecnología (Acevedo y colaboradores, 2005).

## METODOLOGÍA

### Diseño de investigación

En este capítulo se presenta la metodología empleada para responder a los objetivos de la investigación, el cual fue desarrollado bajo un paradigma cuantitativo, este tipo de estudio se caracteriza por buscar la verdad comprobable científicamente, en ellos se rechazan conceptos universales, lo fundamental radica en el objeto de estudio. Los estudios cuantitativos, se basan en la objetividad del investigador y no buscan hechos o fenómenos sociales, sin prestar atención a la subjetividad de los sujetos, en este enfoque la realidad se subentiende como única y fragmentada (Sandín, 2003; Serrano, 2011). Se fundamenta en el positivismo lógico, donde se busca un criterio de certeza para el conocimiento, dando énfasis en la objetividad de la realidad (Canales, 2016). Es por ello que estas investigaciones pueden aplicar a distintos campos sociales, como, por ejemplo, la educación, pues asumen una concepción de la realidad constante y adaptable en el tiempo (Hernández, 2003).

Por su parte, autores como Serrano (2011) señalan que en este tipo de investigación se utiliza una medición controlada y específica en la cual los objetivos se encuentran fuera de los datos, estos últimos se deben cuantificar y cuestionar. Es así, que generalmente estas investigaciones plantean una hipótesis, las cuales deberán ser sometidas a prueba, como experimentos. Para la contratación de la hipótesis, en esta investigación se elaboraron encuestas constituidas por preguntas cerradas e ítems estandarizados, los cuales dieron cabida a la medición de las variables, indicando su nivel de contrastación con la hipótesis, ya que, este enfoque potencia el carácter hipotético deductivo, donde se pretende clarificar y ofrecer soluciones a diversos retos (Catalán, Manríquez, Navarro, Neira, Rojas, Salazar, 2017).

Las variables delimitadas para esta investigación, fueron el nivel de alfabetización científica y la actitud hacia las ciencias de los profesores de enseñanza media, con distinta especialidad (biología, química o física). Ambas variables fueron evaluadas mediante un cuestionario cerrado, el primero por medio de una prueba de alfabetización científica y la segunda mediante un cuestionario tipo Likert, ambas escalas fueron de elaboración propia.

Es así que se desarrolló un análisis y caracterización de la actitud hacia las ciencias y también el nivel de alfabetización científica en los docentes participantes del estudio, poniendo énfasis

en establecer si existe o no una asociación entre la alfabetización científica y las actitudes hacia las ciencias de profesores con determinada especialidad que se desempeñan en forma activa en diversos establecimientos educacionales del país.

#### Tipo estudio y diseño

Desde el enfoque cuantitativo este estudio se situó en un nivel descriptivo, pues busca recopilar datos con el fin de especificar diversas propiedades, características y perfiles de personas, grupos o comunidades (Hernández, 2003). Este tipo de investigación pretende describir y evaluar conceptos, variables u objetos de interés, de forma independiente o conjunta (Bisquerra, 2014).

La presente investigación no se centró en aspectos subjetivos de la experiencia de los profesores participantes del estudio (Sandín, 2003; Serrano, 2011), sino que, solamente se focalizó en caracterizar el nivel de alfabetización científica y actitud hacia las ciencias que estos demostraron, a partir de la aplicación de dos instrumentos, además de establecer una asociación entre las variables del estudio.

El alcance del estudio es de tipo correlacional, puesto que, pretendió conocer el grado de asociación entre dos o más variables en el ejercicio de la profesión docente en ciencias (biología, química o física) en diversos contextos del país.

En relación con el diseño de la investigación, esta fue de tipo no-experimental transversal, ya que las dimensiones no pueden ser manipuladas, puesto que los datos recolectados fueron precisos para el estudio en un espacio y en un momento determinado (Salinero, 2004; Hernández, Fernández, Baptista 1994). El universo a investigar consta de profesores de ciencias con distinta especialidad, de nuestro país, cuya especialidad docente es biología, química, física o física y matemáticas, los cuales fueron seleccionados de forma intencional, bajo criterios comunes. La recolección de datos se realizó de forma online utilizando la aplicación de formularios google.

#### Población y muestra.

En consideración con el propósito de este estudio, el cual es establecer asociaciones entre las variables de estudio (actitud hacia las ciencias y nivel de alfabetización científica en profesores de ciencias), se delimitó la población de la siguiente manera:

La población está compuesta por docentes de ciencias de distinta especialidad (biología, química, física o biología y química) que se desempeñen activamente en liceos o colegios dentro del territorio nacional y cuya experiencia profesional sea como mínimo de un año.

En cuanto a la selección de los establecimientos, esta no respondió al criterio de equiprobabilidad, sino que únicamente de circunstancias favorables para el muestreo. Respecto a aquello, Hernandez (2003) sugiere que una muestra no probabilística, supone un procedimiento de selección informal, es decir, la elección de los sujetos no depende de que todos tengan la misma probabilidad de ser elegidos, sino, de la decisión del investigador. En este caso, los datos fueron recopilados en condiciones de pandemia, por lo tanto, el contacto con los profesores y su participación en el estudio, se limitó a la comunicación en forma remota, mediante correo electrónico, redes sociales y aplicado por medio de formularios *Google*.

Los docentes que participaron del estudio, necesariamente debían ejercer en enseñanza media al momento de la recolección de datos, por lo tanto, todos se encontraban en jornada laboral remota (clases *online*). Es así, que participaron 70 profesores de educación media con especialidad en ciencias (biología, química, física o biología y química) y también licenciados en ciencias biológicas (con licencia para ser educadores), los cuales se desempeñaban en diversos contextos escolares (Subvencionado, Municipal, Particular o de Administración Delegada) de diversas comunas del país, principalmente de la región Metropolitana y Biobío. A continuación, se muestra el detalle de la muestra de docentes.

*Tabla 1 Caracterización de la muestra del estudio*

<b>Sexo</b>		<b>Región donde realiza su labor docente</b>			<b>Total</b>
Hombres: 24	Mujeres: 46	Metropolitana: 42	Bio Bio: 16	Otra: 12	
<b>Especialidad</b>					
Biología: 33		Química: 18	Física: 12	Otro: 7	

### Instrumento de medición

1. Actitud hacia las ciencias:

Para medir el nivel de actitud hacia las ciencias, se utilizó un cuestionario cerrado tipo Likert. Este es un instrumento de medición compuesto por un conjunto de símbolos o valores numéricos contruidos de tal forma que puedan ser asignados por regla a los individuos (o a sus conductas) a quienes se aplica el cuestionario, indicándose la asignación por la posesión del individuo de cualquier aspecto que mida el cuestionario.

Específicamente, la escala utilizada es un método desarrollado por Likert, y se utiliza para medir niveles de disposición hacia un objeto, persona o idea. Consiste en un conjunto de ítems presentados en forma de afirmaciones o juicio ante los cuales se pide la reacción de los sujetos, es decir, se presenta cada afirmación y se pide al sujeto que externe su reacción eligiendo uno de los cinco puntos del cuestionario. A cada punto se le asigna un valor numérico. Así, el sujeto obtiene una puntuación con respecto a la afirmación y al final se obtiene su puntuación total, sumando las puntuaciones obtenidas en relación con todas las afirmaciones

Para caracterizar la actitud hacia las ciencias que presentan profesores de ciencias con distinta especialidad, se constó de 33 ítems, frente a los cuales los profesores señalaron su grado de acuerdo o desacuerdo, en una escala de 1 a 5 puntos.

El instrumento evaluó tres dimensiones (utilizando ítems positivos y negativos), las cuales se detallan a continuación:

- **Implicancias sociales de la ciencia (I)**: En esta subescala, se describen opiniones de los sujetos ante diversos ítems vinculados con la relación que existe entre la actualidad (socio y/o político) y el conocimiento científico, esta dimensión se desprende de la dimensión cognitiva, la cual hace alusión a las creencias del sujeto (Rodríguez, 1991, Kind, Jones y Barmby, 2007).
- **Conductas relacionadas con la Enseñanza de las ciencias (C)**: En esta escala se describen las conductas o acciones que se desarrollan en el ejercicio profesional de la enseñanza de las ciencias en nuestro país, esta dimensión se desprende de la dimensión conductual, que se refiere a las intenciones o acciones manifestadas por los sujetos, es decir una tendencia de acción a un objetivo (Rodríguez, 1991 y Kind, Jones y Barmby, 2007).

- **Adopción de actitudes científicas (A):** Se relaciona con los pensamientos, creencias u opiniones que los docentes presentan frente al conocimiento y educación científica, otorgando una valoración a ello, esta dimensión se desprende de la dimensión afectiva, que se refiere a una visión restrictiva de las actitudes, pues representa un conjunto de sentimientos que una persona tiene sobre un objeto, basándose en sus propias creencias (Kind, Jones y Barmby, 2007)

Cada dimensión se compone por 6 o 7 enunciados específicos (33 en total). Aproximadamente, el 50% de los enunciados de cada dimensión se enunciaron de forma positiva y el otro 50% de forma negativa. Es así, que los enunciados fueron organizados de forma aleatoria, con el fin de que los docentes respondieran de forma consiente y no al azar.

*Tabla 2 Dimensiones respecto a la actitud hacia las ciencias*

<i>Dimensión</i>	<i>Implicancias sociales de la ciencia</i>	<i>Conductas relacionadas con la enseñanza de las ciencias</i>	<i>Adopción de actitudes científicas</i>	<i>Total</i>
Positiva	1,4,10,17,22,24	3,6,14,18,25,32,31	2,8,21,30,23	18
Negativa	7,13,15,19,27,29	9,12,20,33,28	5,11,26,16	15

- Enunciados positivos: Son aquellos enunciados en donde no se encuentran negaciones en la redacción al enunciado.
- Enunciados negativos: Son aquellos enunciados en donde se encuentran negaciones en la redacción del enunciado

Para valorizar numéricamente las respuestas de los docentes, cada enunciado en particular se valoró de 1 a 5. De esta forma la puntuación de los enunciados fluctuó entre el puntaje máximo de 165, la media de 99 y el mínimo de 33.

De esta forma la puntuación de los enunciados en forma positiva queda expresada como se muestra en la Tabla 3.

*Tabla 3 Puntuación de enunciados de la tendencia positiva*

<b>Valoración</b>	<b>Clave</b>	<b>Puntaje</b>
<b>Muy de acuerdo</b>	MA	5 Puntos
<b>De acuerdo</b>	DA	4 Puntos
<b>No estoy seguro ( Indiferente)</b>	IN	3 Puntos
<b>En desacuerdo</b>	ED	2 Puntos
<b>Muy en desacuerdo</b>	MD	1 punto

Los enunciados de la tendencia negativa quedaron expresados en la Tabla 4, como se muestra a continuación:

*Tabla 4 Puntuación de enunciados de la tendencia negativa*

<b>Valoración</b>	<b>Clave</b>	<b>Puntaje</b>
<b>Muy de acuerdo</b>	MA	1 Puntos
<b>De acuerdo</b>	DA	2 Puntos
<b>No estoy seguro ( Indiferente)</b>	IN	3 Puntos
<b>En desacuerdo</b>	ED	4 Puntos
<b>Muy en desacuerdo</b>	MD	5 punto

En resumen, el puntaje 5 se otorga a la valoración “Muy de acuerdo” para la redacción positiva, y para la valoración “Muy en desacuerdo” para la redacción negativa.

Finalmente, para caracterizar la actitud hacia las ciencias, se dispuso a elaborar rangos, respecto al puntaje máximo y mínimo de la escala, siendo los siguientes (véase Tabla 5):

*Tabla 5 Nivel de actitud hacia las ciencias*

<b>Nivel</b>	<b>Rango de puntajes</b>
<b>Bajo</b>	33 – 76,5
<b>Medio</b>	77,5 – 120
<b>Alto</b>	122 - 165

## 2. Nivel de Alfabetización Científica

Para efecto del presente estudio, en primera instancia se consideró adecuar la escala establecida por Bybee (1997) respecto al nivel de alfabetización científica de estudiantes y se intentó adecuarla para este estudio, pero, esto no fue posible. La razón fue que los ítems

de esta escala dictaban mucho de la práctica docente chilena, razón por la cual, se elaboró una nueva.

Para la elaboración de la escala, se consideró una prueba creada por Agüero (2015), la cual presenta un modelo estandarizado para examinar el desarrollo de la alfabetización científica en tres niveles (conceptual, actitudinal y procedimental). Pero para efecto de esta investigación, solo se revisó el modelo y se tomó como base para crear las preguntas de forma absolutamente independiente, ya que la escala de Agüero (2015) tiene como objetivo el medir el nivel de alfabetización científica en estudiantes y este estudio está enfocado en profesores en ejercicio.

El instrumento elaborado para esta tesis, se construyó a partir de preguntas de elaboración propia, construidas a partir de la experiencia profesional de la autora y también de encuestas nacionales del Ministerio de Deporte y de Salud y además preguntas traducidas y adaptadas de PISA (OCDE, 2018).

La Prueba se constituyó por 13 preguntas de selección múltiple, con 4 alternativas de respuesta. El puntaje asignado a cada pregunta fue de 1 punto, dando un total de 13 puntos (véase Tabla 6).

*Tabla 6 Preguntas de Selección Múltiple utilizadas para evaluar la escala de Alfabetización Científica*

<b>Fuente</b>	<b>N° de pregunta</b>	<b>Total Puntaje</b>
Elaboración propia	4,6,7,8,9	5
Elaboración propia a partir de Ministerio de Deporte o Salud	10, 11	2
Elaboración propia a partir de <i>National Geographic</i>	5→ a y b	2
Elaboración en base a prueba PISA ( 2018)	1,2,3,12	4

Además de las preguntas de selección múltiple, la prueba también constó de una pregunta de desarrollo, donde los docentes debían leer una noticia actual (en este caso respecto al aumento del uso transgénicos y plaguicidas), para luego expresar su opinión desde una perspectiva personal y científica. Se esperaba que ellos respondieran considerando sus conocimientos científicos, su capacidad de reflexión y por supuesto su experiencia profesional.

Es así, que para cada uno de los cuatro criterios considerados las respuestas de los profesores se calificaron respecto a 1, 2 o 3 puntos, donde se pretendió proyectar los objetivos educacionales y su experiencia profesional de la mano del curriculum (Shwartz, Ben-Zvi & Hoftein.,2006). Es así, que el puntaje máximo posible fue de 12 puntos y el mínimo es 4 puntos.

*Tabla 7 Tabla de especificación para evaluar la Alfabetización Científica*

Criterios	Puntaje		
	3	2	1
El profesor utiliza lenguaje científico			
El profesor manifiesta comprender las grandes ideas sobre ciencia (relacionadas con el texto)			
El profesor demuestra un dominio de conceptos científicos globales			
El profesor muestra en su respuesta, una clara vinculación entre los conocimientos científicos y la sociedad actual			

Finalmente, el instrumento permitió categorizar a los profesores en uno de los 3 niveles de alfabetización descritos en la Tabla 7. Estos niveles se basan en la investigación de Bybee (1997), pero fueron adaptados con el fin de responder al objetivo de estudio. Es así como fueron reducidos a tres niveles y no a cinco como el autor sugiere y además se redefinieron, esto debido a que el instrumento de medición es más breve y fue además elaborado explícitamente para fines de esta investigación. Es así como se consideraron los siguientes rangos de puntaje:

*Tabla 8 Nivel de alfabetización científica*

Nivel de alfabetización científica	Criterio	Rango de Puntaje
Alfabetismo científico nominal	El docente muestra la ausencia de un vocabulario científico, solo manifiestan comprender e identificar preguntas, conceptos o temas del dominio de la ciencia.	1 – 4
Alfabetismo funcional y tecnológico	El docente muestra el uso de un vocabulario científico, pero solo es capaz de mostrar un conocimiento memorístico y superficial, de la ciencia.	5 – 8
Alfabetismo científico multidimensional	El docente se caracteriza por comprender los conceptos científicos, relacionándolos con la globalidad de una disciplina, incluyendo sus métodos de investigación, además demuestra una comprensión de la ciencia, la cual se extiende	9- 12

	más allá de los conocimientos empíricos, pues se incluyen incluso dimensiones filosóficas.	
--	--	--

### Validación del instrumento

El juicio de experto de los dos instrumentos de medición (Actitud hacia las Ciencias y Alfabetización Científico), fue realizado por tres profesionales, expertos en la enseñanza de las ciencias, los cuales cuentan con experiencia en la realización de juicios y valoraciones. Todos ellos, son docentes e investigadores a nivel universitario, con formación académica de magister y/o doctorado (en diversas áreas de la enseñanza de las ciencias). Se trató de dos hombres y una mujer de la región del Bio Bio y la Metropolitana. Cada uno realizó contribuciones personales a los instrumentos, considerando su propia visión. A continuación, se detallan las contribuciones de cada autor respecto a cada escala.

Una vez que ambos instrumentos fueron construidos de forma preliminar, se procedió a la eliminación de ciertos conectores en los enunciados y claro el sentido de los mismos (en varias ocasiones los enunciados fueron divididos en dos), ya que siempre se buscó que las preguntas o enunciados fueran puntuales y en la medida de lo posible no generaran confusión o sesgo en los docentes. Luego de esta serie de correcciones se procedió al juicio de expertos para la validación del instrumento.

El proceso anteriormente mencionado, ocurrió en octubre del año pasado, en ese momento comenzó el estallido social de nuestro país lo que, en parte, produjo un retraso en la búsqueda de estos profesionales, ya que algunos de estos no contaban con el tiempo ni la disposición a corregir un instrumento de medición de este tipo.

A continuación, se detallan los principales comentarios de los expertos (1, 2 y 3), en relación a la escala Likert, “Actitud hacia las ciencias” y la prueba “Nivel de Alfabetización Científica”.

#### **Experto 1:**

- Formación Académica: Magíster en Educación mención Didáctica. UCSC.
- Área de experiencia profesional: Enseñanza de las ciencias para estudiantes de educación básica, media y superior, formación inicial y permanente de profesores de ciencias.

- Cargo actual: Coordinador Laboratorio de Ciencias Colegio Aurora de Chile Chiguayante, Relator y Coordinador de Unidad Programa Indagación Científica para la Educación en Ciencias de la UCSC.

#### Escala de actitud hacia las ciencias:

En primer lugar, el docente realizó comentarios respecto a la cantidad de enunciados, los cuales eran 35 y debido a sus aprensiones de tiempo, dos de estos fueron eliminados de la escala. Además, sugirió varios aspectos de forma como el color de tabla o el tipo de letra utilizado, reiterando la importancia de la uniformidad de los colores y por lo tanto de todos los aspectos gráficos.

Por otro lado, sugirió explicitar la razón de los enunciados positivos y negativos y además la organización aleatoria de los enunciados para los docentes y así lograr respuestas con menos sesgo por parte de los profesores. Solicitó mayor coherencia en la redacción de los enunciados, de modo que resultaran más concretos y limitaran posibles confusiones en los entrevistados.

Respecto a las dimensiones de la escala, este evaluador sugirió revisar el sentido de cada categoría. Es así, que la definición de “adopción de actitudes científicas” fue modificada y mejorada gracias a sus recomendaciones. Finalmente, recomendó una nueva revisión de los enunciados, con el objetivo de asegurar una correcta clasificación de cada uno.

Nivel de Alfabetización Científica: En primera instancia este instrumento fue extenso, compuesto de varias preguntas de desarrollo y análisis. En relación a aquello, este experto sugirió varios cambios respecto a los ítems presentados y también a la cantidad de preguntas, pues siempre recalco en sus comentarios que para medir la alfabetización científica era primordial disminuir factores de confusión para los docentes y así obtener datos más fidedignos.

Es así, que la prueba quedo constituida por 20 preguntas de selección múltiple (únicamente), además sugirió ciertas preguntas de pruebas estandarizadas (prueba PISA), las cuales fueron traducidas y utilizadas en este estudio.

### **Experto 2:**

- Formación Académica: Magíster en Educación mención Enseñanza de la Química. Universidad Pedagógica Experimental Libertador, Venezuela
- Área de experiencia profesional: Profesor Especialidad Química, Universidad Pedagógica Experimental Libertador, Venezuela
- Cargo actual: Académica y estudiante de Doctorado en Educación, UCSC.

#### Escala de actitud hacia las ciencias:

Este docente, realizó comentarios específicos por cada ítem de la escala, donde sugirió cambios de forma, como por ejemplo los verbos usados o la eliminación de ciertos conectores en los enunciados.

Por ejemplo, la escala original presentaba un enunciado en referencia a la naturaleza de las ciencias. Respecto a este, el evaluador sugirió su eliminación ya que el concepto podría resultar perjudicial para los docentes. También, mostró su reticencia a ante enunciados respecto el clima de aula (pues a su criterio podrían generar confusión en los profesores) lo que también fue modificado.

Nivel de Alfabetización Científica: Este experto formulo varias sugerencias respecto a aspectos formales de la escala, como las instrucciones, la letra, el tamaño del texto y el orden en general.

Además, sugirió explícitamente el eliminar o combinar preguntas, pues sugirió que el tiempo estimado para responder la encuesta debiese ser máximo de 50 minutos. Este tiempo era ampliamente superado considerando las 20 preguntas iniciales de la escala. Por esta razón las preguntas se redujeron a 12. Finalmente, el autor sugirió un orden aleatorio de las preguntas.

### **Experto 3:**

- Formación Académica: Doctora en Ciencias de la Educación. Pontificia Universidad Católica de Chile.
- Área de experiencia profesional: Investigación científica, Aprendizaje, Biología, Educación Superior, Chile.

- Cargo actual: Académica Pontificia Universidad Católica de Chile. Facultad de Educación.

#### Escala de actitud hacia las ciencias:

Ella fue la primera evaluadora que revisó la escala, por lo tanto, los primeros cambios sustantivos surgieron a partir de su análisis. Estos fueron comunicados de forma oral mediante una conversación virtual por ZOOM, donde la evaluadora indicó una serie de cambios de forma y de contenido respecto a la escala, sobre todo en torno a limitar la cantidad de enunciados y la complejidad de estos.

Además, recomendó organizar los enunciados en la tabla adscrita a esta tesis y gracias a ello los enunciados pudieron ser analizados probabilísticamente de mejor manera. Además, sugirió enunciándolos de reemplazo, con el fin de mejorar la escala.

#### Nivel de Alfabetización Científica

La experta que colaboró a la corrección de esta escala, sugirió varios cambios de preguntas, pues muchas de las preguntas iniciales no necesariamente apuntaban a conocer el nivel de alfabetización científica de los profesores; muy por el contrario, algunas hacían alusión a la memoria o a la mera interpretación de datos.

Es así que se llevó a cabo una conversación vía zoom, donde cada ítem fue revisado y mejorado. Además, se corrigió la traducción de alguno de los reactivos (para mejorar su comprensión). Junto a ella se re-formuló la única pregunta de desarrollo de la escala, donde los profesores debieron expresar sus conocimientos a partir de la reflexión de una noticia actual.

Posteriormente, se consideraron todas las correcciones realizadas vía videoconferencia y luego estas fueron nuevamente retroalimentadas para finalmente poder aplicarlas.

## RESULTADOS

De acuerdo a los objetivos de la investigación, en primer lugar, se aplicó un análisis descriptivo (frecuencia, media y desviación típica) de las variables. Además, interesó conocer el nivel de alfabetización científica que presentaban los profesores de ciencias (con distinta especialidad), y luego caracterizar la actitud hacia las ciencias que presentaban los profesores de ciencias. Junto con ello para estimar las diferencias de media según el género se utilizó la prueba t-Student para muestras independientes.

Posteriormente, se evaluó la asociación que existía entre alfabetización científica y actitud hacia las ciencias de profesores de ciencias con distinta especialidad, respecto al puntaje total y además respecto a las dimensiones: Implicancias sociales hacia la ciencia (conductual), Conductas relacionadas con ciencia (cognitiva), y Adopción de actitudes científica (afectiva).

Finalmente, se procedió a comparar el nivel de alfabetización científica y la actitud hacia las ciencias de docentes de ciencias con distinta especialidad (biología, química o física), mediante una prueba de ANOVA de una vía.

### Caracterización de la muestra

En el presente apartado, se presentan las principales características de la muestra que contempló el estudio. Es así, que esta estuvo constituida por 70 profesores de enseñanza media en ciencias (con distinta especialidad) y en ejercicio.

Respecto al género de los docentes, el 36% correspondió a hombres, un 1% manifestó que su género es indeterminado, mientras que la gran mayoría de los participantes de la muestra fueron mujeres, alcanzando un 63% (Figura 2).

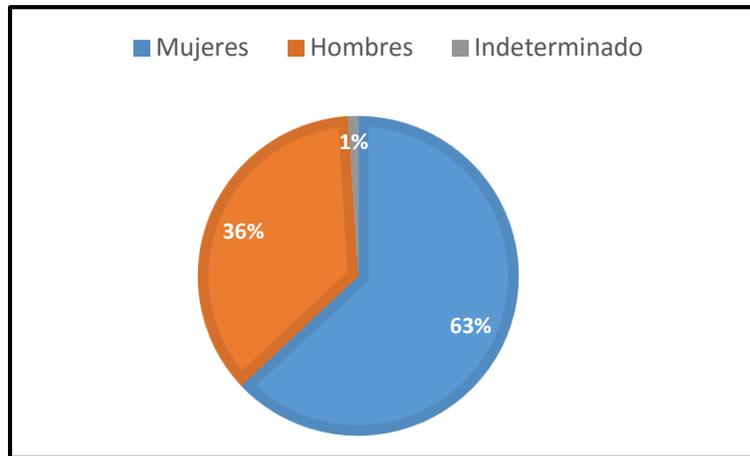


Figura: 2 Distribución de encuestados según género

Por otra parte, en la Figura 3 se detalla el tipo de dependencia administrativa donde los profesores en ejercicio ejercen la docencia. Un 5% pertenecen a administración delegada de educación 24% a administración particular, un 37% son docentes que se desempeñan en un establecimiento subvencionado y un 34% lo hacen un establecimiento municipal.

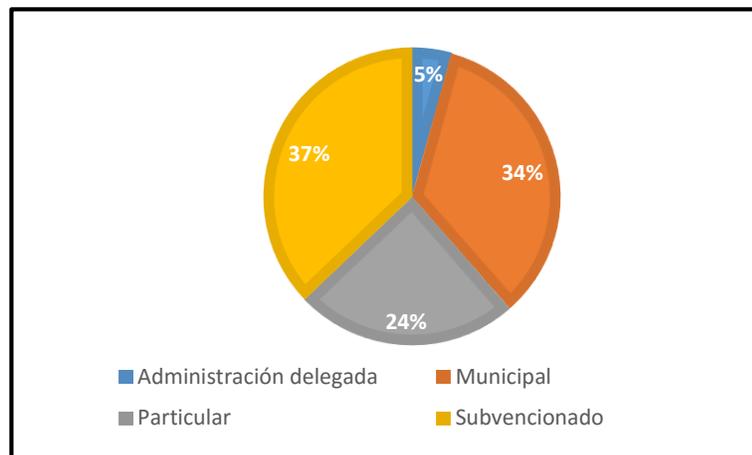


Figura: 3 Distribución de profesores en ejercicio según dependencia administrativa del establecimiento

En la Figura 4, se presentan los porcentajes correspondientes a la distribución de los profesores de ciencias, de acuerdo a su especialidad. Es así que un 13% de los profesores poseían la especialidad en biología y química, un 24% en química, un 14% en física, mientras que la gran mayoría de los docentes posee la especialidad en biología llegando a un 49%.

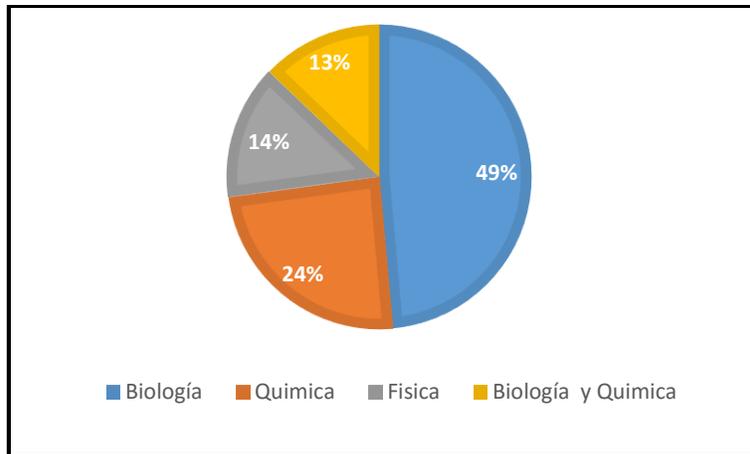


Figura: 4 Distribución de profesores según especialidad (Biología, química, física y biología y química).

Finalmente, se consideró la experiencia laboral que presentaban los docentes de ciencias participantes de este estudio, y por ello, que en la Figura 5 se muestra la información sobre los años de experiencia laboral que poseen los encuestados, esta información se clasificó en cuatro rangos y su distribución se detalla a continuación.

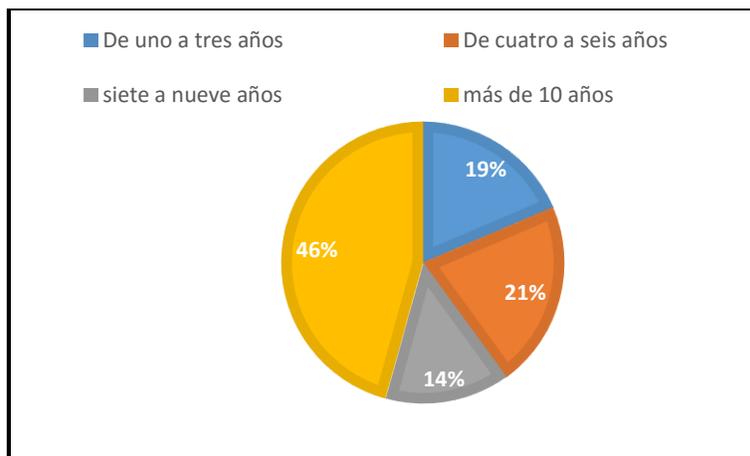


Figura: 5 Distribución de los profesores encuestados según experiencia profesional

### Nivel de actitud hacia las ciencias

Para calcular el puntaje de actitud hacia las ciencias, se sumaron los resultados obtenidos en cada una de las dimensiones, por los 70 casos válidos, siendo el puntaje ideal 165 puntos y el menor posible 33 puntos, es así, que se obtuvieron los rangos por cada nivel, siendo los siguientes (Tabla 9):

Tabla 9 Rango de puntajes de actitud hacia las ciencias

Nivel	Rango
Bajo	33 a 77 puntos
Medio	78 a 122 puntos
Alto	123 a 163 puntos

Fuente: Elaboración propia en base a los puntajes de la prueba Likert

Los resultados mostraron que en la muestra el puntaje menor fue de 40 puntos y el máximo de 139 puntos, siendo los valores de la media 113,5 y la desviación estándar y la varianza 19,13 y 366,1 respectivamente, en una escala de 1 a 5, siendo 1 la actitud negativa y 5 la actitud más positiva.

Por otro lado, respecto al nivel de actitud hacia las ciencias que presentan profesores de ciencias con distinta especialidad y en ejercicio, corresponde al detalle expresado en la Figura 6:

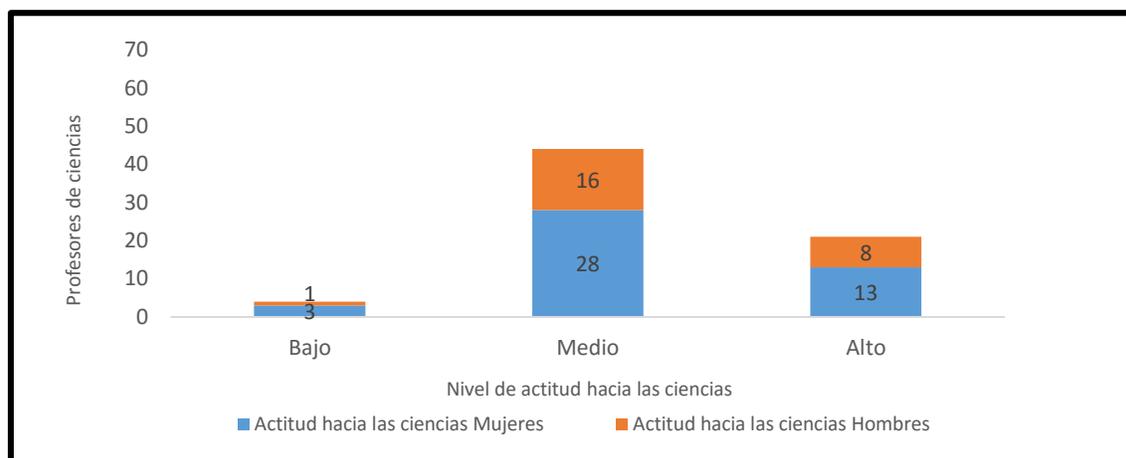


Figura: 6 Número de profesores que presentaron distintos niveles de actitud hacia las ciencias.

Los resultados evidencian que, en la muestra que fue de 70 profesores, la mayoría se los docentes están inmersos en el nivel medio de actitud hacia las ciencias, considerando un total de 44 docentes, siendo 16 hombres y 28 mujeres.

#### Nivel de actitud hacia las ciencias por dimensiones

Respecto al nivel de actitud hacia las ciencias de los profesores, según las dimensiones planteadas en el estudio, se observó que la media más alta fue *conductas relacionadas con ciencia* ( $M=43,5$ ;  $SD=6,7$ ), mientras que la escala que presentó la media más baja fue *adopción de actitudes científicas* ( $M= 30,8$ ;  $SD= 5,3$ ) (Figura 7).

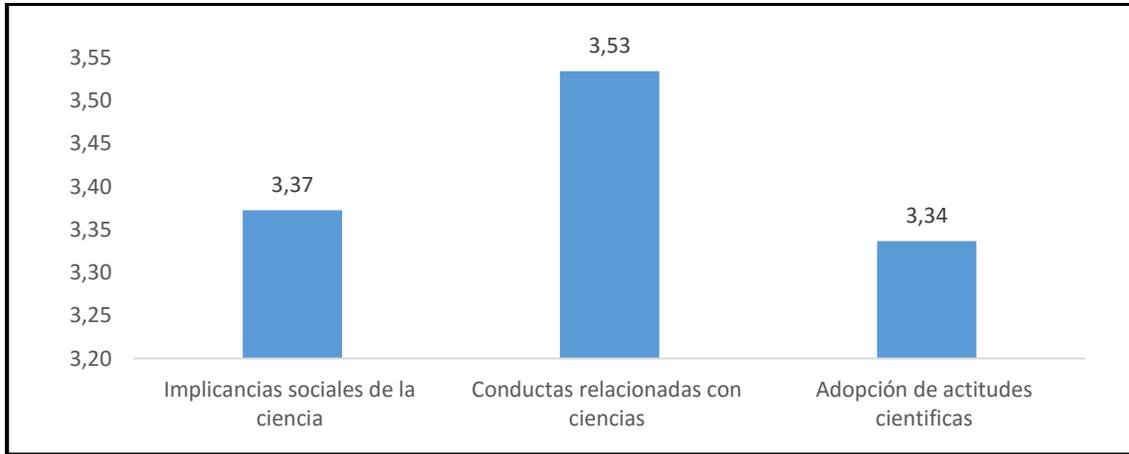


Figura: 7 Medias de graduación de actitud hacia las ciencias de profesores de ciencias, con distinta especialidad.

De las tres dimensiones o subescala de actitud hacia las ciencias que componen el instrumento, la que presentó la media más alta fue *conductas relacionadas con ciencia* ( $M = 3,53$ ;  $SD = 0,67$ ), mientras que la escala que presentó la media más baja fue *actitudes hacia las ciencias* ( $M = 3,34$ ;  $SD = 0,57$ ) (Tabla 10).

Tabla 10 Estadísticos descriptivos de la escala de actitudes hacia la ciencia

Dimensiones	Media	SD	Varianza
Implicancias sociales de la ciencia	3,37	0,56	0,31
Conductas relacionadas con ciencias	3,53	0,67	0,45
Adopción de actitudes científicas	3,34	0,57	0,33

Fuente: Elaboración propia en base a 70 casos validos

El análisis de diferencias de medias en función del sexo mostró que no hay diferencias estadísticamente significativas entre hombres y mujeres ( $t = -0,546$ ;  $p > 0,05$ ) (Figura 8).

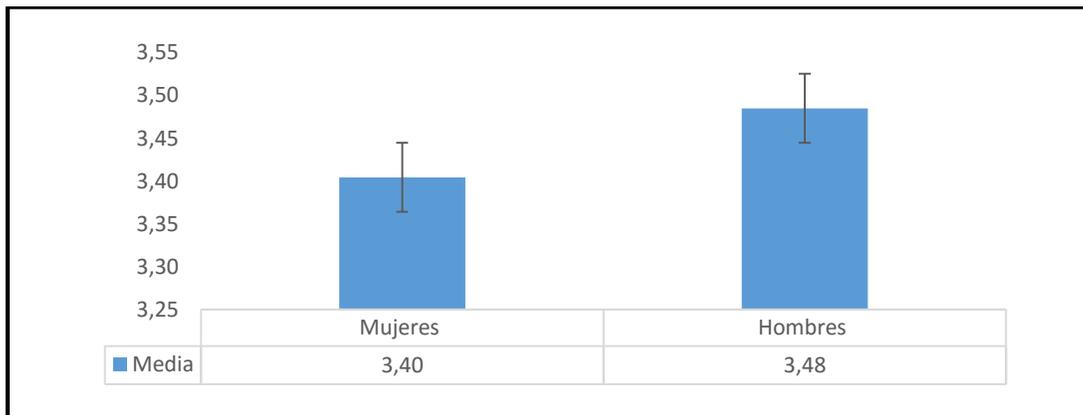


Figura: 8 Prueba t-Student para muestras independientes (sexo y actitud hacia las ciencias).

Respecto al nivel de actitud hacia las ciencias por dimensiones, se observó que respecto a las *implicancias sociales* y las *actitudes científicas* la mayor parte de los docentes están inmersos también en el nivel medio (n=44 y n=67), pero respecto a la *dimensión conductas hacia las ciencias*, la mayor parte de los docentes está inmerso en un nivel alto de alfabetización (n=61). Es importante recalcar que aún con esta diferencia, los profesores se enmarcan en un valor mínimo del nivel medio, tendiendo más bien a un nivel bajo, pero aun así según la escala se interpretan dentro de este nivel (Figura 9).

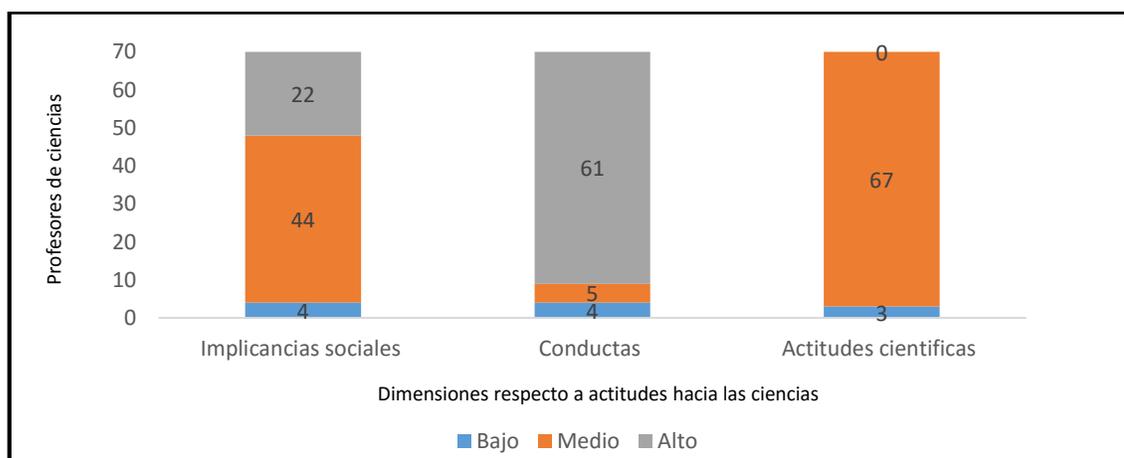


Figura: 9 Nivel de actitud hacia las ciencias de profesores, según dimensiones (implicancias sociales, conductas hacia las ciencias y adopción de actitudes científicas).

### Nivel de alfabetización científica

La prueba de alfabetización científica constó de dos partes, las primeras fueron preguntas de selección múltiple y la segunda constó de una pregunta de desarrollo, para lograr una mejor interpretación de los datos, se decidió realizar un análisis específico por cada parte, además del análisis de la prueba completa.

#### 4.1 Prueba de alfabetización científica (completa)

Para calcular el puntaje del nivel de alfabetización científica, se sumaron los resultados obtenidos en cada una de las dimensiones, por los 70 casos válidos, siendo el puntaje ideal 26 puntos y el menor posible 4 puntos, es así, que se obtuvieron los rangos por cada nivel, siendo los siguientes (Tabla 11):

Tabla 11 Rangos del nivel de alfabetización científica

Nivel	Rango
Bajo	4– 11 puntos
Medio	12 -19 Puntos
Alto	20-26 puntos

Fuente: Elaboración propia en base a 70 casos validos

Los resultados mostraron que en la muestra el puntaje menor fue de 7 puntos y el máximo de 20 puntos, siendo la media 12.7, la desviación estándar 2.7 y la varianza 7.3.

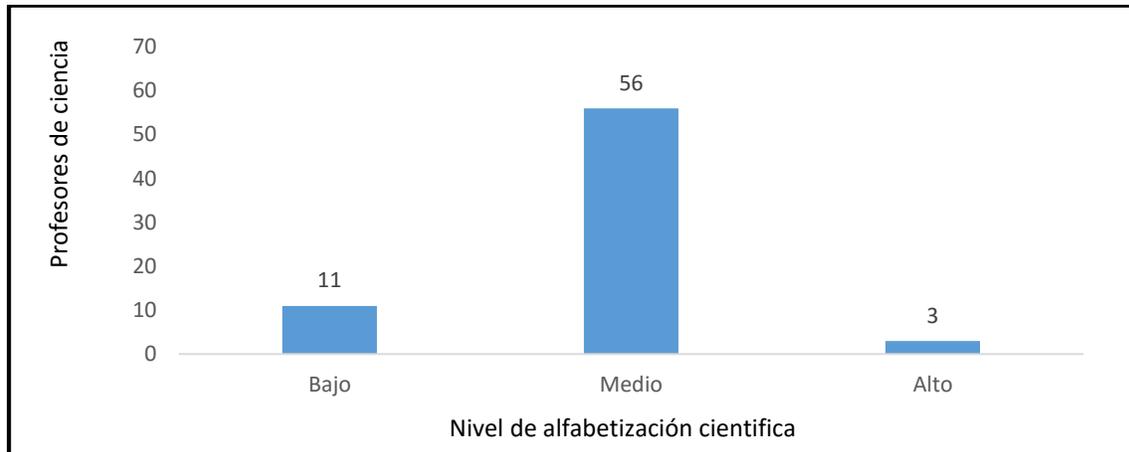


Figura: 10 Nivel de alfabetización científica (s.m) que manifiestan profesores de ciencias.

Es importante recalcar que tal como muestra la figura 10, la gran mayoría de los docentes se enmarca dentro del nivel medio (n=56), pero cercano a los valores mínimos de este, incluso tendiendo al valor más bajo del intervalo, aun así, tres docentes se enmarcaron en un nivel alto de alfabetización.

#### Prueba de alfabetización científica (Selección múltiple)

Para calcular el puntaje del nivel de alfabetización científica, se sumaron los resultados obtenidos en cada una de las dimensiones, por los 70 casos válidos, siendo el puntaje ideal 13 puntos y el menor posible 0 puntos, es así, que se obtuvieron los rangos por cada nivel, siendo los siguientes (Tabla 12):

Tabla 12: Rangos del nivel de alfabetización científica

Nivel	Rango
Bajo	0– 4 puntos
Medio	5 -9 Puntos
Alto	10-13 puntos

Fuente: Elaboración propia en base a 70 casos validos

Los resultados mostraron que en la muestra el puntaje menor fue de 2 puntos y el máximo de 9 puntos, siendo la media 6.5, la desviación estándar 1.5 y la varianza 2.3.

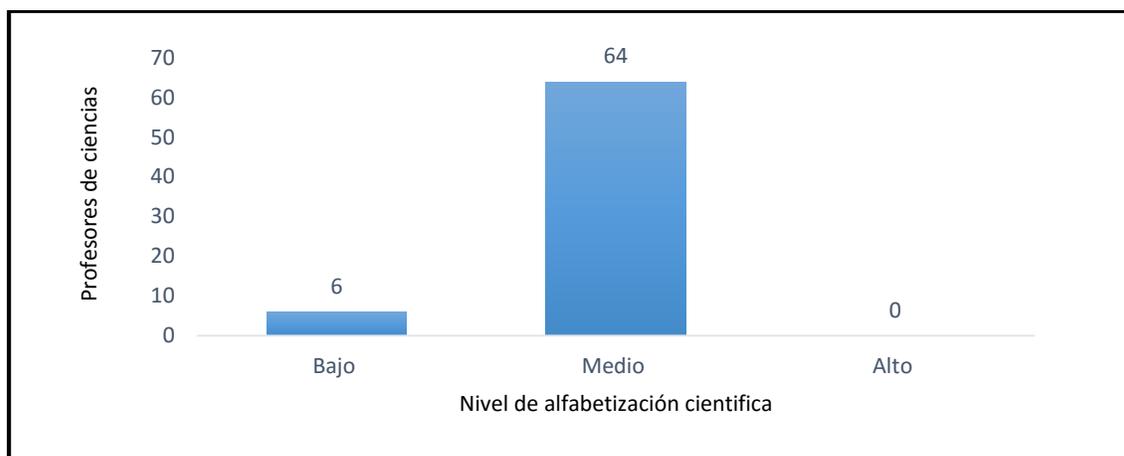


Figura: 11 Nivel de alfabetización científica que manifiestan profesores de ciencias.

Es importante recalcar que la gran mayoría de los docentes se enmarca dentro del nivel medio (n=64), pero en los valores mínimos de este rango, incluso tendiendo al valor más bajo del intervalo, además en este ítem no existieron docentes que alcanzarán el nivel máximo en la prueba (Figura 11).

#### Prueba de alfabetización científica (Pregunta de desarrollo)

Para calcular el puntaje del nivel de alfabetización científica, se sumaron los resultados obtenidos en cada una de las dimensiones, por los 70 casos válidos, siendo el puntaje ideal 12 puntos y el menor posible 0 puntos, es así, que se obtuvieron los rangos por cada nivel, siendo los siguientes (Tabla 13):

Tabla 13: Rangos del nivel de alfabetización científica

Nivel	Rango
Bajo	0- 3 Puntos
Medio	4 -7 Puntos
Alto	8-12 Puntos

Fuente: Elaboración propia en base a 70 casos validos

Los resultados mostraron que en la muestra el puntaje menor fue de 4 puntos y el máximo de 12 puntos, siendo la media 6.2, la desviación estándar 1.9 y la varianza 3.8.

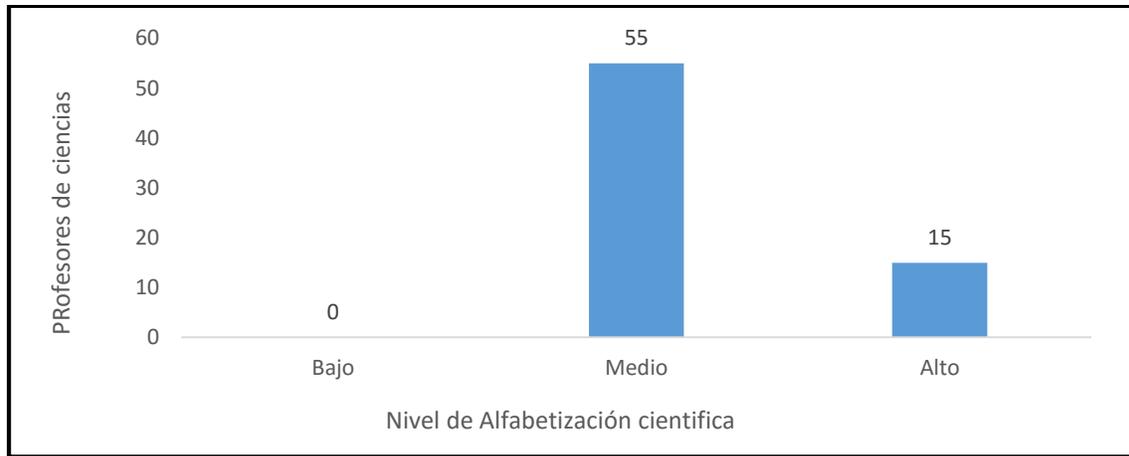


Figura: 12 Nivel de alfabetización científica de profesores de ciencias.

Es importante recalcar que la gran mayoría de los docentes se enmarca dentro del nivel medio (n=52), pero en los valores mínimos de este rango, incluso tendiendo al nivel más bajo del intervalo, por otro lado, esta prueba refleja una mayor variación en los resultados, donde 10 docentes están inmersos en un nivel bajo y 8 alcanzaron niveles altos de alfabetización (Figura 14).

### Correlaciones

Correlaciones entre alfabetización científica y actitud hacia las ciencias.

Respecto de la asociación entre alfabetización científica, desglosando sus respectivos puntajes (Ítem de selección múltiple= s.m; Ítem de pregunta de desarrollo= p.d; Prueba de alfabetización (puntaje total) = p.t) y actitud hacia las ciencias de profesores, se realizaron tres pruebas de correlación, las cuales se detallan a continuación (Tabla 13):

Tabla 14: Correlación entre alfabetización científica y actitud hacia las ciencias

Correlaciones	Valor del coeficiente de correlación de Pearson (r)	Significancia de la prueba (p)
Actitud hacia las ciencias y alfabetización científica (s.m)	0,001	0,994
Actitud hacia las ciencias y alfabetización científica (p.d)	0,024	0,846
Actitud hacia las ciencias y alfabetización científica (p.t)	0,018	0,884

Fuente: Elaboración propia en base a 70 casos válidos.

Respecto de la asociación entre alfabetización científica y actitud hacia las ciencias de profesores de ciencias, se observó una ausencia de asociación significativa entre las variables (r=0,001, p=0,994; r=0,024, p= 0,846; r=0,018, p= 0,884). Es decir, el valor de coeficiente

de correlación de Pearson ( $r$ ) nos indica que se trata de una correlación muy baja o despreciable, en los tres casos.

Finalmente, se puede corroborar la ausencia de correlación entre las variables de estudio al visualizar la Figura 13.

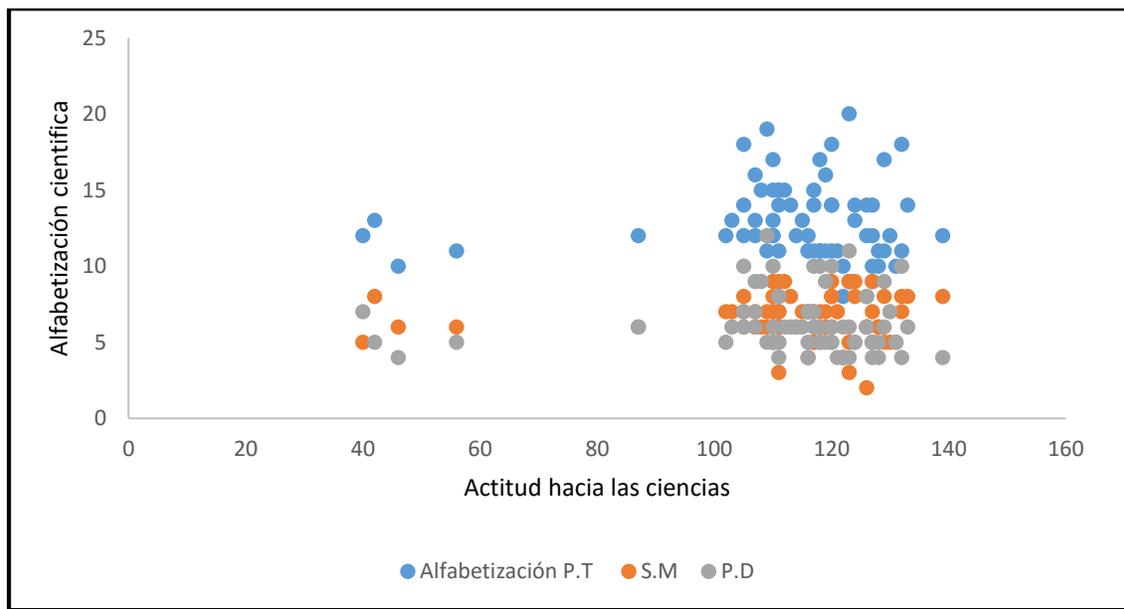


Figura: 13 Correlación entre la alfabetización hacia las ciencias y la actitud hacia las ciencias de profesores de profesores de ciencias.

Correlaciones entre alfabetización científica y las dimensiones de la actitud hacia las ciencias.

Respecto de la asociación entre alfabetización científica, desglosando sus respectivos puntajes (Ítem de selección múltiple= s.m; Ítem de pregunta de desarrollo= p.d; Prueba de alfabetización (puntaje total) = p.t) y las dimensiones de actitud hacia las ciencias de profesores, se realizaron tres pruebas de correlación, las cuales se detallan a continuación (Tabla 15):

Tabla 15: Correlaciones entre alfabetización científica y las dimensiones de la actitud hacia las ciencias

Correlaciones	Valor del coeficiente de correlación de Pearson ( $r$ )	Significancia de la prueba ( $p$ )
Alfabetización científica (p.t) e Implicancias sociales hacia la ciencia	0,12	0,919
Alfabetización científica (p.t) y Conductas relacionadas con ciencia	0,64	0,597

Alfabetización científica (p.t) y Adopción de actitudes científicas	-0,43	0,721
---	-------	-------

Fuente: Elaboración propia en base a 70 casos validos

Respecto de la asociación entre alfabetización científica y actitud hacia las ciencias de profesores de ciencias, se observó una ausencia de asociación significativa entre las variables ( $r=0,12$ ,  $p=0,919$ ;  $r=0,64$ ,  $p=0,597$ ; y  $r=-0,43$ ,  $p=0,721$ ). Es decir, el valor de coeficiente de correlación de Pearson nos indica que se trata de una correlación muy baja o despreciable, en los tres casos, de igual modo es importante considerar la correlación entre alfabetización científica y adopción de actitudes científicas, pues en esta el valor  $r$  fue negativo, esto significa que la correlación es negativa y por tanto indirectamente proporcional.

Finalmente, se puede corroborar la ausencia de correlación entre las variables de estudio al visualizar la Figura 14.

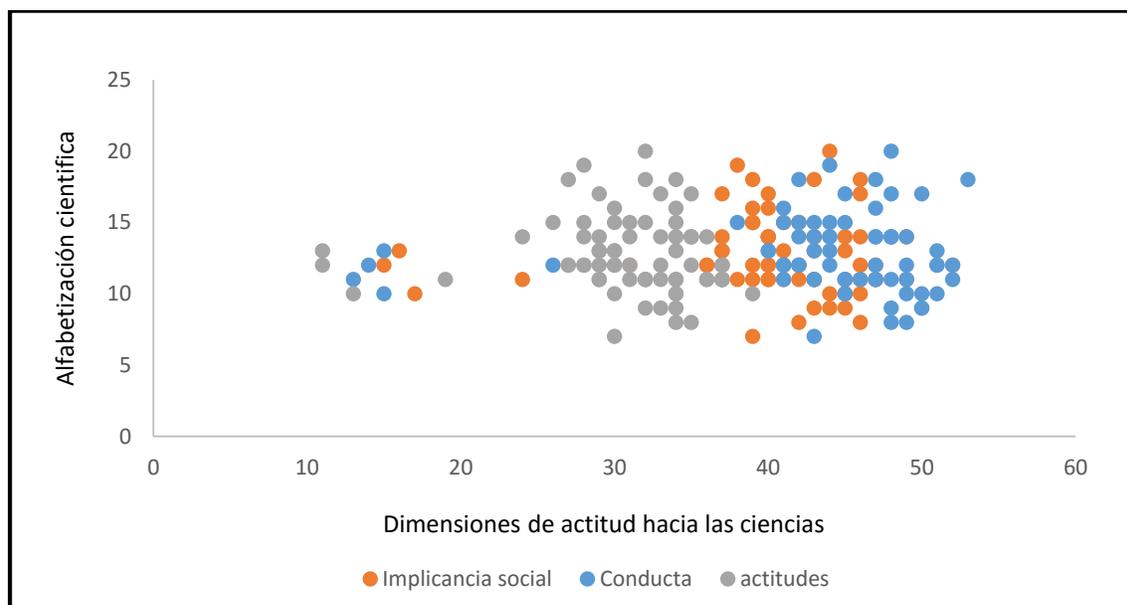


Figura: 14 Correlación entre alfabetización científica y dimensiones de actitud hacia las ciencias que manifiestas profesores de ciencias.

### Prueba Anova

#### Actitud hacia las ciencias y especialidad pedagógica

Para determinar la existencia o no de diferencias significativas entre la especialidad de los docentes participantes del estudio (Biología (1), Química (2), Física (3), Biología y Química (4)) y el resultado de la escala de actitud hacia las ciencias, se realizó una prueba ANOVA

de una vía, en ella las diferencias encontradas no resultaron ser significativas ( $f=1,126$ ;  $p=0,345$ ).

### **Alfabetización científica**

Para determinar la existencia o no de diferencias significativas entre la especialidad de los docentes participantes del estudio y el resultado de la escala de prueba de alfabetización científica, en los dos ítems que la prueba contenía (selección múltiple y desarrollo) se realizó una prueba ANOVA de una vía, en ella las diferencias encontradas no resultaron ser significativas.

Tabla 16: ANOVA de la prueba de alfabetización científica y especialidad docente.

Prueba de alfabetización científica	Valor <b>f</b>	Valor <b>p</b>
Selección múltiple	$f=1,094$	$p=0,358$
Pregunta de desarrollo	$f=0,731$	$p=0,537$
Puntaje total de la prueba	$f=1,426$	$p=0,243$

Fuente: Elaboración propia en base a 70 casos válidos.

A la luz de estos resultados, no fue necesario realizar la prueba post-hoc debido a que no existieron diferencias estadísticamente significativas en ninguna de las pruebas aplicadas.

## DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La realización de este proyecto de investigación tuvo como principal objetivo analizar el nivel de alfabetización científica y las actitudes hacia las ciencias de docentes de ciencias con distinta especialidad, las cuales fueron:

- Biología
- Química
- Biología y Química
- Física

Para la realización de este estudio se aplicó un cuestionario cerrado tipo Likert para medir las actitudes hacia las ciencias y una prueba de selección múltiple y de desarrollo para estimar el nivel de alfabetización científica, aplicado a profesores de forma remota de diversas regiones del país.

### **Nivel de actitud hacia las ciencias**

La educación científica tiene una meta principal la cual es que un individuo pueda usar el conocimiento científico en su vida cotidiana, siendo capaz de identificar preguntas, adquirir conocimientos y explicar diversos fenómenos (OCDE, 2009). A pesar de ello, la realidad es que nuestro país está muy lejos de esta meta. Autores como Navarro y Förster, (2012) afirman que respecto a la alfabetización científica en los estudiantes chilenos predomina un nivel funcional, y en referencia a las actitudes científicas estas son moderadamente favorables.

Los profesores, desarrollan ideas propias acerca de la ciencia, la enseñanza y el aprendizaje, y estas son el producto de sus años de escolarización y también fruto de su experiencia profesional (Abell, Bryan y Anderson, 1998; Mellado, 1998), y por consiguiente tendrán un impacto en el desarrollo de las actitudes, competencias y capacidades de éstos frente a la enseñanza de las ciencias. Es así que diversas investigaciones (Hernández, Gómez, Maltes, Quintana, Muñoz, Toledo, Riquelme, Henríquez, Zelada y Pérez, 2011), afirman que los estudiantes de enseñanza media, presentan una actitud negativa hacia las ciencias. Además, Harlen (2012) afirma que existe una relación directa entre las actitudes hacia las ciencias de los profesores y los estudiantes, convirtiéndose en un ciclo difícil de superar.

Los resultados expuestos en este trabajo, reflejan que un alto porcentaje de los profesores logró un puntaje en el cuestionario que lo inserta dentro de una actitud media, siendo el valor promedio más cercano al nivel bajo de actitud hacia las ciencias. Los profesores que participaron de este estudio al momento de tomar la muestra se encontraban ejerciendo su profesión mediante clases remotas, debido a la contingencia nacional, por tanto, quizás este factor afectó los resultados obtenidos a partir de la aplicación del cuestionario cerrado tipo Likert. Pero, aun así, al indagar en la bibliografía podemos encontrar que existe concordancia con los resultados, ya que autores como García y Chavez (2006) encontraron que los docentes de educación primaria mostraron nociones, emociones, y acciones que analizadas conjuntamente se traducen en actitudes poco favorables hacia las ciencias, lo cual inevitablemente influirá en su práctica docente. Sumado a aquello, autores como Navarro y Navarro y Förster (2012), afirman que en estudiantes secundarios predomina un nivel moderadamente positivo de las actitudes hacia las ciencias, tal como ocurre en los docentes de este estudio.

En el contexto anterior, es necesario recalcar las ideas planteadas por Forbes y David (2010), los cuales trabajaron en torno a las innovaciones educativas y en cómo estas se condicionan a causa de las actitudes que presenta el colectivo docente y a la enseñanza de las ciencias, en cuanto a la confianza que declaran tener los docentes que inevitablemente dictaminará su comportamiento en el aula (Vergara, 2006).

Cabe subrayar que esta investigación se interesó por abordar el nivel de actitud científica considerando distintas dimensiones de los docentes, es decir, dimensión conductual (conductas relacionadas con ciencia), actitudinal (adopción de actitudes científicas) y afectiva (implicancias sociales de la ciencia), observándose que la media más alta fue en las conductas relacionadas con ciencias. Es decir, la mayoría de los docentes refleja que en su actuar profesional la actitud hacia las ciencias se identifica con el simple obrar o con hechos, muy por el contrario, la literatura afirma que estas debieran cimentarse en la acción y la consistencia de los hechos (Díaz, Frida y Hernandez, 2002).

Sin embargo, aunque los docentes mostraron una actitud hacia las ciencias en un nivel medio, el análisis de diferencias de medias en función del sexo mostró que no hay diferencias significativas entre los profesores y profesoras que participaron de este estudio. Este

resultado concuerda con lo estudiado por Navarro y Föster, (2012) y Orbay, Gokdere, Tereci y Aydin (2010), quienes encontraron que las diferencias en la actitud según el sexo, tampoco presentaron diferencias significativas a nivel de escala general.

Por otro lado, en relación al nivel de actitud hacia las ciencias por dimensiones, en este trabajo se encontró que, respecto a las implicancias sociales y las actitudes científicas, la mayor parte de los docentes también está inmerso en el nivel medio. Pero respecto a la dimensión de las conductas hacia las ciencias, la mayoría de los docentes está inmerso en un nivel alto de actitud. Esto se puede explicar por el hecho de que el componente conductual implica necesariamente una conducta acorde con la cognición y la afectividad (Matus, Cortez-Monroy, Sabatini, Hermansen y Silva, 2012) pues las personas tienden a obrar de acuerdo con sus ideas y sentimientos. Autores como Cofré (2010) y García-Ruiz y Sánchez (2006) han declarado que las actitudes positivas se cimientan en una estabilidad en la acción y consistencia en los hechos, es por ello, que frases como “qué mala actitud”, “a pesar de toda su actitud es admirable”, remite al accionar estable que se encarna en la persona humana, lo cual se muestra de forma involuntaria como un aspecto propio de la personalidad, inclusive habitualmente se considera como uno de los indicadores esenciales para valorar la calidad de la educación científica (Sanmartí, 2002).

### **Nivel de alfabetización científica**

El nivel de alfabetización científica que presentan los profesores de ciencias participantes de este estudio se estimó mediante una prueba construida principalmente a partir de los niveles que fueron establecidos por Bybee (1997) y Agüero (2013). Aunque es imperativo mencionar que los niveles de alfabetización científica fueron modificados, existiendo solo tres niveles descritos para el estudio (*Analfabetismo científico nominal, alfabetismo funcional y tecnológico, alfabetismo científico multidimensional*).

En la muestra analizada, los resultados indican que los profesores se enmarcan dentro del nivel medio de alfabetización científica, pero en los valores mínimos de este, con el valor más bajo del intervalo y sin que ningún docente pudiese alcanzar el nivel máximo de la prueba.

Este resultado indica que los profesores muestran el uso de un vocabulario científico, pero este solo les permite mostrar conocimiento memorístico y superficial de la ciencia, enmarcándose en un nivel de alfabetismo funcional tecnológico de la alfabetización científica, respecto a los niveles planteados en el estudio. Este resultado, concuerda con datos expuestos en pruebas internacionales respecto a nuestro país, donde los estudiantes chilenos demuestran estar poco preparados para identificar dilemas científicos, y mucho menos para explicar fenómenos y utilizar evidencias científicas para interpretar y resolver problemas que involucren la vida cotidiana (Gutiérrez, 2008).

En nuestro país, los aprendizajes de los contenidos curriculares en ciencia son muy bajos, en comparación con países desarrollados. Eyzaguirre y Le Foulon (2001), esbozan que el 44 % de los estudiantes chilenos exhibió un manejo netamente elemental de los contenidos curriculares, demostrando un conocimiento inferior al mínimo que permite describir la prueba, y el 51% está inmerso entre el nivel de logro inferior e intermedio, según los resultados del Estudio Internacional de Tendencias en Matemáticas y Ciencias (TIMMS). Además, el 13% de los jóvenes que rindieron la prueba se encuentran bajo el nivel 1 de desempeño en la prueba PISA 2006, es decir, son incapaces de demostrar las competencias requerida por las tareas científicas más sencillas. Por consiguiente, si los estudiantes no logran desarrollar estas habilidades una de las posibles explicaciones podría ser que los mismos docentes no las presentan, debido a que, el factor más importante en el logro de los aprendizajes y habilidades de los estudiantes es el profesor (Abell, 2007; Gonzales y Colaboradores, 2009).

La prueba aplicada a los docentes, se dividió en dos secciones. La primera, tuvo relación con preguntas de selección múltiple y, la segunda, en torno al análisis de una noticia donde los docentes debían analizar y proponer una respuesta. Los resultados obtenidos en referencia al tipo de pregunta (*selección múltiple o desarrollo*), fueron los mismos que al considerar la prueba completa, pues, al analizar los resultados de la sección “*selección múltiple*”, la mayoría de los docentes también se enmarcaron dentro del nivel medio de alfabetización científica, tendiendo al valor más bajo de este. Ahora bien, respecto a la pregunta de desarrollo, los docentes demostraron que la mayoría se enmarca dentro de un nivel medio de alfabetización, pero un porcentaje importante reflejó un nivel alto (8 docentes). Esto último

podría deberse a que la especialidad de los docentes del estudio era diversa y al presentar una mayoría de docentes de biología, estos presentaban un mayor conocimiento bruto de aquello, lo cual beneficio su rendimiento en la prueba.

Al analizar los resultados de correlación, entre el nivel de alfabetización científica y la actitud hacia las ciencias, no se encontraron asociaciones estadísticamente significativas, por lo tanto, no existe una asociación entre ambos tipos de resultados. Esto no es concordante, con lo encontrado en la literatura respecto a ambas variables medidas en estudiantes chilenos. Es así como Navarro y Föster (2012), afirman que existe una correlación positiva y significativa en seis de las siete escalas de actitud planteadas en su estudio. Además, Zhang y Campbell (2011), refuerzan esta idea al considerar que las actitudes positivas hacia las ciencias se asocian a niveles superiores de alfabetización científica.

Por otro lado, los resultados obtenidos por Balastegui, Palomar y Solbes (2019), concuerdan con los datos obtenidos en este estudio, donde los estudiantes de bachillerato de España muestran no estar alfabetizados en el ámbito científico y además presentan bajos resultados respecto al razonamiento de la importancia de la educación científica. Según la OCDE (2008), la asociación entre el índice de actividades relacionadas con la ciencia y el desempeño de ésta es nulo y, por tanto, el estudio concluyó que un profesional del área científica no necesariamente estará ligado a logros superiores de alfabetización en ciencias, lo que podría explicarse debido al capital cultural de las personas (Lyon y Quinn, 2010).

En conclusión, los resultados anteriormente descritos dan cuenta de un nivel de alfabetización científica funcional en los docentes de ciencias y una actitud hacia las ciencias en un nivel medio, sin evidenciar asociaciones significativas entre ambas variables ni tampoco diferencias entre la especialidad profesional de los docentes. Estos resultados podrían explicarse debido a que en nuestro país no se ha generado un impacto en la formación de profesores, por medio de sus políticas públicas. Así, se observa que el sistema educativo da cuenta de una mixtura, donde predomina una acción docente de carácter instrumental, lo cual explica los resultados encontrados. Por lo tanto, los datos documentados en esta investigación reflejan un nivel de actitud hacia la ciencia, más bien restrictivo y orientado a profesores carentes de actitudes que permitan ofrecer respuestas a las políticas educativas actuales y,

por tanto, mejorar el desempeño de los estudiantes en relación a la enseñanza de las ciencias (Ferrada y Villena, 2010).

## LIMITACIONES

En referencia a aspectos técnicos del estudio, se pueden considerar las siguientes limitantes:

- Respecto a la prueba de alfabetización científica, esta fue muy extensa y por tanto conllevaba un importante esfuerzo por parte de los docentes, esto pudo influir en los resultados obtenidos, debido a que, al presentar varios textos extensos de lectura y comprensión, pudo provocar un esfuerzo desmedido en los profesores participantes de este estudio.
- Respecto a la forma de recolección de datos, debido a la pandemia mundial que actualmente afecta al mundo, la recolección de datos fue de forma *online* utilizando distintas redes sociales, como *LinkedIn*, *Facebook* y *Gmail* y para lograr que los profesores participaran, fue necesario hacer varias campañas, para lograr llegar al mayor número posible de participantes, además se sortearon \$30.000 entre los docentes que participaron íntegramente del estudio, esto significo confusión y retraso al momento de aplicar los instrumentos.
- Respecto a los sujetos que participaron en el estudio, los profesores con especialidad en ciencias, poseían distinta especialidad y eso fue absolutamente positivo, pero, la limitante del estudio es que la proporción de docentes participantes no fue igual, es decir, participaron más docentes de biología que de química y física, por lo cual los resultados podrían haberse visto afectados.
- Las escasas investigaciones relacionadas con el tema de estudio, específicamente en relación con los profesores, limitaron la discusión de los resultados obtenidos.
- Dado a que el enfoque de esta investigación es de tipo cuantitativa, los resultados que se obtuvieron, no permitieron avanzar hacia una mejor comprensión de los resultados sobre el nivel de alfabetización científica y la actitud hacia las ciencias que tienen los profesores de nuestro país.

## PROYECCIONES

En relación a los resultados de esta investigación, se podrían indicar las siguientes líneas de acción en relación a las proyecciones de la investigación:

En primer lugar, se sugiere que en futuras investigaciones los datos sean recolectados de forma presencial y a un número superior de sujetos, esto convendría al considerar y evaluar otros factores, que eventualmente podrían incluir en los resultados, como por ejemplo las prácticas de aula, el contexto social donde los docentes realizan sus clases, la extensión de la jornada laboral y también considerar el momento del día en que se recopilan los datos, para evitar que los resultados estén condicionados por factores externos como por ejemplo, el cansancio laboral

Además, sería conveniente que el estudio fuera aplicado en sujetos que cumplan con criterios de selección más específicos, como, por ejemplo, comuna, tipo de establecimiento, región o universidad de formación. Esto podría permitir que los resultados obtenidos sean más enriquecedores.

En tercer lugar, se vuelve imperativo la necesidad de investigar la percepción de los profesores de enseñanza básica o universitaria, respecto a la misma pregunta de investigación ¿Cuál es el nivel de alfabetización científica y la actitud hacia las ciencias de profesores de ciencias que se desempeñan en establecimientos educacionales en Chile?

Finalmente, considerando que en el estudio no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre el nivel de alfabetización científica y la actitud hacia las ciencias, que presentan profesores de ciencias con distinta especialidad, convendría investigar las variables bajo un enfoque cualitativo o mixto, debido a que de esta forma se podría lograr que el investigador responda al objetivo del estudio a partir, del análisis de la práctica docente sostenida en el tiempo y no a partir de una prueba definida para medir las variables, también debido a que estos enfoques pueden permitir al investigador dar más profundidad a los datos obtenidos para así, lograr así una mayor comprensión de los resultados.

## BIBLIOGRAFIA

- Abell, S, Bryan, I & Anderson, M. (1998). *Investigating preservice elementary science teacher reflexive thinking using integrated media case-based instruction in elementary science teacher preparation*. Science education, 82 (4) 491-509.
- Abell, S. K. y Lederman, N. (2007). *Handbook of research on science education*. Routledge.
- 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., Manassero, M A., Vázquez, A. (2005). *Orientación CTS de la alfabetización científica y tecnológica de la ciudadanía: un desafío educativo para el siglo XXI*. En: Retos y perspectivas de la enseñanza de las ciencias desde el enfoque Ciencia-Tecnología-Sociedad en los inicios del siglo XXI.
- 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.
- Acevedo, J.A, Vazquez, A. y Manassero, M.A. (2002). *El movimiento ciencia, tecnología y sociedad y la enseñanza de las ciencias*. En sala de lecturas CTS+I de la OEI, <http://www.campus-oei.org/salactsi/acevedo13.htm>. Versión en castellano del capítulo 1 del libro de Manassero, M.A, Vasquez, A y Acevedo, J.A: *Avaluació dels temes de ciència, tecnologia i societat*. Palma de Mallorca: Coselleria d'Educació i Cultura del Govern de les Illes Balears, 2001.
- Agüero, C. (2015). *Maestras principiantes y la construcción de propuestas didácticas*. En R. Menghini & M. Negrin (Comps.), *Docentes principiantes. Aventuras y desventuras de los inicios en la enseñanza*. pp. 159-178. Buenos Aires: Noveduc.
- Ajzen, I & Fishbein, M. (1980). *Understanding attitudes and predicting social behavior*. New Jersey: Prentice-Hall, Inc.
- Balastegui, M. Palomar, R.Solbes, J. (2019). *¿En qué aspectos es más deficiente la alfabetización científica del alumnado de Bachillerato?* Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias.17(3).

- Bisquerra, R. (2014). Metodología de la investigación. Madrid: Editorial La Murralla. S.A.
- Blanco, R. (2008). *Marco conceptual sobre educación inclusiva*. N° 25, 5-14. Recuperado de: [http://www.ibe.unesco.org/fileadmin/user\\_upload/Policy\\_Dialogue/48th\\_ICE/CONFINTED\\_48-3\\_Spanish.pdf](http://www.ibe.unesco.org/fileadmin/user_upload/Policy_Dialogue/48th_ICE/CONFINTED_48-3_Spanish.pdf)
- Burquets, T. Silva, M. Larrosa, P. (2016). *Reflexiones sobre el aprendizaje de las ciencias naturales*. Nuevas aproximaciones y desafíos. Estudios pedagógicos, número especial 40 años: pp, 117-135. Recuperado en [file:///C:/Users/Evelyn%20Neira/Downloads/Reflexiones sobre el aprendizaje de las ciencias n.pdf](file:///C:/Users/Evelyn%20Neira/Downloads/Reflexiones%20sobre%20el%20aprendizaje%20de%20las%20ciencias%20n.pdf)
- Bybee, R. (1997). *Achieving scientific literacy: From purposes to practices*. Portsmouth, NH: Heinemann.
- Bybee, R. y Deboer, G. (1994). *Research on goals for the science curriculum*. En Gabel, D.L. Handbook of Research en Science Teaching and Learning. New York: MacMillan P.C.
- Canales Cerón, M, (2006), *Metodologías de investigación social*, Santiago, Chile, Lom Ediciones.
- Casales, J. C. (1989). *Psicología social, Contribución a su estudio*. La Habana, Cuba: Editorial de Ciencias Sociales.
- Catalán, Manríquez, L., Navarro, K., Neira, E., Rojas, C., Salazar, D. (2017). *Actitud hacia la reflexión docente en profesores principiantes de pedagogía en educación media en biología y ciencias naturales formados en la universidad católica de la santísima concepción* (Tesis de pregrado). Universidad Católica de la santísima concepción, Chile.
- Cazau, P. (2006). *Introducción a la Investigación en Ciencias Sociales*. Buenos Aires: Editorial Humanitas.
- Chein, I., Cook, S. y Harding, J. (1948): *The campo de la investigación-acción*. American Psychologist, 3, p. 43-50.
- Claro, F. (2003). *Panorama docente de las ciencias naturales en Educación Media*. Revista de educación, (307), p 13-22.
- Cofre, H (2010). *Cómo mejorar la enseñanza de las ciencias en Chile, perspectivas internacionales y desafíos nacionales*. Ediciones UCSH. Chile.
- Consejo nacional de educación (2020). *Educación Escolar - Curriculum - Planes y Programas de Estudio*. Recuperado de [https://www.cned.cl/sites/default/files/140acdo\\_rex287\\_2020.pdf](https://www.cned.cl/sites/default/files/140acdo_rex287_2020.pdf)

- Cox, C. (1999) "Market and state principles of reform in Chilean education: policies and results". *APEC Education Forum* pp 17-58
- Dawson, V., & Venville, G. J. (2009). *High-school Students' Informal Reasoning and Argumentation about Biotechnology: An indicator of scientific literacy? International Journal of Science Education*, 31(11), 1421-1445. <https://doi.org/10.1080/09500690801992870>
- Díaz-Barriga A. Frida, Gerardo Hernández Rojas (2002). "Estrategias para el aprendizaje significativo: Fundamentos, adquisición y modelos de intervención". *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo. Una interpretación constructivista*. McGraw-Hill, México, pp.231-249.
- Eyzaguirre, B., y Fontaine, L. (2001). *La calidad de la educación chilena en cifras*. Estudios Públicos, 75.
- Fensham, P.J. (2004). Beyond Knowledge: Other Scientific Qualities as Outcomes for School Science Education. En R.M. Janiuk y E. Samonek-Miciuk (Ed.), *Science and Technology Education for a Diverse World – dilemmas, needs and partnerships*. International Organization for Science and Technology Education (IOSTE) XIth Symposium Proceedings (pp. 23-25). Lublin, Poland: Maria Curie-Skłodowska University Press.
- Ferrada, D y Villena, A. (2010). *Modelo profesional de referencia en la formación inicial de profesores. Cuadernos de pesquisa*. Estudios pedagógicos. 40 (140), p 507-527. Recuperado en <https://www.scielo.br/pdf/cp/v40n140/a1040140.pdf>
- Ferrada, D. Flecha, R. (2008). *El modelo dialógico de la pedagogía: un aporte desde las experiencias de comunidades de aprendizaje*. Estudios pedagógicos XXXIV.(1), p 41-61. Recuperado de [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-07052008000100003](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-07052008000100003)
- Fike, D.S., Fike, R., & Zhang, S. (2015). *Teacher qualities valued by students: A pilot validation of the teacher qualities (t-q) instrument*. *Academy of Educational Leadership Journal*, 19(3), 115-127.

- Forbes, C. T. & Davis, E. A. (2010). *Curriculum design for inquiry. Preservice elementary teachers' mobilization and adaptation of science curriculum materials*. Journal of Research in Science Teaching, 47, 820-839.
- Forez, G (1994). *Alfabetización científica y tecnológica. En F. Gerard Alfabetización científica y tecnológica* p. 247.
- Freire, P. (1980). *La educación como práctica de la libertad*. Madrid: Siglo XXI.
- Freire, P. (1990): *La naturaleza política de la educación. Cultura, poder y liberación*. Barcelona, Ediciones Paidós.
- Fullan M, Smith G (1999) *Tecnología y el problema del cambio*. Consultado el 20 de noviembre de 2020. <http://michaelfullan.ca/wp-content/uploads/2016/06/13396041050.pdf>
- Fullan, M. (2002). *El significado del cambio educativo: un cuarto de siglo de aprendizaje*. Profesorado, revista de curriculum y formación de profesores. (6) (1-2). Recuperado de <https://www.ugr.es/~recfpro/rev61ART1.pdf>
- Gallego, G. A. J. (2009). “*La motivación a lo largo del proceso escolar: aplicaciones didácticas. Innovación y experiencias educativas*”, *Innovación y experiencias educativas*. Revista digital, 24, 88-109.
- García, A. (2001). *Teorías e Instituciones de la Educación. Una aproximación Sociológica*. Madrid: Padilla Libros Editores
- 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.
- Gil- Pérez, D., Macedo, B., Martínez Torregrosa, J., Sifredo, C., Valdés, P. y Vilches, A. (2005). *¿Cómo promover el interés por la cultura científica? Una propuesta didáctica fundamentada para la educación científica de jóvenes de 15 a 18 años*. Santiago: OREALC/UNESCO. (2005). 1, 15-28. Recuperado de <https://www.researchgate.net/publication/39437045> Como promover el interes por l

[a cultura científica Una propuesta didactica fundamentada para la educacion cientifica de jovenes de 15 a 18 anos](#)

- González, C., Martínez, M. T. y Martínez, C. (2009) *La Educación Científica como apoyo a la movilidad social: desafíos en torno al rol del profesor secundario en la implementación de la indagación científica como enfoque pedagógico*. Estudios Pedagógicos 25, p 63-78. Recuperado en [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-07052009000100004](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-07052009000100004)
- González, E. Guillén, G. (2009). Proyecto de tesis doctoral: *La enseñanza de la geometría en la Educación Primaria. De la enseñanza/aprendizaje de la geometría en la formación de profesores de primaria a la enseñanza de esta materia en el aula: estudio de casos*. Investigación en Educación Matemática. Comunicaciones de los Grupos de Investigación. XIII Simposio de la SEIEM. Santander.
- González,W. Martínez,C. Larraín, M. Martínez, C. Cuevas, K & Muñoz, L. (2009). *La educacion cientifica como apoyo a la movilidad social: desafios en torno al rol del profesor secundario en la implementacion de la indagacion cientifica como enfoque pedagogico*. Estudios pedagógicos (Valdivia), 35(1), 63-78. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-07052009000100004>
- Gutierrez, David. (2008). Gutiérrez Díaz del Campo, D. (2008). *Desarrollo del pensamiento táctico en edad escolar*. Tesis Doctoral. UCLM.
- Haberman, M. (2006). *The special role of science teaching in schools serving diverse children in urban poverty*. En: Flick, L & N. Lederman (eds.). Scientific inquiry and the nature of science: Implications for teaching, learning, and teacher education (pp. 37-53). Netherlands: Springer. Recuperado en [https://www.researchgate.net/publication/225227729\\_The\\_Special\\_Role\\_Of\\_Science\\_Teaching\\_In\\_Schools\\_Serving\\_Diverse\\_Children\\_In\\_Urban\\_Poverty](https://www.researchgate.net/publication/225227729_The_Special_Role_Of_Science_Teaching_In_Schools_Serving_Diverse_Children_In_Urban_Poverty)
- Hammond, L. (2012). *Desarrollo de un enfoque sistémico para evaluar la docencia y fomentar una enseñanza eficaz*. Pensamiento educativo. Revista de investigación educacional latinoamericana. 49(2), 1-20.

- Harlen, W. (2012). *Aprendizaje y enseñanza de ciencias basados en la indagación*. Recuperado en <http://www.ecbichile.cl/wp-content/uploads/2012/05/Aprendizaje-y-ensen%CC%83anza-de-ciencias-basados-en-la-indagacio%CC%81n.pdf>
- Hattie, J. (2003). *Teachers make a difference: What is the research evidence? Paper presented at the Australian Council for Educational Research Annual Conference on Building Teacher Quality*, Melbourne.
- Henao, Berta., Silva, María. y Moreira, Marco. (2011). *La educación en ciencias desde la perspectiva epistemológica de Stephen Toulmin*. *Latin-American Journal of Physics Education*, 5(1). Recuperado de [http://www.lajpe.org/index\\_march11.html](http://www.lajpe.org/index_march11.html)
- Hernández, Fernández y Baptista (1994). *Metodología de la investigación*, Ed. McGraw- Hill. México.
- Hernández, S. (2003). “*Metodología de la investigación*”. Edit. Mc Graw-Hill, 3 edición d., México.
- Hidalgo, A. 2003. *Hacia una economía política global postmoderna. La economía mundial como sistema socioeconómico autopoiético*. *Cinta moebio* (17), p 132-147.
- Holbrook, J., & Rannikmäe, M. (2009). *The meaning of scientific literacy*. *International Journal of Environmental and Science Education*, 4(3), p 275-288.
- Hovland, C y Rosenberg, J. (1960) *Attitude organization and change*. New Haven: Yale University Press.
- Kemp, A.C. (2002). *Implications of diverse meanings for "scientific literacy"*. Paper presented at the Annual International Conference of the Association for the Education of Teachers in Science. Charlotte, NC. En P.A. Rubba, J.A. Rye, W.J. Di Biase y B.A. Crawford (Eds.), *Proceedings of the 2002 Annual International Conference of the Association for the Education of Teachers in Science* (pp. 1202-1229). Pensacola, FL (ERIC Document Reproduction Service No. ED 438 191): AETS. En [http://www.ed.psu.edu/CI/Journals/2002aets/s3\\_kemp.rtf](http://www.ed.psu.edu/CI/Journals/2002aets/s3_kemp.rtf)
- Kind, P. Jones, P. & Barmby, K. (2007). *Desarrollar actitudes hacia las medidas científicas*. *Revista internacional de educación científica*, 29 (7), 871-893.
- Laguatan, R. Abad, B. (2019) *Science teacher's qualities: The Basis for a faculty sustainability program*. *Internacional Journal of Innovation, creativity and change*. (8),

[file:///C:/Users/Evelyn%20Neira/Downloads/STQualities\\_LaguatanAbad.pdf](file:///C:/Users/Evelyn%20Neira/Downloads/STQualities_LaguatanAbad.pdf).

Lambert, S. (2004). *Teachers pay and conditions: An assessment of recent trends in Africa. Paper presented at the EFA Global Monitoring Repute Quality Imperative*, Paris

Larrain, A. (2009), *El rol de la argumentación en la alfabetización científica*. Estudios públicos, 116, 167-194.

Larrañaga, O. (1997). *Eficiencia y equidad en el sistema de salud chileno*. Santiago, Chile.

Laugksch, R. (2000) *Alfabetización científica: Un panorama Conceptual*. Science Education, 84(1), 71-94.

Ley 20370 – Diario Oficial de la República de Chile, Santiago, Chile, 02 de Julio, 2020.

Leyton, D. Sanchez, C. Ugalde, P. (2010). *Estudio Percepción de los Jóvenes sobre la Ciencia y Profesiones Científicas*. Proyecto Conicyt, Universidad Alberto Hurtado. Recuperado en [https://www.conicyt.cl/documentos/estudio/Estudio\\_Jovenes\\_ciencia202010.pdf](https://www.conicyt.cl/documentos/estudio/Estudio_Jovenes_ciencia202010.pdf)

Liakopoulou, M. (2011). The Professional Competence of Teachers: Which qualities, attitudes, skills and knowledge contribute to a teacher's effectiveness? *International Journal of Humanities and Social Science*, 1(21), 1-66.

López, I. (2004). *Calidad en la Universidad. Evaluación e indicadores*. Salamanca: Ediciones Universidad de Salamanca, 164. Recuperado en <file:///C:/Users/Evelyn%20Neira/Downloads/25878-Texto%20Anonimizado-76843-1-10-20180507.pdf>

Lozano Andrade, Inés. (2016). *Las trayectorias formativas de los formadores de docentes en México*. Actualidades Investigativas en Educación, 16 (1), 136-161. <https://dx.doi.org/10.15517/aie.v16i1.22671>

Lyons, T y 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)*.

Manassero, A. y Vázquez, Á. (2000). *Análisis empírico de dos escalas de motivación escolar*. Revista Electrónica de Motivación y Emoción, 3 (5-6).

- Marco, B. (2000). *La alfabetización científica. Didáctica de las Ciencias Experimentales*. pp 141-164.
- Márquez Bargallo, C., & Roca Tort, M. (2009). Plantear preguntas: un punto de partida para aprender ciencias. *Revista Educación Y Pedagogía*, 18(45), 61-71. Recuperado a partir de <https://revistas.udea.edu.co/index.php/revistaeyp/article/view/6087>
- Martín, M. y Osorio, C. (2003). *Educar para participar en ciencia y tecnología. Un proyecto para la difusión de la cultura científica*. *Revista Iberoamericana de la educación*, 32, 165-210, <http://www.campus-oei.org/revista/rie32a08.pdf>.
- Martínez, C y Gonzales, C. (2014) *Concepciones del profesorado universitario acerca de la ciencia y su aprendizaje y como abordan la promoción de competencias científicas en la formación de futuros profesores de biología*. *Enseñanza de las Ciencias*, 32 (1), 51-81. Recuperado de <https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/v32-n1-martinez-gonzalez/375661>
- Martínez, M. (2012). *Nuevos fundamentos de la investigación científica*. México: Trillas.
- Martínez, R. (1999). *El enfoque sociocultural en el estudio del desarrollo y la educación*. *Revista electrónica de investigación educativa*. (1), p 16-37. Recuperado en <https://www.redalyc.org/pdf/155/15501102.pdf>.
- Martín-Gordillo, M. (2003). *Metáforas y simulaciones: alternativas para la didáctica y la enseñanza de las ciencias*. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 2(3). Consultado 4/4/2006 Recuperado en <http://www.saum.uvigo.es/reec/>.
- Matus, T. Cortez-Monroy, F. Sabatini, F. Hermansen, P. Silva, C (2012). *Migración y Municipios. Construcción de una propuesta de política pública de gestión municipal para la población migrante*. *Propuestas para Chile. Políticas Públicas UC*, pp. 309.
- Mazas, B. Bravo, B. (2018) *Actitudes hacia la ciencia del profesorado en formación de Educación Infantil y Educación Primaria*. *Redes y colaboración en educación: Nuevas formas de participación y transformación social*. 22, pp 329-348. Recuperado en <https://revistaseug.ugr.es/index.php/profesorado/article/view/7726>
- Mellado, V. (1998) *The classroom practice of preservice teachers and their concetions of teaching and learning science*. *Science Teacher Education*, 12, p 197-214

- Ministerio de Educación. (2019). *Contenidos Mínimos Obligatorios y Objetivos Fundamentales Transversales para Educación General Básica*. Santiago: Ministerio de Educación.
- Mucchielli, A (2001). *Diccionario de Métodos Cualitativos en Ciencias Humanas y Sociales*. Síntesis, Madrid. España.
- Myers, D. (2003) *Psicología social: Orientaciones teóricas y ejercicios prácticos*. Madrid, España: McGraw-Hill/Iberoamericana editores, S.A.
- Myers, R.E., & Fouts, J.T. (1992). *Classroom environments and middle school students' views of science*. *The Journal of Educational Research*, 85(6), 356- 361.
- National Research Council, (1996). *National Science Education Standards*. Washington, D.C.: National Academy Press.
- Navarro, M., & Förster, C.(2012). *Nivel de alfabetización científica y actitudes hacia la ciencia en estudiantes de secundaria: comparaciones por sexo y nivel socioeconómico*. *Pensamiento Educativo. Revista de Investigación Educativa Latinoamericana*, 49(1), 1-17.
- Nocetti, A. (2015). *Experiencia de reflexión de estudiantes de pedagogía en educación media en Biología y Ciencias Naturales en las asignaturas de prácticas pedagógicas y profesional en una universidad de la región del Bio Bio*. Chile (tesis doctoral). Universidad de Barcelona, Barcelona, España.
- 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 (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.
- OCDE (2018). *Informe económico de la OCDE*. Chile. Santillana.
- Orbay, M., Gokdere, M., Tereci, H., & Aydın, M. (2010). *Attitudes of gifted students towards science depending on some variables: A Turkish sample*. *Scientific Research and Essays*, 5(7), 693-699.
- Osborne, J. (2007) *Science Education for the twenty first century*. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 3(3), 173-184 Recuperado de [https://www.researchgate.net/publication/26467356\\_Science\\_Education\\_for\\_the\\_Twenty\\_First\\_Century](https://www.researchgate.net/publication/26467356_Science_Education_for_the_Twenty_First_Century)

- Osborne, J., Driver, R., y Simon, S. (1998). *Attitudes to science: Issues and concerns*. School Science Review, 79, p 27–33.
- Ossandon, C. Ruiz, C. García de la Huerta, M. Sanchez, C. Alveres, I. Vergara, J. (2013). *Filosofía pública y política de la letra*. Revista de filosofía, 69, 295-297. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-43602013000100025>
- Palomino, R. (2015). *Diseño y validación de un cuestionario sobre percepciones de futuros docentes hacia las TIC para el desarrollo de prácticas inclusivas*. Píxel-Bit. Revista de Medios y Educación, 47, 89-104. Recuperado en <https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/45293/Dise%C3%B1o%20y%20validaci%C3%B3n%20de%20un%20cuestionario%20sobre%20percepciones%20de%20futuros%20docentes%20hacia%20las%20TIC%20para%20el%20desarrollo%20de%20pr%C3%A1cticas%20inclusivas.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Parkinson, J., Hendley, D., Tanner, H., y Stables, A. (1998). *Pupils' attitudes to science in key stage 3 of the National Curriculum: A study of pupils in South Wales*. Research in Science y Technological Education, 16, 165–176.
- Petty, RE y Cacioppo, JT (1996). *Actitudes y persuasión: enfoques clásicos y contemporáneos*. Westview Press.
- Pozo, I. y Gómez, M. (2004). *Aprender y enseñar ciencia*. Madrid, España: Morata.
- Pozo, J.I. (1996). *Aprendices y maestros: La nueva cultura del aprendizaje*. Madrid: Alianza.
- Ramsden, J. M. (1998). *Mission impossible: Can anything be done about attitudes to science?*. International Journal of Science Education, 20(2), 125-137.
- Rebore, R. W. (2001). *Human resources administration in education: A management approach* (6th ed.). USA: Allyn and Bacon.
- Reid, D. Hodson, D. (1993). *Ciencia para todos en secundaria*. Madrid, España. Narcea, S.A de ediciones.
- Reimers, F & Villegas-Reimers, E., 2005. *Educating decratic citizens in latin america*. En Harrington, L. y J. Kagan. (Eds.) *Developing cultures: essays on cultural change*. Recuperado de [https://www.researchgate.net/publication/316691531\\_Educating\\_Democratic\\_Citizens\\_in\\_Latin\\_America](https://www.researchgate.net/publication/316691531_Educating_Democratic_Citizens_in_Latin_America)

- Riquelme, I. (2005). *Actitudes de los estudiantes de cuarto medio hacia las ciencias naturales* (tesis de postgrado). Universidad de Chile. Facultad de ciencias sociales. Santiago, Chile.
- Rodríguez, A. (1991). *“Psicología Social”*. México: Trillas. ISBN.
- Rosenberg, M y Hovland, C. (1960) *Cognitive, affective and behavioral components of attitudes*’. In: m. J. Rosenberg et al, (eds.), *attitude organization and change*. New haven: yale university press.
- Sabariego del Castillo, J. y Manzanares Gavilán, M. (2006). *I Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación CTS+I*. Alfabetización científica.
- Salinero, J. (2004). *Estudios descriptivos*. Revista Nure Investigación, N°7, Junio 2004. España
- Sandín, M. (2003) *Investigación cualitativa en educación: fundamentos y tradiciones*. México: Editorial McGraw-Hill.
- Sanmarti, N. (2002). *La secuenciación de los contenidos de ciencias en la “nueva” ESO*. Alambique: Didáctica de las ciencias experimentales, 33, 28-36.
- Sanmartí, Neus y Tarin, Rosa M. 1999. *“Valores y actitudes: ¿se puede aprender ciencias sin ellos?”*. Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales. 6 (22) p 55-65.
- Sarabia, B. (1992). *El aprendizaje y la evaluación de actitudes*. En C. Coll, J. I. Pozo B. Sarabia y E. Valls. Los contenidos de la reforma. Enseñanza y aprendizaje de conceptos, procedimientos y actitudes. Madrid. Editorial Santillana.
- Sargent, T., & Hannum, E. (2005). *Keeping Teachers Happy: Job satisfaction among primary school teachers in rural northwest China*. Comparative Education Review, 49(2), 173-186.
- Schreiner, C., & Sjøberg, S. (2004). *Sowing the seeds of ROSE. Background, rationale, questionnaire development and data collection for ROSE (The Relevance of Science Education) a comparative study of students' views of science and science education*. Oslo: Institutt for lærerutdanning og skoleutvikling, Universitetet i Oslo.
- Serrano, G. (2011). *Investigación cualitativa: retos e interrogantes. Métodos*. Madrid. La Muralla.S.A
- Shamos, M. (1995). *The myth of scientific literacy*. New Brunswick, NJ: Rutgers University Press.

- Shannon, C. (1993). *Collected Papers*. Edited by N. J. Sloane and A. D. Wyner. New York: IEEE
- Shen, B (1975). “*Scientific literacy and the public understanding of science*”. In S. B. Day (Ed.), *The communication of scientific information* (pp. 44–52).
- 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.
- Simpson, R y Oliver, J. (1990). *A summary of major influences on attitude toward and achievement in science among adolescent students*. *Science Education*, 74(1), p 1-18.
- Suárez, R. (2005). *La Educación. Teorías Educativas*. Estrategias de Enseñanza Aprendizaje. Madrid: Trillas.
- Tacca, D. (2011). *La enseñanza de las ciencias naturales en la educación básica*. *Investigación educativa*. (14), p 139-152. Recuperado en <https://educrea.cl/wp-content/uploads/2016/07/DOC1-ensenanza-de-las-ciencias.pdf>
- Thurstone, LL (1928). *Las actitudes se pueden medir*. *American Journal of Sociology*, 33, 529–554. <https://doi.org/10.1086/214483>
- Travers, C. y Cooper, C. (1994). *Psychophysiological responses to teacher stress: A move towards more objective methodologies*. *European Review of Applied Psychology*, 44, 137- 146
- Triandis, H. C. (1996). *The psychological measurement of cultural syndromes*. *American Psychologist*, 51(4), 407-415.
- Valderrama, B. (2012). *Validación de una taxonomía de motivos y un cuestionario multidimensional de motivación*. Tesis doctoral. Universidad Complutense de Madrid.
- Vázquez, A y Manassero, M (1999). *Características del conocimiento científico: Creencias de los estudiantes*. *Enseñanza de las ciencias*, 17(3), p 377-395.
- Vázquez, A y Manassero, M. (2008). *El declive de las actitudes científicas hacia la ciencia de los estudiantes: Un indicador inquietante para la educación científica*. *Revista Eureka: Enseñanza y divulgación científica*, 5(3), p 274-292. Recuperado en

[file:///C:/Users/Evelyn%20Neira/Downloads/3740Texto%20del%20art%C3%ADculo-13590-1-10-20171010%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Evelyn%20Neira/Downloads/3740Texto%20del%20art%C3%ADculo-13590-1-10-20171010%20(1).pdf)

Vázquez, A. Acevedo J, y Manassero, M. (2005) Más allá de la enseñanza de las ciencias para científicos: hacia una educación científica humanística. *Revista electrónica de las ciencias*, 4(2). Recuperado en [https://andoni.garritz.com/documentos/ciencia\\_sociedad/Va%C3%8C%C2%81zquez-Acevedo-Manassero%20REEC%202005.pdf](https://andoni.garritz.com/documentos/ciencia_sociedad/Va%C3%8C%C2%81zquez-Acevedo-Manassero%20REEC%202005.pdf)

Vázquez, A. Manassero, M. (2011) *El descenso de las actitudes hacia las ciencias de chicos y chicas en la educación obligatoria*. *Ciencia y Educación*, 17(2), pp 249-268.

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., & Manassero, M.A. (2005). *Más allá de la enseñanza de las ciencias para científicos: Hacia una educación científica humanística*. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 4(2), 1-30.

Vergara, C. (2006). *Concepciones sobre la enseñanza y el aprendizaje en profesores de biología: Coherencia entre el discurso y la práctica de aula*. Tesis doctoral para optar al grado de Doctor en Ciencias de la Educación de la Pontificia Universidad Católica de Chile.

Vergara, C. Cofre, H (2014). *Conocimiento pedagógico del contenido: ¿El paradigma perdido en la formación inicial y continua de profesores en Chile?* *Estudios pedagógicos*, (40), p 323-338. Recuperado de [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S071807052014000200019&lng=es&nrm=iso](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S071807052014000200019&lng=es&nrm=iso)

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>.

Vilches, A. y Gil Perez,D. (2011) *El trabajo cooperativo en las clases de ciencias: una estrategia imprescindible pero aún infrautilizada*. *Alambique, Didáctica de las ciencias experimentales*, 69, 73-79.

- Vilches, A., Solbes, J. y Gil, D. (2004). *¿Alfabetización científica para todos contra ciencia para futuros científicos?* *Alambique*, 41, 89-98.
- Weinburgh, M. (1995). *Gender differences in student attitudes towards science: a metaanalysis of the literature from 1970 to 1991*. *Journal of Research in Science Teaching*, 32, 387-398.
- Zahur, R., Barton, AC y Upadhyay, BR (2002). *Educación científica para el empoderamiento y el cambio social: un estudio de caso de un formador de docentes en una zona urbana de Pakistán*. En t. *J. Sci. Educ.* 24, p 899-917.
- Zanna, MP y Rempel, JK (1988). *Actitudes: una nueva mirada a un concepto antiguo*. En D. Bar-Tal y AW Kruglanski (Eds.), *La psicología social del conocimiento* (p. 315-334).
- 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.

## ANEXOS

### ESCALA DE ALFABETIZACIÓN CIENTÍFICA

#### Instrucciones:

La prueba que realizarás a continuación tiene como propósito determinar tu nivel de alfabetización científica.

Trata de contestar todas las preguntas de la prueba, incluso si no estás completamente seguro de tu respuesta.

La prueba consta de una pregunta abierta y 14 preguntas de selección múltiple de 4 opciones, donde existe solo una respuesta correcta.

#### I. Aspectos personales y académicos

Sexo: \_\_\_\_\_ Femenino \_\_\_\_\_ Masculino \_\_\_\_\_ Edad: \_\_\_\_\_

Título: \_\_\_\_\_

Especialidad: \_\_\_\_\_

Establecimiento actual en que trabajas.

\_\_\_\_\_

Cursos donde haces clases: \_\_\_\_\_

Horas de contrato: \_\_\_\_\_ Años de ejercicio laboral: \_\_\_\_\_

Establecimiento: \_\_\_ Municipal \_\_\_ Particular Subvencionado \_\_\_ Particular Pagado \_\_\_

Comuna: \_\_\_\_\_

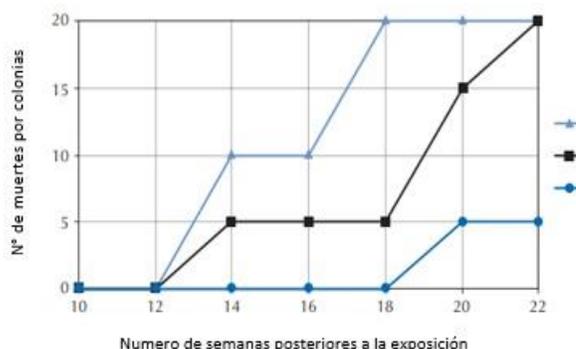
#### I. Preguntas de selección múltiple

1. Lee el siguiente texto y el grafico

La muerte de colonias de abejas se debe a variadas causas. Algunos científicos afirman que una posibilidad son los insecticidas, los cuales pueden causar que las abejas pierdan su sentido de dirección fuera de la colmena y finalmente mueran.

Es así, que un grupo de científicos desarrollo un estudio donde probaron si un insecticida °tipo° podría conducir a la muerte de las colonias de abejas, para el estudio agregaron el insecticida a la comida de las abejas durante tres semanas, cabe señalar que todas las colmenas recibieron la misma cantidad de comida pero está comida contenía diferentes cantidades de insecticida, cabe destacar que algunas colmenas no recibieron insecticida.

Respecto a los resultados, ninguna colonia murio de inmediato, sin embargo, para la semana 14 algunas colmenas estaban totalmente vacias, en el siguiente grafico se representan los resultados.



**¿Qué probó el experimento? Elija una de las respuestas a continuación:**

- a) El experimento probó el efecto del insecticida sobre la resistencia de las abejas a lo largo del tiempo.
- b) El experimento probó el efecto de diferentes cantidades de insecticida en la cantidad de colmenas vacías encontradas.
- c) El experimento probó el efecto de la muerte de las colonias de abejas en la resistencia de las abejas al insecticida.
- d) El experimento probó el efecto de la muerte de las colonias de abejas en la concentración del insecticida.

Competencias	Evaluación y análisis
Habilidades	Los profesores identifican la pregunta y son capaces de reconocer que solo un factor varía en el tiempo
Clave	B

*Fuente: Adaptado de OECD (2018)*

2. Lee el siguiente texto

Muchas centrales eléctricas queman combustible que emite dióxido de carbono. Agregar más dióxido de carbono al aire tiene un efecto negativo e impacto en el clima. Existen diferentes estrategias para reducir la cantidad de dióxido de carbono agregado al aire, una de esas estrategias es quemar biocombustibles en lugar de combustibles fósiles, otra estrategia consiste en atrapar parte del dióxido de carbono emitido por las centrales eléctricas y almacenarlo en profundidad (bajo tierra o en el océano). Esta estrategia se llama captura de carbono. El uso de biocombustibles no tiene el mismo efecto sobre los niveles de dióxido de carbono en el aire que el uso de combustibles fósiles.

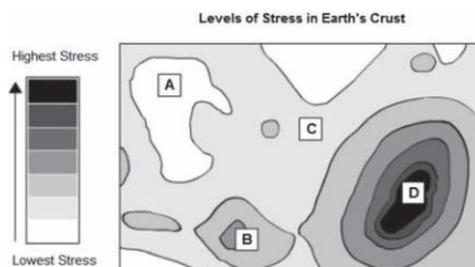
- a) Los biocombustibles no liberan dióxido de carbono cuando se queman.
- b) Las plantas utilizadas para los biocombustibles absorben dióxido de carbono del aire a medida que crecen.
- c) A medida que se queman, los biocombustibles absorben dióxido de carbono del aire.
- d) El dióxido de carbono liberado por las centrales eléctricas que usan biocombustibles tiene propiedades químicas diferentes a las liberadas por centrales eléctricas que utilizan combustibles fósiles

Competencias	Explicar fenómenos científicamente
Habilidades	Los profesores identifican la pregunta y son capaces de reconocer que solo un factor varía en el tiempo.
-Clave	D

*Fuente: Adaptado de OECD (2018)*

3. Lee el siguiente texto

EL siguiente mapa muestra el estrés en la corteza terrestre, considerando afluencias de aguas subterráneas y sismos.



¿Cuál de los siguientes clasifica correctamente el riesgo de terremoto de menor a mayor? Elija una de las respuestas a continuación:

- a) D, B, A, C
- b) A, C, B, D
- c) D, B, C, A
- d) A, D, C, D

Competencias	Interpretar datos y evidencia científicamente.
Habilidades	Los profesores son capaces de evaluar y clasificar el riesgo se sismo, a partir de la observación de las placas tectónicas.
Clave	b

Fuente: Adaptado de OECD (2018)

4. Lee el siguiente texto

Un camping de las afueras de Santiago tiene una laguna. Los sitios para acampar cuentan con lavaplatos, para que la gente no lave su loza sucia en la laguna. De hecho, cada sitio tiene carteles que advierten “no lavar platos en la laguna porque dañará la flora y fauna del lugar”

¿ Que razonamientos explican la predicción presente en los carteles del campamento?

- a) Al lavar los platos en la laguna, la flora y fauna migra hacia lugares lejanos.
- b) La mejor forma de evitar la contaminación en la laguna es usar platos desechables
- c) El lavalozas y los restos de comida son componentes que contaminan la laguna, que si son consumidos por los peces pueden causarles daños
- d) La laguna, al igual que muchos sistemas acuaticos, estan poblados por especies animales y vegetales, entre las que se encuentran los peces, algas y plantas acuaticas.

Competencias	Los profesores son capaces de explicar la predicción expuesta en el enunciado
Habilidades	Ordenamiento e interpretación de información
Clave	C

Fuente: Elaboracion propia

5. En un jardín desean instaurar una huerta , para que los niños reconozcan diversas especies con propiedades curativas y tambien de consumo diario ( verduras), para ellos las educadoras saben que necesitan un huerto de tipo acido, ya que potenciar el crecimiento de las especies escogidas. ¿ Que instrumento necesitas las educadoras para medir de manera más precisa el grado de acidez de la tierra?
- a) Un ph neutro
  - b) Papel indicador
  - c) Solución indicadora

d) Reacción química con bicarbonato

Competencias	Los profesores son capaces de analizar e interpretar la información del caso.
Habilidades	Descripción y registro de datos
Clave	C

Fuente: Elaboración propia

6. Lee el siguiente texto

Actualmente el uso de la bicicleta como medio de transporte es muy común, sobre todo en la región metropolitana debido al constante atochamiento de el tránsito, pero lamentablemente los ciclistas se ven enfrentados a muchas situaciones de inseguridad, como accidentes. Es por ello que un grupo de investigadores pretende realizar una campaña de seguridad, para esto previamente necesitan hacer una investigación respecto al uso del casco.

**¿ Cual de las siguientes preguntas puede orientar de mejor forma una investigación científica sobre el tema?**

- a) ¿ De que color debe ser el casco, para que sea visible en la oscuridad?
- b) ¿ Que forma debe tener el casco, para que sea lo más cómodo posible?
- c) ¿ Que diámetro debe tener el casco, para ajustarse al diámetro de la cabeza?
- d) ¿ Que distancia debe separar el cráneo del casco, para reducir el impacto con una superficie o objeto?

Competencias	Los profesores son capaces de identificar la pregunta más atinente al problema de investigación
Habilidades	Formulación de pregunta de investigación
Clave	D

Fuente: Elaboración propia

7. Lee el siguiente texto

Una empresa debe construir un edificio de 30 pisos en Chile y conscientes de que el país suele sufrir terremotos, frecuentemente, se investigó sobre las distintas técnicas de construcción. Entre estas, les llamo la atención una creada recientemente en Japón que resultaría más económica de implementar, pero que aún no ha sido creada en Chile, porque existen dudas sobre el proyecto.

A partir de esto, **¿Qué investigación experimental y replicable le permite evaluar a la empresa, el método japonés?**

- a) Cálculo teórico matemático realizado por ingenieros de la resistencia que presentará el edificio ante sismos
- b) Investigación profunda sobre los edificios a escala con la técnica japonesa, los cuales se someten a vibraciones que corresponden a sismos de distintas intensidades
- c) Construcción de edificios a escala con la técnica japonesa, los cuales se someten a vibraciones que corresponden a sismos de distintas intensidades
- d) Creación de una simulación virtual, en donde se compare el efecto teórico de un sismo en edificios con distintos sistemas antisísmicos, entre ellos el japonés.

8. Observe la siguiente imagen, que compara bombillas incandescentes ( clásicas), fluorescentes y led:

Ampolleta	LED	Incandescente	Fluorescente
Watts ( W)	18	100	25

Emisión de calor	Muy bajo	Alto	Bajo
Vida útil en horas de funcionamiento	50000	1000	10000
Precio	Alto	Bajo	Mediano

Fuente: Elaboración propia

A partir de esta tabla ¿ En que categorías se entregan los datos cuantitativos?

- Vida útil y precio
- Consumo y vida útil
- Emisión de calor y precio
- Consumo y emisión de calor

Competencias	Los profesores son capaces de identificar la pregunta más atinente al problema de investigación
Habilidades	Formulación de pregunta de investigación
Clave	D

9. Un cocinero hace el pan mezclando harina, agua, sal y levadura. Una vez mezclado todo, coloca la mezcla en un recipiente durante varias horas para que se produzca el proceso de la fermentación. Durante la fermentación, se produce un cambio químico en la mezcla: la levadura (un hongo unicelular) transforma el almidón y los azúcares de la harina en dióxido de carbono y alcohol.

La fermentación hace que la mezcla se hinche. ¿Por qué se hincha?

- Se hincha porque se produce alcohol, que se transforma en gas.
- Se hincha porque los hongos unicelulares se reproducen dentro de ella.
- Se hincha porque se produce un gas, el dióxido de carbono.
- Se hincha porque la fermentación transforma el agua líquida en vapor.

Competencias	Explicar fenómenos científicos
Habilidades	Interpretación de datos
Clave	C

Fuente: Elaboración propia

10. El esquema muestra la respuesta agresiva exhibida por machos de una especie de pez espinoso cuando estos son confrontados a modelos artificiales. En cada tratamiento se analizaron 100 enfrentamientos.

MODELO (tratamiento)	N° respuestas agresivas
	91
	7
	25
	4
	86

Al respecto, es correcto

afirmar que los modelos con

- Cuerpos de tonos claros no producen respuestas agresivas.
- Dorsos oscuros producen el menor número de respuestas agresivas.

- c) Vientres oscuros producen el mayor número de respuestas agresivas.  
 d) Formas alargadas producen el mayor número de respuestas agresivas.

Competencias	Los profesores deben interpretar y procesar los resultados de un experimento, relacionado con conceptos y modelos teóricos del área temática Organismo y ambiente.
Habilidades	Procesamiento e interpretación de datos y formulación de explicaciones, apoyándose en conceptos y modelos teóricos.
Clave	C

Fuente: Adaptado de “Preuniversitario Pedro de Valdivia” Cuaderno de ejercicios 1

11. Uno de los postulados de la teoría celular es: “Toda célula se origina de una célula preexistente”.  
**¿Cuál de los siguientes ejemplos cumple con este postulado?**

- a) El cerebro está formado por millones de neuronas.  
 b) Las células de la piel se renuevan constantemente.  
 c) El tejido adiposo está formado por células que acumulan grasa.  
 d) Las células presentan diversas formas y tamaños.

Competencias	Los profesores deben analizar el desarrollo de alguna teoría o concepto, en este caso particular, relacionados con contenidos del área temática Organización, estructura y actividad celular, y específicamente, referido a la teoría celular.
Habilidades	Análisis del desarrollo de alguna teoría o concepto
Clave	B

Fuente: Elaboración propia

12. “Un rayo de luz es una línea imaginaria que representa la dirección por la que la luz se propaga. Esto es utilizado ampliamente en óptica geométrica, simplificando los cálculos debido al principio de propagación en línea recta de la luz en un mismo medio”. Basándose en el texto, el rayo de luz corresponde a:

- a) una descripción.  
 b) un postulado.  
 c) un modelo.  
 d) una teoría.

Competencias	El profesor debe recordar las diferencias entre los conceptos de modelo, postulado, descripción, teoría y ley, identificando cuál de ellos corresponde al enunciado. Este ítem mide habilidades de pensamiento científico y está contextualizado en el tema de la Luz, trabajado en primer año medio.
Habilidades	Explicación de la importancia de teorías y modelos para comprender la realidad, considerando su carácter sistémico, sintético y holístico y dar respuesta a diversos fenómenos o situaciones problemas.
Clave	C

13. A continuación, se muestra una tabla nutricional de una barra de chocolate de 100 gramos:

Contenido nutricional de 100 g de chocolate.

Proteínas (g)	Grasas (g)	Carbohidratos (g)	Minerales		Vitaminas			Energía total (kJ)
			Calcio (mg)	Hierro (mg)	A	B (mg)	C	
5	32	51	50	4	-	0,20	-	2.142

Si al consumir 32g de grasa obtienes 2142 kJ de energía, ¿ Toda la energía viene de los 32 gramos de grasa?

- a) Las 2,142 kJ corresponden solamente a los 32g de grasa
- b) Las kJ, contiene grasas y proteínas
- c) Las kJ corresponde al aporte total de las macromoléculas.
- d) Las kJ, provienen de los minerales, vitaminas, proteínas y grasas

sino también aplicar el conocimiento en

una situación de la vida real. El ítem 1 del chocolate se relaciona con el marco teórico de la siguiente manera:

- Procesos que se evalúan: Proceso 5: Comprender conceptos científicos.
- Tema conceptual involucrado: Transformaciones de la energía.
- Área de aplicación: La ciencia en la vida y la salud (salud, enfermedad y nutrición).

Competencias	El docente debe aplicar el conocimiento científico a la vida real
Habilidades	Comprender conceptos científicos, relacionados con la transformación de la energía.
Clave	C

*Fuente: Adaptado de Harlen (2002)*

## II. Pregunta de desarrollo

Respecto a la situación planteada, exprese su opinión desde el punto de vista personal y científico

### **Inteligencia microclimática: Las innovaciones en riego para combatir la histórica escasez hídrica que vive Chile**

La escasez hídrica ha llegado a niveles históricos. Jamás en Chile se había vivido una sequía tan prologada, la cual ha durado más de 100 años y ya empieza a tener efectos tangibles: 945 mil habitantes afectados, 136 comunas que poseen el decreto de escasez hídrica y cinco regiones del país perjudicadas. Ante esto, la agricultura ha tenido que innovar en soluciones optimizadoras por la falta de agua. Así lo hace, por ejemplo, Agranimo, un aparato de inteligencia microclimática. El fundador de esta iniciativa, Adolfo Donoso, explicó a CNN Chile que este aparato inteligente “consiste en una sonda larga que va en el suelo, mide la temperatura de este y la humedad en cuatro alturas a una profundidad de un metro”. ¿Cómo funciona? La señal de la sonda es transmitida a una estación, la cual crea un registro para generar el manejo específico del riego, dependiendo de las condiciones climatológicas del aire, la humedad, la temperatura y la cantidad de sol. Otro ejemplo es la Viña Ventisquero, quienes desde hace 10 años vienen trabajando en el acostumbramiento de las viñas a una reducción del consumo de agua. Algo que han logrado con el ahorro del 60% del suministro por hectárea, una tendencia que apunta hacia el denominado Viñedo de Secano o “Dry Farming”, los cuales poseen cero riego. “La viña es maravillosa porque tiene en su ADN una capacidad de adaptación a la sequía”, aseveró al respecto Sergio Hormazábal, viticultor de la Viña Ventisquero, quien añadió que esto se logra con “un trabajo paulatino, haciendo riegos mucho más largos que pueden ser de 20 a 24 horas para que el agua penetre al interior de la tierra y las raíces para luego poder espaciar entre riego”. Para tener una idea, el ahorro de esta viña se traduce en 450 mil metros cúbicos de agua al año, es decir, unas 180 piscinas olímpicas. Un trabajo que busca mantener la misma calidad en su producto final.

*Fuente: Adaptado de CNN Chile” [https://www.cnnchile.com/economia/innovaciones-riego-escasez-hidrica-sequia-chile\\_20200124/](https://www.cnnchile.com/economia/innovaciones-riego-escasez-hidrica-sequia-chile_20200124/)”*

## ESCALA DE ACTITUD HACIA LAS CIENCIAS

### Instrucciones:

Este test contiene una serie de afirmaciones sobre la ciencia, la idea es que lea cada ítem y realice una evaluación de ellas, respecto a su conocimiento y experiencia como profesor de ciencias.

Frente a cada ítem, selecciona la alternativa con la que te identificas, conforme a las siguientes opciones:

1: Muy en desacuerdo; 2: En desacuerdo; 3: No estoy seguro; 4: De acuerdo; 5: Muy de acuerdo

No existen respuestas correctas o incorrectas

### I. Aspectos personales y académicos

Sexo: \_\_\_\_\_ Femenino \_\_\_\_\_ Masculino \_\_\_\_\_ Edad: \_\_\_\_\_

Título: \_\_\_\_\_

Especialidad: \_\_\_\_\_

Establecimiento actual en que trabajas.

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Horas de contrato: \_\_\_\_\_ Años de ejercicio laboral: \_\_\_\_\_

Establecimiento: \_\_\_ Municipal \_\_\_ Particular Subvencionado \_\_\_ Particular Pagado \_\_\_

Comuna: \_\_\_\_\_

### TEST DE ACTITUDES RELACIONADAS CON CIENCIA (TOSRA)

Marca la casilla que indique la opción con que te identificas	Muy en desacuerdo	En desacuerdo	No estoy seguro	De acuerdo	Muy de acuerdo
1. Siempre dedico algo de tiempo a leer noticias sobre ciencia					
2. La ciencia representa aspectos especiales para la formación de un ciudadano crítico					
3. A medida que los estudiantes avanzan de grado, es más complicado enseñarles ciencia					
4. Me gustaría realizar más clases de ciencias porque me agrada					
5. El aprendizaje de las ciencias es útil para la población					

6. Las actitudes positivas frente a las ciencias, están ligadas estrechamente al rendimiento académico					
7. Enseñar ciencia es muy difícil					
8. En general, los ciudadanos presentan una actitud favorable hacia las ciencias					
9. En las clases de ciencia, siempre se aprende algo interesante					
10. A menudo, me siento desmotivada(o) a enseñar ciencias					
11. Los beneficios de la ciencia, son más importantes que los aspectos perjudiciales					
12. La disciplina de los estudiantes permite realizar buenas clases de ciencias					
13. Las clases de ciencias en laboratorios son aburridas					
14. La enseñanza de las ciencias contribuye al mejoramiento de la calidad de vida de la sociedad					
15. El trabajo experimental facilita el aprendizaje de los alumnos					
16. El trabajo experimental en ciencias es motivante					
17. La enseñanza de las ciencias debe comprometerse a desarrollar una postura positiva frente al ambiente					
18. Un profesor de ciencias siempre debe ser creativo					
19. Para enseñar ciencias, los profesores deben manejar ciertos conocimientos básicos					
20. La educación científica es fundamental para desarrollar una conciencia social					
21. La enseñanza de las ciencias siempre es un proceso abierto					
22. La utilidad del conocimiento científico determina los bajos niveles de aprendizaje en los estudiantes					
23. Las clases de ciencias permiten a los estudiantes comprender mejor el mundo real					
24. La enseñanza de las ciencias debe basarse en un desarrollo creativo					
25. Un profesor de ciencias debe ser capaz de generar nuevo conocimiento					
26. Un docente de ciencias, debiera impulsar el aprendizaje de los estudiantes a una proyección social de las ciencias					
27. Las clases de ciencias son una oportunidad de acercar a los estudiantes al pensamiento científico					
28. La enseñanza de las ciencias debe comprometerse a desarrollar una postura positiva frente a la investigación					
29. La enseñanza de las ciencias en la escuela no tiene un impacto en el desarrollo del área científica del país					
30. Es necesario que la enseñanza de las ciencias se distancie de la memorización de contenidos.					
31. La educación científica potencia actitudes democráticas en los estudiantes					

32. La enseñanza de las ciencias necesariamente debe incluir la naturaleza de ella					
33. La enseñanza de la ciencias no potencia a los estudiantes a manejar representaciones del mundo natural, con el fin de participar activamente en la sociedad civil					
34. Es necesario que la enseñanza de las ciencias evolucione hacia una construcción de saberes próximos a dimensiones del pensamiento científico					

