

## Relación entre las racionalidades de profesores de ciencia sobre habilidades de pensamiento científico y las visiones de indagación científica de sus estudiantes

**Romina González Sáez**

Universidad Católica de la Santísima Concepción  
rgonzalez@magisteredu.ucsc.cl

**David Santibáñez Gómez**

Universidad Finis Terrae  
dpsantibanez@gmail.com

### Resumen

Las racionalidades de los docentes, las habilidades de pensamiento científico (HPC) y las visiones de los estudiantes sobre cómo se genera el conocimiento científico son vagamente investigadas en nuestro país, a pesar de tratarse de temáticas críticas en la educación científica actual. Mediante un enfoque cualitativo y la estrategia de estudio de caso único, la presente investigación, intenta abordar cómo se relacionan estas temáticas, bajo el supuesto que las formas de pensamiento de los profesores influyen en sus decisiones didácticas y las visiones de ciencia que sus estudiantes son capaces de desarrollar. Se recogieron datos a través de entrevistas semiestructuradas, el cuestionario de Visiones sobre Indagación Científica (VASI) y videgrabaciones de clases en un colegio de varones de la ciudad de Concepción. De acuerdo con las evidencias recogidas, se lograron identificar orientaciones constructivistas, así como estrategias más tradicionales de cómo abordar la enseñanza de las ciencias y el desarrollo de HPC. Asimismo, se identificaron factores obstaculizadores que podrían explicar la poca atención de los profesores sobre las HPC. En cuanto a las respuestas en los cuestionarios VASI, estas dan cuenta de la prevalencia de una visión mixta o transicional sobre cómo se genera el conocimiento científico en los estudiantes. Finalmente, se analiza cómo las racionalidades de los profesores y las visiones sobre indagación científica de sus estudiantes podrían estar relacionadas.

**Palabras clave:** habilidades de pensamiento científico, racionalidad docente, indagación científica, enseñanza de las ciencias, formación docente.

### Introducción

En Chile, una alta proporción del curriculum escolar en ciencias está dedicado al desarrollo de aspectos disciplinares, aun cuando las actualizaciones generadas en la última década presentan como ejes centrales los conocimientos conceptuales, habilidades y actitudes científicas de manera igualmente relevante (Mineduc, 2009, 2012, 2015, 2019). En general, una parte importante de los profesores de ciencias naturales insiste en dar una mayor relevancia a los contenidos conceptuales que al desarrollo de habilidades y actitudes científicas en sus estudiantes (Vergara 2006; González, Martínez, Martínez, Cuevas y Muñoz, 2009), optando por la enseñanza de contenido disciplinar bajo métodos más tradicionales y expositivos, dejando en segundo plano el desarrollo de habilidades investigativas y de indagación. Por otro lado, los que utilizan actividades experimentales y trabajo de campo para desarrollar la indagación científica, lo hacen sin tener una formación adecuada o un conocimiento acabado del tema (Vergara y Cofré, 2012). Si los profesores no han participado en experiencias reales de investigación científica en su formación, ni han tenido oportunidades de formación continua en que se aborden los aspectos más relevantes de la construcción del conocimiento científico, es poco probable que sepan cómo enseñar

tanto las habilidades de pensamiento científico, como los procedimientos requeridos para investigar científicamente (Abd-El-Khalick et al. 2004). Bajo este esquema, sus estudiantes adoptarán una visión ingenua sobre la manera en que surge el conocimiento científico, afectando los propósitos de la alfabetización científica (Vergara y Cofré, 2012).

A través de la siguiente investigación se pretenden comprender las relaciones que se establecen entre las racionalidades con que los profesores de ciencias naturales orientan la enseñanza de habilidades de pensamiento científico (HPC) en sus prácticas de aula y las visiones sobre indagación científica que sostienen sus estudiantes.

## Marco de referencia

### Propósitos de la educación científica en Chile

La nueva reforma educativa planteada en los años 2000 en nuestro país, en concordancia con los avances de la investigación didáctica y las orientaciones de organismos internacionales (Soussan, 2003; Gil Pérez y Vilches, 2006) propuso entre otras finalidades de la educación científica en secundaria, la alfabetización científica y tecnológica de los alumnos y alumnas (Membiela, 1997; Chamizo, 2017). Este nuevo enfoque de la enseñanza de las ciencias dejó atrás la mirada propedéutica de esta, pretendiendo garantizar a todos los ciudadanos los conceptos, habilidades y actitudes científicas necesarias para que las personas puedan resolver y posicionarse frente a problemáticas que les afectan. Bajo este enfoque, la alfabetización científica puede ser concebida como un proceso de “investigación orientada” que, superando el reduccionismo conceptual permita a los estudiantes participar en la aventura científica de enfrentarse a problemas relevantes y (re)construir los conocimientos científicos, que habitualmente la enseñanza transmite ya elaborados, lo que favorece el aprendizaje más eficiente y significativo (Sabariego y Manzanares, 2006). La finalidad de la enseñanza de las ciencias asume nuevos roles, orientados a la resolución de problemáticas que aquejan a la ciudadanía, una ciencia que está al beneficio de la comunidad y que se acerca mucho más a la cotidianeidad. Tal tendencia parece haber hallado su mayor despliegue en la formulación de los nuevos programas de estudio de 3° y 4° medio, que incluyen un curso obligatorio de “Ciencia para la Ciudadanía”, abiertamente respaldada por este enfoque curricular (Mineduc, 2019)

Acevedo (2004) destaca las relevancias en la ciencia escolar como claves para facilitar la reflexión sobre las finalidades de la enseñanza de las ciencias. De todas ellas, la relevancia propedéutica centrada en el desarrollo de conocimientos para proseguir estudios científicos, es la que parece más desplazada por la actual mirada curricular prescrita. De alguna forma se asume que una educación científica democrática debe incidir no sólo en las futuras vocaciones científicas profesionales, sino en la formación científica que requiere todo ciudadano (Settlage & Southerland, 2012).

Si bien las reformas curriculares constituyen un paso importante, tales actualizaciones no son suficientes para concretar los propósitos de una alfabetización científica. En su estudio, Furió, Vilches, Guisasaola y Romo (2001) advierten que, a pesar de los requerimientos curriculares, los profesores mantienen la prioridad en los objetivos conceptuales, por lo que plantean que es clave atender las percepciones y objetivos que tienen los profesores al orientar sus clases.

## La indagación como medio de alfabetización científica

La indagación científica, tanto como estrategia de enseñanza, como contenido a enseñar, ha demostrado ser una alternativa eficiente para promover el pensamiento sobre la naturaleza y la construcción de la ciencia (Cofré, Núñez, Santibáñez, Pavez, Valencia y Vergara, 2019), cuestiones fundamentales para el propósito de la alfabetización científica. Tal como plantean Vergara y Cofré (2012), mientras las habilidades de investigación científica son el medio para que el estudiante aprenda cómo hacer ciencia, existe otro grupo de habilidades que se asocia a comprender lo que la ciencia es o cómo es que se construye. A estas últimas, las llamamos habilidades de pensamiento científico. Tal distinción no es nueva, y ha sido establecida por organismos como el National Research Council (1996) y por documentos oficiales del Ministerio de Educación (Mineduc, 2013):

“(Indagación Científica) Las diversas formas en que los científicos estudian el mundo natural y proponen explicaciones basadas en la evidencia derivada de su trabajo. También se refiere a las actividades de los estudiantes donde desarrollan conocimientos y comprensión de ideas científicas, así como también una comprensión de cómo los científicos estudian el mundo natural.” (NRC, 1996, p. 23).

“lo que se debe aprender de la indagación científica son dos componentes: aquello que los estudiantes deberían hacer y aquello que los estudiantes deberían comprender en la indagación.” (Mineduc, 2013)

En cualquier caso, la enseñanza de la indagación científica supone una enseñanza centrada en el estudiante, en donde el docente orienta la construcción de conocimientos científicos y acerca de la ciencia a través de actividades que ponen en juego una serie de competencias relacionadas con el quehacer científico (Vergara y Cofré, 2012).

En la década del 90 Hodson sentó las bases de los propósitos que debía incluir un curriculum para la alfabetización científica:

- Aprender ciencia, adquiriendo y desarrollando conocimiento teórico y conceptual.
- Aprender acerca de la ciencia, desarrollando una comprensión de la naturaleza y métodos de la ciencia, y una conciencia de las complejas relaciones entre ciencia y sociedad.
- Hacer ciencia, implicándose y desarrollando una experiencia en la investigación científica y la resolución de problemas.

(Hodson, 1994)

Según este esquema, no basta la enseñanza del contenido científico, ni las prácticas centradas en la investigación científica. Deben existir espacios para la comprensión de los métodos y sus lógicas, ser capaz de entender la diferencia entre una opinión y una evidencia, o poder argumentar hasta qué punto una afirmación en los medios podría tener validez científica (NSTA, 1982). Las oportunidades de alfabetización científica de que disponen los estudiantes durante su escolaridad parecen estar muy asociadas a las decisiones que el profesor tome, a partir del curriculum, acerca de la enseñanza.

## Indagación y habilidades científicas en el curriculum escolar chileno

En el currículum de ciencias de Chile, la indagación científica ha estado presente desde el año 1998, aunque no con una línea clara de cómo abordarla en las salas de clases, ni tampoco con una definición conceptual precisa que oriente a los profesores de ciencias (Vergara y Cofré, 2012).

De acuerdo con el currículum vigente se busca que cada estudiante “desarrolle la capacidad de usar los conocimientos de la ciencia, aplique las habilidades científicas y asuma las actitudes inherentes al quehacer de las ciencias para obtener evidencia, evaluarla y, sobre esa base, seguir avanzando en la comprensión del mundo natural” (Mineduc, 2015, p. 142). En los programas de estudio se puede reconocer una serie de sugerencias de cómo trabajar las habilidades científicas a través de diferentes actividades y estrategias de enseñanza y evaluación. Pese a ello, no se distingue entre habilidades de investigación científica, de indagación y de pensamiento científico que el estudiante podría desarrollar con tales propuestas. La premisa curricular apunta a desarrollar conocimiento disciplinar y procedimental, sin que existan descripciones precisas sobre cuáles son las habilidades de pensamiento científico que deberían ser desarrolladas, ni cómo hacerlo.

Las habilidades de investigación científica declaradas en el currículum de ciencias aluden a las que se desarrollan al llevar a cabo cada uno de los pasos que nacen de la investigación científica, por ejemplo, a través del método científico (Mineduc, 2012, 2015). Se espera que a través de una progresión horizontal (a través del año escolar) como vertical (a lo largo de los niveles escolares), los estudiantes migren desde la formulación de preguntas, pasando por el diseño de experimentos, para desarrollar la habilidad de concluir y comunicar sus resultados (Mineduc, 2012, 2015). Tal lógica también aparece replicada actualmente en las bases públicas destinadas a orientar a las editoriales sobre la confección de textos escolares que serán distribuidos en los establecimientos públicos, en donde pese a solicitar el desarrollo de la “alfabetización científica, como instrumento para analizar y explicar fenómenos y experiencias de la vida cotidiana”, se pide “desarrollar la adquisición progresiva de las habilidades y los procesos de una investigación científica propuestas por las Bases Curriculares”, sin aludir a la formación del pensamiento científico (Mineduc, 2019).

Un compromiso con las habilidades de pensamiento científico supone estrategias didácticas como la indagación o el modelaje en ciencias, para promover diversas visiones sobre cómo se produce el conocimiento científico. Asimismo, la inclusión de temas disciplinares, como también aspectos relacionados con la historia, naturaleza de las ciencias y el quehacer científico que contribuyan a la reflexión de los estudiantes sobre qué son, cómo se hacen y quiénes hacen las ciencias, así como la vinculación de todo ello con las problemáticas e intereses de su propio contexto de vida (Chamizo, 2017).

El propósito es que el estudiante aprenda que no existe un único método válido para generar conocimiento científico, que toda investigación científica parte con una pregunta de investigación, que los datos no son lo mismo que la evidencia o que diferentes procedimientos pueden generar los mismos resultados (Lederman y Lederman, 2010). La exploración de este tipo de visiones posee una larga data en la investigación empírica y se han desarrollado diversos instrumentos para poder conocerlas (Lederman, Lederman, Bartos, Bartels, Meyer y Schwartz, 2014). Los estudios son bastante concluyentes en que la participación de los estudiantes en actividades que intentan replicar el trabajo científico, aún

cuando se centre en múltiples habilidades relevantes, como diseñar preguntas o metodologías, no con efectivas al momento de desarrollar nociones acerca de qué es y cómo se construye el conocimiento científico (Schwartz, Westerlund, García y Taylor, 2010). Las posibilidades de modificar estas visiones sobre indagación científica dependen tanto del trabajo realizado por el profesor, su experiencia, sus creencias, sus propias visiones, como también las habilidades que los estudiantes posean y como el profesor las potencie y oriente.

### **Formación docente y habilidades de pensamiento científico**

Las actualizaciones del curriculum escolar en ciencias, el enfoque de formación en alfabetización científica de los estudiantes y la importancia de desarrollar habilidades y actitudes hacia la ciencia ha traído consigo, exigencias particulares al perfil del docente que se quiere formar. De acuerdo con Galaz, Santibáñez, Camacho, Jiménez, Vergara y Cofré (2010), los procesos de reforma que se han emprendido durante las tres últimas décadas en América y Europa reposicionan profesionalmente la labor y formación del profesor al otorgar un nuevo sentido a la enseñanza de las ciencias. Estos nuevos lineamientos suponen el desarrollo de un repertorio didáctico amplio, que incluyan estrategias de enseñanza para el logro de competencias de diversa naturaleza (Galaz et al., 2010).

Partiendo de la base que los profesores en formación comparten una formación científica escolar centrada en el profesor y los contenidos conceptuales, el rol de la universidad se vuelve clave en la transformación de tales racionalidades. Si la universidad tiende a replicar el modelo, otorgando espacios limitados al desarrollo de competencias didácticas y pedagógicas, la reproducción de prácticas parece algo inevitable (Cofré, Camacho, Galaz, Jiménez, Santibáñez y Vergara, 2010). Esto contrasta con el listado propuesto por Carrascosa, Martínez, Furió y Guisasola (2008), donde un profesor debiera desarrollar conocimientos y habilidades profesionales muy diversas, tales como: manejar la didáctica de las ciencias, saber realizar y promover la indagación científica, conocer la historia de la ciencia y comprender la naturaleza del conocimiento científico.

Un estudio de Windschitl (2008) aporta que los profesores que mejor y más implementaban metodologías de indagación científica en su sala de clases eran aquellos que habían tenido experiencias significativas de investigación científica durante sus estudios de pregrado o durante su vida profesional. Por lo tanto, el incluir cursos sobre indagación y naturaleza de las ciencias en la formación de profesores de ciencia es algo que puede repercutir en el cambio de paradigma del profesor y así como en los resultados de los aprendizajes de los estudiantes.

Una arista distinta es el manejo disciplinar. De acuerdo con la evidencia, un profesor que no posee conocimientos sólidos sobre la materia que enseña, es un profesor inseguro, que se guiará principalmente por lo que dicen los textos escolares, lo cual al final repercute en que su práctica sea poco innovadora y principalmente tradicional (Carrascosa et al., 2008). En esta línea, existen evidencias en Chile de que profesores de biología que tienen poco dominio de la disciplina suelen realizar sus clases en formatos más tradicionales, remitiéndose a reproducir el contenido de un texto o documento y negando al alumno cualquier posibilidad de indagación, frente al temor de hacer evidente su poco manejo (Vergara, 2006).

Cabe destacar que en Chile existen algunas experiencias de formación que han permitido especializar a los profesores en indagación científica. Algunas de estas son el programa ECBI

(Enseñanza de las Ciencias Basada en Indagación), del Ministerio de Educación; la Universidad de Chile con su Academia Chilena de Ciencias y del “Modelo de desarrollo profesional docente entre pares, para fortalecer la calidad de la enseñanza de las Ciencias Naturales en Kinder y Enseñanza Básica”, la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso con su programa MECIBA (González et al. 2009), el programa de formación en “Indagación científica en la escuela” de la Universidad de Chile, y el Programa de Indagación Científica para la Enseñanza de las Ciencias (ICEC) que promueve la formación de comunidades de aprendizaje en establecimientos municipales de todo el país (Bravo, 2018).

Si bien todos han contribuido a la implementación de este tipo de enseñanza, esta se ha limitado en el número de escuelas participantes como al mejoramiento de la enseñanza solo a nivel de educación básica y algunos niveles de enseñanza media (Cofré et al., 2010) y en la mayoría de los casos, su foco ha sido el desarrollo de habilidades de investigación científica. Del mayor interés resulta el estudio que actualmente desarrolla el Ministerio de Educación, destinado a conocer el impacto del programa ICEC, bajo el supuesto que una intervención extensa y orientada a la reflexión didáctica sobre las lógicas de la indagación, pueda promover aprendizajes coherentes con el propósito de la alfabetización científica en aquellas comunidades apoyadas por el programa (Mineduc, 2019).

En general, y como lo plantea Cofré (2012), resulta relevante disminuir la brecha entre las demandas curriculares de la enseñanza de la ciencia y los criterios imperantes en la formación de profesores. De otra forma, seguirá prevaleciendo una instrucción tradicional, que dificulte el desarrollo de habilidades de pensamiento científico y haga más distante el propósito de la alfabetización científica.

### **Racionalidades docentes**

El concepto de racionalidad se considera polisémico y puede ser entendido de acuerdo al contexto, sin embargo, podemos caracterizarlo de acuerdo a lo que significa en el ámbito sociológico y educativo. De esta manera, Schnädelbach (2000) plantea que “la racionalidad se caracteriza esencialmente por la capacidad de fundamentar, donde la expresión «fundamentación» ha de entenderse, por lo pronto, mucho más que la respuesta a las preguntas que comienzan con la interrogación «¿por qué?»” (p. 400). El autor sostiene que la racionalidad es ante todo la facultad de lo comprensible, la capacidad de hacer, de dar a entender y de entender algo comprensible (Schnädelbach, 2000). Se trata de un aspecto fundamental en la toma de decisiones de los sujetos y que es influenciada tanto por el nivel de conocimientos sobre un aspecto en particular como también por la experiencia en diversas circunstancias. Como lo plantea Bonome (2009), la racionalidad supone no solo una orientación hacia fines y metas, sino que la serie de condiciones y restricciones externas e internas que la limitan. Se ha llegado a plantear incluso que esta cualidad humana existe fundamentalmente en la toma de decisiones o al hacer elecciones, en donde importan tanto las metas y fines, como las normas y los valores (Olivé, 1995).

Las creencias personales tendrían especial relevancia en las decisiones que podemos tomar. Como destaca Porlán (1995) las percepciones personales están influenciadas por los esquemas, constructos y creencias de quien percibe. Es decir, es difícil reconocer las evidencias empíricas que contradicen nuestros puntos de vista, pues las interpretaciones que

hacemos de nuestra experiencia y de los recuerdos que tenemos de ella están sesgadas por nuestro propio sistema de creencias (Porlán, 1995).

Esta perspectiva ha sido ampliamente desarrollada por Perrenoud (2008), quien explica que un profesor con vasta experiencia docente no necesita ni establece mecanismos de cuestionamiento de su práctica. Tal postura no representa su profesionalismo o su capacidad intelectual o de actualización. Tampoco estaría relacionada con su habilidad crítica o su autoestima. Según Perrenoud (2008), todos los profesores establecemos rutinas repetitivas, con componentes conscientes e inconscientes. Si el profesor no fue formado para analizar su toma de decisiones didácticas, estas se volverán inescrutables. El profesor que lleva muchos años educando probablemente aprenderá a desconocer cómo hace lo que hace. Desde otro marco conceptual, se ha propuesto que el conocimiento teórico y práctico que influyen el quehacer del profesor es fundamentalmente tácito (Juri, 2015). Vale decir, el profesor no sería del todo consciente de porque decide lo que decide, tanto en la preparación de la enseñanza, como en su implementación. Gran parte de la investigación sobre el conocimiento pedagógico del contenido se basa en conseguir que los razonamientos y los propósitos tácitos del profesor se vuelvan explícitos (Loughran, Berry y Mulhall, 2012).

Al entrar en este círculo vicioso es muy difícil la toma de conciencia y muy poco probable el cambio en la forma de desarrollar la docencia (Galaz et al., 2010).

Esto puede ser una de las causas del por qué a pesar de que los docentes tienen plena conciencia sobre los cambios y avances en los objetivos de la ciencia escolar, aún siguen trabajando con métodos más tradicionalistas que le dan un mayor protagonismo a la enseñanza de contenidos conceptuales y habilidades instrumentales, más allá del desarrollo de habilidades de pensamiento científico en sus estudiantes.

## Objetivos

### Objetivo General

Analizar las relaciones que se establecen entre las racionalidades con que los profesores de ciencias naturales orientan la enseñanza de habilidades de pensamiento científico (HPC) en sus prácticas de aula y las visiones sobre indagación científica que tienen sus estudiantes.

### Objetivos específicos

1. Describir las racionalidades de profesores de ciencias naturales que orientan la enseñanza de habilidades de pensamiento científico (HPC) en sus estudiantes.
2. Caracterizar las situaciones de aula donde el profesor enseña las habilidades de pensamiento científico (HPC) a sus estudiantes.
3. Analizar la visión sobre indagación científica que tienen los estudiantes de las asignaturas dictadas por los profesores participantes.
4. Analizar la vinculación entre las racionalidades del profesor de ciencias y las visiones sobre indagación científica que tienen los estudiantes.

## Metodología

La investigación tiene un enfoque cualitativo, a través de un estudio de casos único, en la medida que permite analizar la realidad y las cuestiones a las que se desea dar respuestas, seleccionando escenarios reales que se constituyen en fuentes de información (Rodríguez, Gil y García, 1999). Se escogió esta metodología considerando la necesidad de recopilar e

interpretar de manera detallada toda la información posible sobre los sujetos de estudio Vieytes (2004), en donde podrían surgir varias dimensiones comparables.

### Selección de informantes

Los informantes de este estudio fueron seleccionados mediante un muestreo de tipo intencional (Vieytes, 2004), en función de los intereses temáticos y conceptuales. Cabe destacar también que, los casos fueron seleccionados según los criterios generales presentados por Stake (1994) para estudios de caso (Ej. Disponibilidad), además de requisitos que fuesen funcionales para los propósitos de este estudio: (1) Profesores de ciencias naturales, que tuvieron una formación inicial regular en ciencias naturales y que trabajaran en un sector urbano cercano al investigador, (2) Con un mínimo de cinco años de experiencia en enseñanza de las ciencias, para poder explorar las diversas experiencias pedagógicas que han tenido, y (3) que en los últimos dos años hayan participado de experiencias de formación continua en enseñanza de las ciencias, para indagar en tales experiencias y saber cómo han implementado en sus clases los aprendizajes adquiridos.

Complementario a esto, se agregó un criterio que permitió seleccionar a los estudiantes que participaban en el estudio, captando sus visiones sobre indagación científica. Estos debían ser estudiantes que cursen 2° o 3° año de enseñanza media y que hayan tenido experiencias de aprendizaje en las asignaturas de biología, física y/o química, en los últimos 4 años, con los profesores seleccionados como informantes. En la Tabla 1, se presenta una descripción de los tres profesores informantes escogidos para el estudio:

**Tabla 1.** Descripción de los informantes del estudio.

Características	Informantes		
	NV B	IL Q	AC F
Especialidad	Biología y Ciencias Naturales	Química	Ciencias Naturales, mención Física
Edad	54	44	32
Universidad de egreso	Pontificia Universidad Católica de Chile, sede Talcahuano	Universidad Católica de la Santísima Concepción	Universidad de Concepción
Años de docencia	25	17	5
Niveles escolares en que trabaja	1° a 4° medio	7° y 8° básico, 3° y 4° medio	7° básico, 1° a 4° medio

Cabe indicar que los participantes del estudio tomaron conocimiento, firmando un consentimiento informado que garantizaba el anonimato y la confidencialidad de las conversaciones sostenidas en el curso de la investigación. Además, se explicitó, la opción de abandonar el estudio en cualquier etapa de la recogida de los datos y finalmente, se comprometió la socialización de los resultados en el caso que estos lo solicitaran.

### Técnicas e instrumentos de recopilación de información

**Entrevistas:** Para conocer las racionalidades de los profesores sobre la enseñanza de las HPC de sus estudiantes se diseñó una pauta de entrevista semi-estructurada, que permitiría explorar las mismas áreas generales, respondiendo las mismas preguntas, pero en docentes



de diferentes áreas disciplinarias de la enseñanza de las ciencias. La tabla 2 presenta las categorías y sub-categorías que respaldaron las preguntas formuladas. En coherencia con el marco referencial, se consideró que las principales fuentes que configuran la toma de decisiones sobre HPC provenían de la formación recibida, así como de las experiencias personales derivadas de las prácticas de aula, durante sus años de docencia.

**Tabla 2.** Categorías y sub-categorías de la pauta de entrevista semiestructurada.

Categorías	Sub-categorías
Formación docente en habilidades de pensamiento científico (HPC).	1. Formación inicial docente en habilidades de pensamiento científico.
	2. Formación docente continua en habilidades de pensamiento científico
Prácticas docentes en habilidades de pensamiento científico (HPC).	1. Características de las prácticas de aula en torno al desarrollo de habilidades de pensamiento científico
	2. Obstáculos en las prácticas de aula para el desarrollo de habilidades de pensamiento científico.

**Registro audiovisual:** Atendiendo al segundo objetivo específico, se consideró la propuesta de Rodríguez et al (1999), en términos de usar la grabación de audio y video por ser fácilmente adaptables a otros sistemas de observación, con un carácter relativo y temporal, que facilita los análisis. A cada profesor informante se le grabaron cuatro clases, aunque la primera no se consideró en el estudio, pues tuvo por fin generar adaptación y promover conductas más naturales a contar de la siguiente grabación. El análisis del registro audiovisual se centró en cinco categorías: (1) Objetivo de la clase, (2) Situación de enseñanza, (3) Coherencia entre el objetivo declarado y las HPC abordadas, (4) Estrategias utilizadas para abordar las HPC, y (5) Evaluación de las HPC abordadas.

**Cuestionario VASI** (Visiones sobre Indagación Científica): Tomando como referente la formulación provista por Lederman et al. (2014), se aplicó el cuestionario VASI a los estudiantes de los profesores informantes. Coherente con el tercer objetivo específico del estudio, el propósito de este instrumento es evaluar las visiones que poseen los estudiantes acerca de diferentes aspectos de la indagación científica (Lederman et al, 2014), las que también aparecen descritas en Vergara y Cofré (2012):

1. Todas las investigaciones científicas comienzan con una pregunta y no necesariamente prueban una hipótesis;
2. No se sigue un único conjunto de pasos en todas las investigaciones;
3. Los procedimientos de investigación se guían por la pregunta formulada;
4. Todos los científicos que realizan los mismos procedimientos pueden no obtener los mismos resultados;
5. Los procedimientos de investigación pueden influir en los resultados;
6. Las conclusiones de la investigación deben ser consistentes con los datos recopilados;
7. Los datos científicos no son lo mismo que la evidencia científica;
8. Las explicaciones se desarrollan a partir de una combinación de datos recopilados y de lo que ya se conoce.

Básicamente, los estudiantes deben responder siete preguntas sobre investigaciones

científicas y las lógicas que tales estudios poseen. Las respuestas se analizan buscando posiciones relativas a los aspectos listados más arriba. La versión del VASI utilizado corresponde a la traducida al español y validada por los investigadores chilenos del estudio internacional de Visiones sobre Indagación Científica en 7° básico (Lederman et al. 2019).

En la tabla 3, se presenta un cuadro resumen que describe la relación entre los objetivos específicos, las técnicas y los instrumentos para la recogida de datos en la investigación.

**Tabla 3:** Objetivos específicos, técnicas e instrumentos para la recopilación de la información

Objetivos específicos	Recopilación de información	
	Técnicas	Instrumentos
1. Explorar bajo qué racionalidad profesores de ciencias naturales orientan el desarrollo de habilidades de pensamiento científico (HPC) en sus estudiantes	A) Entrevista	Entrevista semiestructurada
2. Identificar las situaciones de aula donde el profesor desarrolla las habilidades de pensamiento científico (HPC) en sus estudiantes.	B) Observación: Análisis de contenido	Registro audiovisual
3. Analizar la visión sobre indagación científica que tienen los estudiantes de las asignaturas dictadas por los profesores participantes.	C) Cuestionario	Cuestionario VASI: Visiones sobre indagación científica
4. Describir la vinculación entre las racionalidades del profesor de ciencias y las visiones sobre indagación científica que tienen los estudiantes.	D) Análisis de contenido.	Triangulación de fuentes

### Análisis de la información

Se describen los aspectos centrales del análisis de los datos, así como los criterios utilizados para promover la validez y la confiabilidad de las interpretaciones de los datos.

**Datos de las entrevistas:** Se desarrolló un análisis de contenido, técnica que se utiliza para sistematizar y analizar el contenido de los mensajes de textos, sonidos, e imágenes con el objetivo de efectuar deducciones lógicas justificadas, concernientes a la fuente (Vieytes, 2004). De acuerdo con este procedimiento, primero se desarrolló una codificación abierta, es decir, se asignó a las unidades de significado relevante un código a fin de identificarlo. Posterior a esto, se procedió a construir una tabla con dichos códigos, donde fueron descritos sus significados y la frecuencia que tenían en el discurso de los participantes. Enseguida, se agruparon estos códigos en categorías que fueron levantadas a través de una matriz donde se consignaron las citas más ilustrativas sobre una unidad conceptual específica presente en los entrevistados. A partir de la comparación de las citas se consignaron las subcategorías como atributos de cada una de las categorías mayores delimitadas. Posteriormente, se trabajó en la identificación de atributos y dimensiones a través de la construcción de un árbol con las categorías trabajadas.

Como medio de garantía de la validez del análisis de los datos, se realizó una triangulación de fuentes, es decir, se compararon las perspectivas de los profesores de ciencias, desde sus disciplinas de enseñanza, identificando así las diferentes experiencias que le han llevado a aprender a desarrollar habilidades de pensamiento en sus estudiantes y las relaciones que se establecen entre estas y sus racionalidades. Las comparaciones múltiples de fenómenos

únicos han sido presentadas como un medio de aportar validez a estudios cualitativos (Rodríguez, Pozo y Pérez, 2006).

**Datos de la observación:** Se utilizó un análisis de contenido, con la misma lógica del análisis de las entrevistas, ya que esto permitió la reducción en la complejidad de los mensajes, a través de técnicas de codificación, y su objetividad mediante cálculos de distribución de frecuencias (Vieytes, 2004).

**Análisis del Cuestionario VASI:** Para el análisis de las respuestas proporcionadas por los estudiantes en el VASI, se utilizó un análisis de contenido en base a lo descrito por Lederman et al (2014). Para evaluar las respuestas en cada aspecto de indagación científica, se le otorga un puntaje que las clasificaba como informadas (3 puntos), mixtas (2 puntos), ingenuas (1 punto) y/o poco claras (0 puntos). Si un participante proporcionaba una respuesta coherente en todo el cuestionario que es totalmente congruente con la respuesta objetivo para un aspecto dado de investigación científica, se etiqueta como "informada". Si, por el contrario, una respuesta se explicaba solo parcialmente, y por lo tanto no totalmente consistente con la respuesta específica, o si una contradicción en la respuesta era evidente, se daba una puntuación de "mixta". Una respuesta que era contradictoria con los puntos de vista aceptados de un aspecto particular, o no proporcionaba ninguna evidencia de congruencia con puntos de vista aceptados del aspecto específico de investigación científica bajo examen, se calificaba como "ingenuo". Por último, para puntajes que son incomprensibles, ininteligibles, o que, en total, no indican ninguna relación con el aspecto particular, se asigna una categorización de "incierto" o NA. A continuación, se presenta un resumen de la clasificación con su respectiva puntuación. Cabe destacar que, aunque se proporciona una tabla de especificaciones que relaciona las preguntas con varios aspectos de investigación científica, la puntuación no se realiza como una simple correspondencia uno a uno entre un aspecto y un solo elemento, sino que conlleva una visión holística de la visión que tiene el estudiante respecto a distintos aspectos de investigación científica (Lederman et al., 2014). Los datos obtenidos a partir del análisis de las respuestas y sus puntuaciones fueron tabulados en una planilla Excel. Para calibrar la precisión de numerosos puntajes (confiabilidad entre evaluadores), los dos autores examinaron un conjunto común de cuestionarios VASI correspondiente al 10% del total, hasta que se alcanzó un 80% de acuerdo respecto a las categorías de clasificación. El análisis de los datos restantes fue realizado por uno solo de los autores.

## Resultados y Discusión

### Análisis de entrevistas

La recogida de datos mediante las entrevistas semiestructuradas tuvo como objetivo *explorar bajo qué racionalidad profesores de ciencias naturales orientan el desarrollo de habilidades de pensamiento científico (HPC) en sus estudiantes*. Del análisis de los datos surgieron 205 códigos que posibilitaron estructurar tres categorías: Formación docente en habilidades de pensamiento científico (89), Práctica docente en habilidades de pensamiento científico (101) y Competencias del docente de ciencias (15). Esta última resultó ser una categoría emergente, no prevista en la metodología. En las tablas 4, 5 y 6 se presentan los hallazgos más relevantes en función de las unidades de significados descritos anteriormente.

**Tabla 4.** Síntesis del análisis de entrevistas. Categoría Formación docente en HPC

<b>Categoría: Formación docente en HPC</b>		
<b>Sub-categoría</b>	<b>Características comunes a los tres informantes</b>	<b>Citas representativas</b>
<b>Formación inicial</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Formación inicial guiada por científicos sin conocimiento pedagógico</li> <li>• Se considera tradicional, con énfasis en las prácticas de laboratorio y las cátedras</li> <li>• El rol asumido por los formadores fue la preparación de investigadores</li> <li>• La participación en prácticas de laboratorio no supone espacios reflexivos</li> </ul>	<p><i>“Porque ellos no eran pedagogos”, ya, ellos eran, para hacer pedagogía, ósea, enseñar su biología, pero, eh, como a ellos le enseñaron, haciendo investigación (...) “Entonces ellos eran investigadores, nos enseñaban, me formaron de esa manera” (NV_B)</i></p> <p><i>“...durante mi pedagogía, los profesores nos invitaban ah, fueron muy motivadores, y nos invitaban a las jornadas, a los simposios donde ellos participaban, ellos eran exponentes y nosotros íbamos de oyentes y de ahí veíamos, y para ellos no íbamos a ser pedagogos en biología, para ellos, nos estaban formando como investigadores” (NV_B)</i></p> <p><i>“Porque en las facultades en las cuales yo me movía, a mí me enseñaron el conocimiento, pero nunca nadie me enseñó como enseñar ese conocimiento a los niños” (IL_Q)</i></p>
<b>Formación continua</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Generó oportunidades de aprender sobre HPC</li> <li>• HPC se considera un aspecto complejo de enseñar</li> <li>• En varios casos, ha sido clave el intercambio de experiencias con otros profesores de ciencia y con profesores en formación</li> <li>• Perfeccionamientos enfocados en aspectos disciplinares o bien, experimentales no permiten problematizar las HPC como instancias reflexivas necesarias</li> <li>• Desconocimiento de la didáctica como una disciplina compleja y diversa, que proporciona respuestas curriculares</li> <li>• Desconocimiento de la indagación como contenido (las racionalidades del proceso de generación del conocimiento científico)</li> </ul>	<p><i>“... lo que a mí me enseñaron en la universidad era enseñar conocimiento, pero no necesariamente a desarrollar habilidades en los alumnos. En cambio ahora, a partir de la habilidad que el alumno vaya aprendiendo cosas nuevas. Significó quizás capacitarnos un poco, porque yo también hice post título, hice cursos. También significó tener conversaciones con colegas, también entender qué significaba habilidades del pensamiento científico, porque es un concepto grande, pero a la vez hay que aterrizarlo a nuestra realidad” (IL_Q)</i></p> <p><i>“Porque se centraba más en la enseñanza del contenido duro de la asignatura, más allá de, de, enseñar a cómo enseñar habilidades de pensamiento científico” (AC_F)</i></p> <p><i>“Estos cursos, eh, bueno hay un tema de contenido” (...)</i> <i>“Contenido, bastante contenido, ya, eh, y, eh, eso te, eh, haber, en estos cursos más que nada es contenido y hacer actividades experimentales” (IL_Q)</i></p> <p><i>“sabía que los niños iban a desarrollar una habilidad, pero no estaba explícito en el tema. ¿Ya? Y esa habilidad tendríamos que desarrollarlo a través del desarrollo de la, de la actividad” (IL_Q)</i></p>

Si bien es cierto que la inmersión en prácticas científicas permite el desarrollo de habilidades de investigación (González et al., 2009), si la enseñanza no ha sido explícita en el logro de habilidades de pensamiento científico, esto no solo dejará de aprenderse, sino que tampoco se convertirá en un objeto que deba enseñarse en el futuro. En relación con esto, los mismos autores señalan que el laboratorio de ciencias universitario es uno de los ejes centrales de la formación disciplinaria en la formación del profesor (González et al., 2009). Los autores investigaron las acciones del profesor universitario que podrían promover competencias

científicas en el contexto del trabajo de laboratorio. Los resultados preliminares de este estudio muestran que, en promedio, el tiempo dedicado a este tipo de acciones no sobrepasa el 15% de la clase. De este porcentaje, las conductas más habituales se relacionan con la enseñanza de procedimientos científicos y técnicas, la recolección y representación de datos y un gran énfasis en la rigurosidad científica, características similares a las planteadas por los profesores entrevistados.

Nuestros resultados dan cuenta de un modelo mayoritariamente tradicional de docencia experimental, en donde el laboratorio, aun a nivel universitario, se transforma en una instancia meramente procedimental, en la cual los alumnos se limitan a “seguir una receta”, sin mayores espacios para la reflexión y la indagación científica.

El foco disciplinar parece replicarse en la formación continua. Cuando el foco está puesto en el aprendizaje de los conceptos científicos, no solamente se relativiza la importancia de la formación didáctica. En la mayoría de los casos persiste una imagen de ciencia ingenua e inadecuada, entendiéndose por conocimiento científico un derivado directo de lo empírico, que está generado a partir de un procedimiento rígido y lineal.

Se puede deducir que las oportunidades que los profesores tuvieron para abordar las habilidades de pensamiento científico como contenido o como estrategia para enseñarla fueron escasas. Lo complejo es que aun cuando advierten la deficiencia de su propia formación, no es posible visualizar una clara intención de enseñar de otra forma.

**Tabla 5.** Síntesis del análisis de entrevistas. Categoría Prácticas docentes en HPC

<b>Categoría: Prácticas docentes en habilidades de pensamiento científico (HPC)</b>		
<b>Sub-categoría</b>	<b>Características comunes a los tres informantes</b>	<b>Citas representativas</b>
Características de las prácticas de aula en torno al desarrollo de HPC	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Validación de prácticas basadas en “recetas de cocina”, basadas en el método científico lineal</li> <li>• Validación del desarrollo de habilidades de investigación científica</li> <li>• Poca discriminación entre HPC y habilidades de investigación científica</li> <li>• Creencia que el logro de las habilidades puede ser espontáneo y autónomo</li> <li>• Creencia que la participación en investigaciones escolares promueve las habilidades de investigación científica</li> <li>• Comprensión que las prácticas de laboratorio o la experimentación son un complemento de las clases tradicionales</li> <li>• Reducción de la cobertura curricular a la enseñanza de contenido teórico,</li> </ul>	<p><i>“también paralelo con eso, los lleve a hacer actividades experimentales concretas, era una verdadera receta. Leyeran una receta de cocina, ellos tenían que manejarse en llevar a cabo esa receta de cocina y obtener...” (NV_B)</i></p> <p><i>“... con la media me centro ahí en que yo solo les doy el tema y ellos desarrollan las habilidades, porque principalmente mi intención es que desarrollen, como son del plan científico, las etapas del método científico” (IL_Q)</i></p> <p><i>“... como yo enseño ciencias para mí es importante la experimentación. Yo creo que, aparte de lo que ellos ven en teoría, necesito que lo practiquen, que lo manipulen, por decirlo así. Que lo vean en vivo. Creo que es importante para las ciencias la investigación” (IL_Q)</i></p> <p><i>“... pero después me di cuenta que ellos podían más, y que había tiempo para que ahora ellos prepararan su proyecto, que es lo que querían.” (NV_B)</i></p> <p><i>“... Tienen que ir las habilidades con los contenidos... Las dos cosas van a desarrollar el pensamiento científico (...)” (NV_B)</i></p> <p><i>“Yo siento que el desarrollo del pensamiento científico es algo cotidiano, porque si tú lo envías, le dices,</i></p>

	<p>desconociendo el requerimiento de enseñar habilidades</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• El aprendizaje de HPC se puede lograr mediante múltiples estrategias y requiere de una base conceptual</li> <li>• Desarrollo incipiente de indagación estructurada, proporcionando espacios de autonomía a los estudiantes</li> <li>• Creencia que es mejor que la HPC se desarrollen a temprana edad</li> <li>• Diferentes modalidades de evaluación, aunque se explicitan pocas prácticas específicas para evaluar HPC</li> </ul>	<p><i>haber veamos la hoja verde, ya estas desarrollando habilidades porque el niño tiene que deducir, tiene que observar, tiene que interpretar la información,...</i> (IL_Q)</p> <p><i>“Investigue, compartí con algunos colegas del departamento, y lo secuencie de tal forma que fuera solamente la construcción, sino que las habilidades que ellos podían desarrollar a través de eso, de carácter científico era lo más importante”</i> (AC_F)</p> <p><i>...y a través de una prueba teórica, pero la prueba teórica estaba más basada en los contenidos duros y no tanto en las habilidades</i> (AC_F)</p>
<p>Obstáculos de las prácticas de aula en torno al desarrollo de HPC</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Transferencia a los estudiantes de la responsabilidad de cambiar las prácticas tradicionales</li> <li>• Falta de experiencia en el desarrollo de investigaciones científicas completas</li> <li>• Visión positivista de la ciencia de los profesores</li> <li>• Percepción que evaluar HPC es más complejo y requiere más tiempo que evaluar conceptos</li> <li>• Percepción que el sistema escolar chileno atenta contra la enseñanza de habilidades</li> <li>• Percepción que el currículo es incongruente: Se solicita enseñar habilidades, pero el contenido conceptual es excesivo</li> <li>• Estudiantes poco dispuestos a trabajar más o en nuevos contextos</li> <li>• Dificultad de los estudiantes de relacionar lo aprendido en ciencias con sus propios contextos</li> </ul>	<p><i>“... ellos están acostumbrados a otro paradigma. Poco más tradicional, por mucho que nosotros le digamos que la educación está cambiando de paradigma, ellos todavía no lo sienten así”</i> (AC_F)</p> <p><i>“Si bien es cierto, la carrera de pedagogía te enseñan, cierto, en la didáctica de las ciencias, te enseñan un poco, pero otra cosa es hacerlo tú, tu proyecto, llevarlo a cabo desde el inicio hasta el término, hasta llegar a exponerlo”</i> (NV_B)</p> <p><i>“Siempre trato de hacer ciencia con los chiquillos, aunque, el sistema, no está hecho, no es ideal para hacer eso, por, por lo extenso que es, cierto, un programa, por el poco tiempo que tenemos para preparar para planificar, pero siempre trato de que, no caer en la pura teoría”</i> NV_B)</p> <p><i>“¡Siii! Hace tiempo, sigue siendo incongruente, y hacen ajustes, y los ajustes quedan igual de extensos, exactamente. Eh, así que, acortan una cosa, pero después alargan otra, y, no hay caso (...) en ciencias, porque son muy pocas horas para ciencia”</i> (NV_B)</p> <p><i>“Es un alumno cómodo que ojalá le des todo hecho”</i> (IL_Q)</p> <p><i>“Tratar de llevarlo a él, que sus células están hechas de átomos, cosas así, eh, eso es lo que falta. Como contextualizar un poco más la, lo científico, con la realidad”</i> (IL_Q)</p>

Varios autores plantean que los profesores de ciencia comúnmente le dan más importancia a los contenidos conceptuales que al desarrollo de habilidades y actitudes, dominando las metodologías tradicionales, basadas fuertemente en la lectura de textos escolares, y la instrucción directa del profesor, por sobre las actividades de indagación científica y el trabajo de campo (Vergara, 2006; Krugly-Smolka, 1990). Nuestros resultados serían consistentes con aquello. Paradojalmente, se puede evidenciar que los docentes están conscientes de la importancia que tiene para la enseñanza de las ciencias el desarrollar habilidades científicas en los alumnos, sin embargo, prevalece en ellos la idea de que estas se desarrollan

mayoritariamente a través de actividades experimentales, en muchos casos, de manera espontánea. Efectivamente, la participación en actividades de investigación puede promover en los estudiantes un mayor desarrollo de habilidades de investigación científica (González et al., 2009). Sin embargo, las HPC requieren mayores cuotas de trabajo reflexivo sobre lo que se hace y por qué se hace (Vergara y Cofré, 2012; Schwartz y Crawford, 2006). Resulta interesante constatar que las explicaciones aportadas por los profesores transfieren responsabilidad a los estudiantes, al currículo o al sistema escolar, tal como lo plantean Vergara y Miño (2009), como si el cambio de paradigma no pudiese comenzar por ellos mismos. El rol del profesor es crucial en el cambio hacia una enseñanza de calidad. Si bien los profesores lo saben y el currículum de ciencias vigente explicita la importancia del desarrollo de habilidades científicas, los profesores siguen encontrando factores obstaculizadores que no permiten el abordaje de estas habilidades.

**Tabla 6.** Síntesis del análisis de entrevistas. Competencias del docente de ciencias

<b>Categoría: Competencias del docente de ciencias</b>		
<b>Sub-categoría</b>	<b>Características comunes a los tres informantes</b>	<b>Citas representativas</b>
Las características y/o atributos del profesor de ciencias.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Buen dominio disciplinar y de estrategias</li> <li>• Ser capaz de enseñar desde lo simple y lo cotidiano</li> <li>• Atender el contexto</li> <li>• Interés en conocer a sus estudiantes</li> <li>• Involucrar a los estudiantes en actividades de investigación científica</li> </ul>	<p>“... Cuando uno tiene tanta experiencia de repente uno cambia rápidamente. En un curso puedes haber hecho dos horas antes una actividad que salió sumamente buena y te vas feliz al otro curso, que es del mismo nivel “¡la voy a repetir!” y no hay caso. Y tienes que cambiar de estrategia, porque, sencillamente, los cursos son distintos y no sale igual. Es que es una cosa tan cooperativa entre el profesor y los alumnos” (NV_B)</p> <p>“... Creo que uno al principio cuando uno inicia la carrera docente uno es muy mecánico, en la medida que uno va adquiriendo experiencia va a ir dándose cuenta de los cambios que tiene que ir haciendo o las nuevas estrategias que tiene que ir utilizando. Y, también, la realidad del curso, porque yo puedo tener el nivel de séptimo pero no todos los cursos son iguales...” (IL_Q)</p>
La reflexión docente en la enseñanza de las ciencias.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La reflexión es una constante en su práctica, especialmente en torno a estrategias de enseñanza y uso del tiempo, a partir de resultados de aprendizaje</li> <li>• Capacidad reflexiva asociada a establecer nuevas metas y atreverse a innovar</li> <li>• Satisfacción relacionada con logros universitarios de estudiantes que siguieron carrera en ciencias</li> </ul>	<p>“Porque me di cuenta que los resultados eran, no eran lo que yo esperaba. Eran bajos en cuanto a la adquisición de conocimiento porque en, en específico esa unidad es como bien teórica” (AC_F)</p> <p>“Me di cuenta de que podían hasta, de que fueron capaces. A veces uno cree poco en las capacidades de los chiquillos y cuando después se daba cuenta de que confiaba poco...” (NV_B)</p> <p>“... están los resultados de los chiquillos que tú te los encuentras después y te cuenta que les va bien, que en la universidad ellos se manejan en los laboratorios... (...) Llegan a contar, ponte tú, que ellos son los que le ayudan a sus compañeros en el manejo de un microscopio.” (NV_B)</p>

Uno de los aspectos relevantes en la formación de profesores y en la práctica docente es la capacidad reflexiva para mejorar las prácticas de aula. Juri (2015) señala que la reflexión es un proceso que se lleva a cabo antes y después de la acción, lo que se ha denominado

reflexión sobre la acción. La autora agrega que este debe considerarse como un proceso a través del cual el profesional mantiene un diálogo reflexivo con las situaciones en las que desarrolla su actividad. Si bien no fue un foco previsto en la metodología, resulta interesante que, al ser consultados por las características de un profesor de ciencias y las prácticas reflexivas, nuevamente aparezca el conocimiento disciplinar en lo más alto de la jerarquía, así como el desarrollo de prácticas investigativas con los estudiantes. Si bien se menciona el valor de las prácticas reflexivas, los informantes no parecen identificar problemáticas por resolver en sus propias prácticas.

### Análisis de las videograbaciones de clases

Cabe recordar que el objetivo de las grabaciones fue *“Identificar las situaciones de aula donde el profesor desarrolla habilidades de pensamiento científico (HPC) en sus estudiantes.”* La observación y análisis del registro audiovisual de clases permitió caracterizar las prácticas más habituales de los profesores participantes, con cierta garantía que lo analizado correspondía a sesiones similares al quehacer acostumbrado de cada uno. A partir de esta caracterización, se pudieron identificar situaciones ocurridas en el aula, que promovían el desarrollo de HPC, perspectiva que se amplió hacia las prácticas que conseguían lo contrario, es decir, obstaculizar el aprendizaje de tales habilidades. En este análisis no se consideró el discurso o las opiniones de los profesores, sino el despliegue de sus acciones y la interacción con sus estudiantes durante clases de ciencia. Los principales hallazgos en esta línea son representados en la tabla 7.

**Tabla 7.** Síntesis del análisis de videograbaciones de clases.

Situaciones de aula recurrentes	Vínculo con HPC	Cita representativa
Interacciones con los estudiantes relativas al manejo de conceptos	La mayor de las interacciones mediante preguntas de función pedagógica, pretenden confirmar el logro de aprendizajes conceptuales. En la medida que es tipo de pregunta preponderante, se genera la falsa noción que el conocimiento científico no es argumentable ni discutible en cuanto a su construcción y dinamismo	“La profesora levanta el modelo y les indica que <i>“esta macromolécula está formada por dos cadenas o hebras”</i> . Moviendo el modelo va indicando con su dedo el camino de una hebra para señalar que esta va en forma de espiral. Luego hace lo mismo con la otra hebra. Les repite <i>“está formada por dos cadenas o hebras ¿de qué? De una molécula más pequeña que se llama nucleótido”</i> (14:20 clase 3 Biología)
Interacciones con los estudiantes relativas al uso de un determinado procedimiento o técnica, basado en la repetición	En varios casos, el diálogo entre profesora y estudiantes estaba orientado a resolver problemas con base matemática, que promovían habilidades más bien instrumentales, que no necesariamente fortalecían la comprensión disciplinaria subyacente, y escasamente el desarrollo de alguna habilidad científica	“la profesora les dice <i>“Haber, todos miren hacia acá”</i> el ejemplo consiste en calcular el número de átomos por la masa atómica del HCl. <i>“Yo les puedo pedir, determine la masa atómica del siguiente ácido, del ácido clorhídrico ¿Cómo usted va a determinar la masa molecular? – “Con una fórmula” dice un alumno. (...) Les explica el procedimiento paso a paso, escribiéndolo en la pizarra”</i> (05:30 clase 1 Química)
Comprobación de aprendizajes logrados mediante la completación de	El desarrollo de HPC requiere un trabajo dialógico guiado, en donde se expliciten cuestiones no siempre intuitivas. El asignar tareas de desarrollo individual, de	<i>“¡Ya! Usted va a hacer la siguiente actividad, va a determinar la masa molecular de los siguientes compuestos y mientras ustedes trabajan yo voy a ir</i>



problemas y preguntas escritas	retroalimentación asincrónica no es el mejor escenario para promoverlas	<i>viendo si alguien necesita colaboración o ayuda” (14:31 clase 2 Química)</i>
Descripción de fenómenos y procesos de manera oral, mediante el uso de modelos o a partir de un experimento	Los profesores utilizan diversas estrategias para explicar conceptos abstractos, pero tales explicaciones se agotan en lo conceptual y la confirmación de definiciones previamente revisadas. Por ejemplo, los modelos son para “comprender cómo es algo en realidad” y no son objeto de discusión sobre las evidencias que tenemos para representar el fenómeno de esa forma	<i>“se continuará trabajando como se ha estado haciendo, vamos a utilizar unos modelos de las hormonas (2:46_clase 1 Biología)</i>
Presentación de objetivos de la clase que no necesariamente aluden a habilidades científicas	Al presentar el objetivo de la clase, es habitual que el verbo del objetivo sea utilizado para orientar preguntas y actividades de la clase. Sin embargo, este verbo alude a una habilidad genérica (Ej. Comprender) y no a una habilidad científica. En tal sentido, el eje de la clase rara vez se asocia al desarrollo de HPC	En una de las clases de la profesora de biología, el objetivo de la clase implicaba: “Describir (...) la acción de las hormonas LH y FSH en la mujer” (1:30_clase 1 Biología)

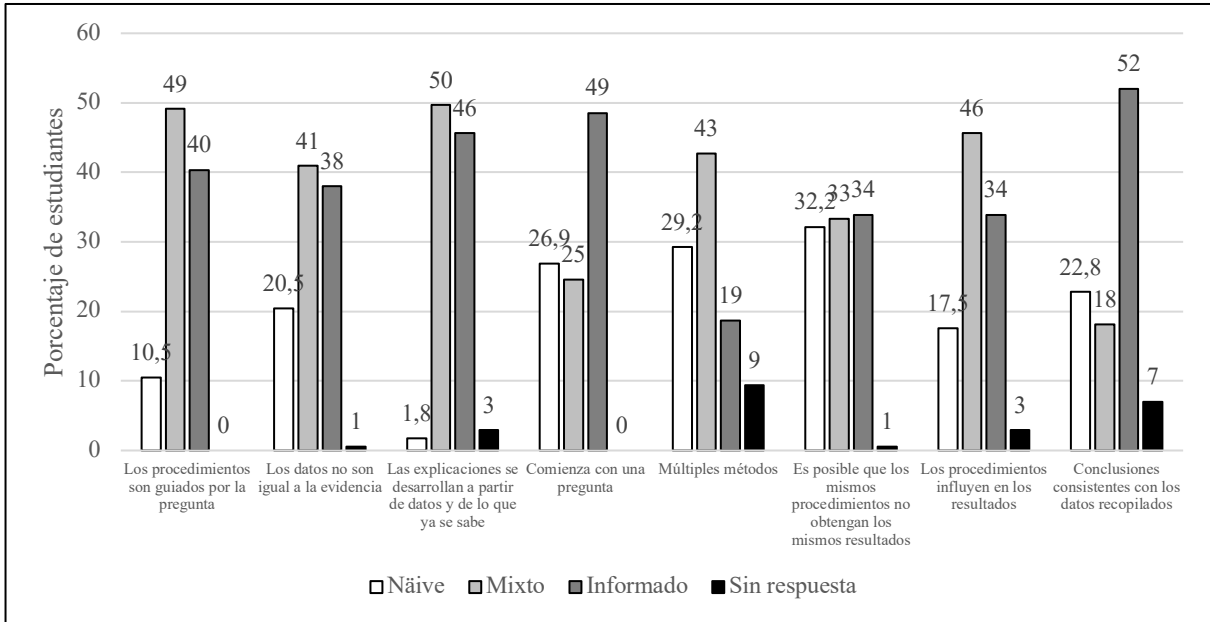
Estos resultados son abiertamente contradictorios con lo obtenido a partir de las entrevistas, donde los profesores informantes valoran y respaldan estrategias que desarrollen habilidades científicas en general (HPC y de investigación científica). Al menos uno de los informantes comprendía que las HPC podían desarrollarse en varios contextos y no necesariamente en un trabajo experimental o de investigación. Sin embargo, lo que se advierte es una ausencia generalizada de situaciones en que el profesor promueva aprendizaje de habilidades científicas en general y de pensamiento científico en particular. Por el contrario, la jerarquía otorgada a la comprensión de algoritmos y conceptualizaciones podría inhibir la reflexión sobre las evidencias que soportan tales saberes.

En un solo caso, uno de los profesores proporcionó un espacio para poder analizar las aristas que coexisten en la formulación de una nueva teoría, al abordar elementos históricos sobre la formulación de la estructura del ADN. Sin embargo, tal incidente resultó aislado y no posibilitó la reflexión sobre el significado del conocimiento conseguido, ni su transferencia al conocimiento científico en su conjunto.

### **Análisis de los cuestionarios VASI**

El gráfico de la figura 1 muestra los porcentajes de estudiantes (n=150) que mostraron las categorías naïve, mixtos e informados frente a los cuatro aspectos de la indagación científica que mostraron los porcentajes más altos de estudiantes informados. Se puede apreciar que entre el 40-52% de los estudiantes presenta visiones informadas sobre aspectos que se relacionan con la coherencia interna de las investigaciones científicas. Por ejemplo, el 52% comprende que las conclusiones de un estudio deben ser consistentes con los datos que se recopilaron. El mismo gráfico muestra que casi el 27% de los estudiantes ignoran que toda investigación debe estar precedida por una pregunta. En general, en ninguno de los aspectos la información que manejan los estudiantes parece ser robusta respecto a las lógicas en que se articula un estudio científico. De acuerdo con los datos, el conocimiento acerca de los métodos de la ciencia es mayoritariamente mixto, llamando la atención que en torno a un tercio cree que existe un único método científico y que su implementación garantiza la

replicabilidad de los resultados.



**Figura 1.** Porcentaje de estudiantes (n=150) categorizados como naïve, mixtos, informados o sin respuesta respecto a los aspectos de Indagación Científica

En la tabla 8 se incluyen algunas respuestas a las preguntas del cuestionario VASI, que permiten ejemplificar tanto visiones ingenuas, como informadas acerca de los aspectos de la indagación científica.

**Tabla 8.** Ejemplos de respuestas ingenuas e informadas sobre aspectos de la Indagación Científica de los estudiantes

Aspecto de la Indagación Científica	Respuesta que representa una visión más ingenua	Respuesta que representa una visión más informada
Todas las investigaciones científicas comienzan con una pregunta y no necesariamente prueban una hipótesis	“...el único método científico es aquel que se formula la problemática o pregunta/duda de un tema, el que reúne datos, formula una hipótesis y realiza un experimento o procedimiento para comprobar su hipótesis” (SP_2°F)	“...pueden haber distintas investigaciones en distintos ambientes. Por ejemplo, hay investigaciones que solo observan procesos naturales para obtener conclusiones, mientras hay otros que experimentan para ver distintos resultados” (SR_3°F)
Todos los científicos que realizan los mismos procedimientos pueden no obtener los mismos resultados	“Si, ya que tienen la misma pregunta y siguen los mismos procedimientos para responderla, deberían llegar al mismo resultado solo si no se equivocan” (VM_2°A)	---
Los datos científicos no son lo mismo que la evidencia científica	“las evidencias son para comprobar las informaciones (datos)” (MC_3°B).	---
Las explicaciones se desarrollan a partir de una combinación de datos recopilados y de lo que ya se conoce.	“Usan la información de que su esqueleto demuestra que era cazador y al momento de correr las piernas largas le dan más velocidad y equilibrio” (ES_3°E)	“La información que tienen acerca de fósiles, anatomía y conocimientos en el área que desempeñan” (RM_2°F)

A partir de este análisis podemos establecer que la visión sobre indagación científica que mayoritariamente aparece en los resultados es una visión mixta o transicional del conocimiento científico. Si bien cerca de la mitad de los estudiantes comprende las lógicas de articulación de las diferentes acciones que supone la investigación científica, entre un tercio y la mitad de los estudiantes, no comprende la necesidad de una pregunta inicial o la necesidad que las conclusiones dialoguen con los datos recogidos. Sobre el 70% no sabe o no está del todo seguro que en ciencias pueden utilizarse diferentes métodos y menos del 40% desconoce que los datos se vuelven evidencia cuando respaldan las hipótesis de entrada. En general, el grupo de estudiantes que participó muestra visiones más informadas que un estudio similar realizado con estudiantes de 4° medio basado en el mismo instrumento (Santibáñez y Jiménez, 2018).

Sin desconocer que los estudiantes pueden desarrollar estas visiones en contextos no formales (Ej. Museos) e informales (Ej. Documentales de televisión), los 10-11 años de escolaridad científica acumulada deberían explicar en buena medida estos resultados.

### **Triangulación de fuentes**

La triangulación de los datos provenientes de las entrevistas y las videograbaciones permiten completar el perfil de los profesores informantes, en términos de su vínculo con las HPC, haciendo converger lo declarativo con lo registrado a partir de sus clases. El análisis simultáneo de los cuestionarios VASI, permite buscar relaciones con tales perfiles. De manera sintética, se plantean las siguientes constataciones:

- Existe coincidencia entre el tipo de clase imperante en la formación inicial, con la que actualmente se desarrolla en el aula de ciencias, aunque con menor presencia de actividades investigativas, a saber, énfasis en la transmisión del contenido disciplinar, visión acrítica de la ciencia y falta de espacios reflexivos. Esto ocurre pese al rechazo explícito que este tipo de prácticas les genera y haber afirmado que el cambio de estrategia es complejo, aunque viable
- Las oportunidades de formación continua e intercambio de experiencias no parecen tener incidencia en cambios sustantivos en las prácticas de aula, siendo más profunda la influencia de la propia experiencia, validada por los modelos observados en la formación inicial
- La ausencia de situaciones pedagógicas destinadas a la enseñanza de HPC parecen tener su origen en problemas conceptuales (no se discrimina entre habilidades genéricas, de investigación y de pensamiento científico), creencias relativas al esfuerzo o tiempo requerido, desconocimiento del currículo (al que se le atribuye una exclusiva preponderancia conceptual), desconocimiento de la didáctica requerida (relacionado a la oferta de formación continua específica) y requerimientos locales del propio establecimiento educacional
- Sobre el uso de preguntas, solo se evidenció la utilización de preguntas abiertas no direccionadas, con respuestas que confirman a nivel básico el dominio conceptual, identificación de estructuras y relación estructura-función (Observación e identificación y relación). Es posible que exista un supuesto por parte de los profesores que jerarquiza los logros de los estudiantes de tal modo que, sin constatar estos aprendizajes básicos, no valdría la pena avanzar hacia escenarios cognitivos más complejos. Tal premisa parece

verse confirmada con declaraciones de los informantes que delatan un grado de conocimiento general sobre los beneficios de las HPC por sobre el conocimiento conceptual transmisor

- Bajo el mismo supuesto de las jerarquías, las habilidades de investigación científica son valoradas y existen nociones que se pueden conseguir mediante prácticas de laboratorio u otros espacios investigativos. En este caso, los profesores conocen estrategias y desde el modelamiento, son capaces de llevarlas a cabo, cuestión que se vuelve más difusa con las HPC. Tales prácticas, de todas formas, no fueron observadas en las sesiones videograbadas, aunque parecen estar relacionadas con las respuestas de los cuestionarios VASI: Muchos estudiantes parecen comprender la mecánica de la investigación científica, estableciendo vínculos entre preguntas, hipótesis, diseños y resultados. Sin embargo, predomina la visión de una metodología única y se tiende a creer en la replicabilidad de los resultados a partir de mismos diseños
- La visión crítica de la propia formación inicial y continua no parece ser suficiente como para incursionar en autogestión que derive en aprendizajes profesionales coherentes con las carencias detectadas
- Los profesores no parecen conocer estrategias específicas para evaluar habilidades en general o HPC en particular. El criterio que parece predominar es el implícito, vale decir, se asume que cuando se pide contestar preguntas sobre contenido conceptual, indirectamente darán cuenta del logro de ciertas habilidades. Paradojalmente, en el texto escolar y las guías desarrolladas por ellos mismos, existe la potencialidad de desarrollar escenarios evaluativos interesantes sobre HPC, tal como ocurre en las experiencias de investigación que los estudiantes parecen haber desarrollado. Sin embargo, estos no se aprovechan
- Existe un contraste entre la comprensión declarada de los objetivos procedimentales y el despliegue en clases. Aun cuando el profesor explicita la habilidad que desarrollará y esta sea genérica (Ej. Describir), no se visualizan oportunidades para que, por lo menos, sean los estudiantes quienes “describan”. En tal escenario, parece mucho más distante el logro de aprendizajes en habilidades específicamente científicas
- La atribución de responsabilidad hacia los estudiantes respecto al tipo de enseñanza que prefieren o sus niveles de participación en clases queda en entredicho al analizar las videograbaciones, en la medida que quién dirige las diferentes acciones es casi siempre el profesor, sin que los estudiantes parezcan interferir en su toma de decisiones

En general, no es posible relacionar de manera directa las racionalidades y prácticas observadas de los profesores con las respuestas específicas que los estudiantes desplegaron en el cuestionario VASI. Sin embargo, la evidente ausencia de prácticas reflexivas en torno a la construcción del conocimiento científico, las lógicas y limitaciones de los procesos investigativos y la flexibilidad que las preguntas de investigación suponen sobre los diseños, es muy consistente con las visiones sobre indagación que los estudiantes manifiestan.

## Conclusiones

A través de este estudio, que pretendía analizar las relaciones entre las racionalidades de los profesores de ciencia sobre HPC y las visiones de indagación científica de sus estudiantes, fue posible concluir lo siguiente:

Las entrevistas permitieron describir algunas de las racionalidades que los profesores informantes tenían sobre HPC y que orientaban su enseñanza. En general, los docentes

reconocen una falta de formación en el desarrollo de habilidades científicas en general y de pensamiento científico en particular. Las decisiones que toman en torno a la enseñanza de HPC están sesgadas por un desconocimiento del curriculum y la didáctica específica, así como la percepción que este propósito puede conseguirse de manera implícita, a través de actividades experimentales o bien, la enseñanza de conceptos científicos.

El análisis de clases mediante videgrabación permitió identificar las prácticas más habituales, intentando identificar situaciones de enseñanza de las HPC. Coherente con lo declarado por los profesores, existe una preeminencia de situaciones enfocadas en la enseñanza de contenido conceptual y el manejo de ciertas técnicas instrumentales. Si bien fue posible distinguir diversos escenarios funcionales para la enseñanza de las HPC, estos no eran aprovechados.

El estudio de las visiones de indagación científica de 150 estudiantes de los mismos profesores informantes reveló expresiones fundamentalmente mixtas. Si bien muchos estudiantes mostraron visiones informadas sobre la necesaria consistencia de los pasos de una investigación científica, también hay muchos que parecen desconocer la forma en que las preguntas de investigación orientan las distintas etapas de un estudio.

Sin que el ánimo del presente estudio fuera definir relaciones de causalidad, se logró establecer que hay suficiente coherencia entre las racionalidades presentadas por los docentes y las visiones de ciencia mostradas por sus estudiantes. Tal vínculo es consistente con publicaciones previas (Lederman y Lederman, 2004; Lederman et al., 2014; Lederman, Lederman, Bartels y Jiménez, 2019) y propone un desafío mayor en la formación de profesores de ciencias, especialmente en universidades distantes de la zona central de nuestro país, donde se congrega la mayor parte de la investigación en didáctica de las ciencias. Futuros estudios deberían profundizar en las razones que impiden a los profesores ser más fieles a sus racionalidades, así como comprender mejor los factores que inciden en la enseñanza de HPC a través de diversas prácticas de aula.

## Bibliografía

- Abd-El-Khalick, F., Boujaoude, S., Duschl, R., Lederman, N., Mamlock-Naaman, R., Hofstein, A., . . . Tuan, H. (2004). Inquiry in science education: International Perspectives. *Science Education*, 88(3), 397-419.
- 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), 3-15.
- Bonome, M. (2010). *La racionalidad en la toma de decisiones. Análisis de la teoría de la decisión de Herbert Simon*. Coruña: Netbiblo.
- Bravo, P. (2018). *Curso ICECP-PUCV: Hacia un nuevo modelo de formación continua*. Valparaíso: Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. Obtenido de [https://www.academia.edu/37024616/Libro\\_ICECP-PUCV\\_DEF.pdf](https://www.academia.edu/37024616/Libro_ICECP-PUCV_DEF.pdf)
- Carrascosa, J., Martínez, J., Furió, C. y Guisasola, J. (2008). ¿Qué hacer en la formación inicial del profesorado de ciencias de secundaria? *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 5, 118-133.
- Cofré, H. Camacho, J. Galaz, A. Jiménez, J. Santibáñez, D. y Vergara, C. (2010). La educación científica en Chile: Debilidades de la enseñanza y futuros desafíos de la educación de profesores de ciencia. *Estudios Pedagógicos*, 36(2), 279-293.

- Cofré, H. (2012). La enseñanza de la naturaleza de la ciencia en Chile: Del currículo a la sala de clases. *Revista Chilena de Educación Científica*, 11(1), 12-21.
- Cofré, H., Núñez, P., Santibáñez, D., Pavez, J.M., Valencia, M. y Vergara, C. (2019). A critical review of students' understandings of Nature of Science. *Science & Education*, 28, 205–248.
- Chamizo, J.A. (2017). *Habilidades de pensamiento científico. Los diagramas heurísticos*. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Química. Ciudad de México.
- Furió, C. Vilches, A. Guisasola, J. y Romo, V. (2001). Finalidades de la enseñanza de las ciencias en la secundaria obligatoria. ¿Alfabetización científica o preparación propedéutica? *Revista Enseñanza de las Ciencias*. 3(19), 365-376.
- Galaz, J. A., Santibáñez, D., Camacho J. P., Jiménez, J., Vergara C. y Cofré, H. (2010) Capítulo 9. Competencias para una enseñanza efectiva de las ciencias: ¿qué opinan los profesores y los formadores de profesores? En: cómo mejorar la enseñanza de las ciencias en Chile (Ed. H. Cofré).
- Gil Pérez, D., y Vilches, A. (2006). Educación ciudadana y alfabetización científica: Mitos y realidades. *Revista Iberoamericana de Educación*, 42, 31-53.
- González, C. Martínez, M. Martínez, C. Cuevas, K. y Muñoz, L. (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* 35(1), 63-78.
- Hodson, D. (1994). Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. *Enseñanza de las Ciencias*, 12(3): 299-313.
- Juri, N. (2015). El Profesional Reflexivo. *Revista Atenea*. Publicación académica de la Universidad de la Marina Mercante. Año XI. Nº 12. Ciudad Autónoma de Buenos Aires, 27-32.
- Krugly-Smolka, E. (1990). Scientific Literacy in developed and developing countries. *Int. J. Sci. Educ.* 12 (5): 473-480.
- Lederman, N. G., y Lederman, J. S. (2004). Project ICAN: A professional Development project to promote teachers' and students' knowledge of Nature of Science and scientific enquiry. In Proceedings of the 11th Annual SAARMSTE Conference. Cape Town, South Africa.
- Lederman, N., Lederman, J., Bartos, S., Bartels, S., Meyer, A., & Schwartz, R. (2014). Meaningful assessment of learners' understanding about scientific inquiry - The views about scientific inquiry (VASI) questionnaire. *Journal of Research in Science Teaching*, 51(1), 65-83.
- Lederman, J., Lederman, N., Bartels, S., y Jiménez, J. (2019). An international collaborative investigation of beginning seventh grade students' understandings scientific inquiry: Establishing a baseline. *Journal of Research on Science Teaching*, 1-30.
- Loughran, J., Berry, A., & Mulhall, P. (2012). *Understanding and Developing Science Teachers' Pedagogical Content Knowledge* (2a ed.). AW Rotterdam: Sense Publishers.
- Membiola, I. (1997). Una revisión del movimiento educativo Ciencia-Tecnología-Sociedad. *Enseñanza de las Ciencias*, 15(1), 51-57.
- Mineduc (2009). Fundamentos del ajuste curricular en el sector de Ciencias Naturales. Unidad de Currículum y Evaluación. Ministerio de Educación.
- Mineduc (2012). Bases Curriculares Educación Básica. Unidad de Currículum y Evaluación. Ministerio de Educación.
- Mineduc (2013). Módulos didácticos Ciencias Naturales. Marco referencial. Ministerio de Educación. Nivel de Educación Básica. Disponible en <http://centroderecursos.educarchile.cl/handle/20.500.12246/54817>
- Mineduc (2015). Bases Curriculares 7° Básico a 2° Medio. Unidad de Currículum y Evaluación. Ministerio de Educación. pp. 129-172.
- Mineduc (2019). Bases Curriculares 3° y 4° Medio. Unidad de Currículum y Evaluación. Ministerio de Educación.
- National Research Council (NRC) (1996). National Science Education Standards. Washington, D.C. Academic Press.
- National Science Teachers Association (NSTA). (1982). Science, technology, society---Science education for the 1980s: An NSTA position statement. Washington, DC: National Science Teachers Association.

- Olivé, L. (1995). Racionalidad epistémica. Volumen 9. Editorial Trotta. 1° Edición. Enciclopedia Iberoamericana de Filosofía. p. 10-13.
- Perrenoud, P. (2008). *Diez nuevas competencias para enseñar*. Barcelona: Graó.
- Porlán, R. (1995). Las creencias pedagógicas y científicas de los profesores. Fundamentos conceptuales y didácticos. *Revista Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 3(1), 7-13.
- Rodríguez, C., Pozo, T. y Gutiérrez, J. (2006). La triangulación analítica como recurso de validación de estudios de encuestas recurrentes e investigaciones de réplica en Educación Superior. *RELIEVE*, 12(2), 289-305.
- Rodríguez, G., Gil, J., y García, E. (1999). Metodología de la investigación cualitativa. 2° Edición. Ediciones Aljibe.
- Sabariego, J. y Manzanares, M. (2006). Alfabetización Científica. I Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación CTS+I. Palacio de Minería. Pp.1-9.
- Santibáñez, D., y Jiménez, J. (2018). Poster-Seminary: International Collaborative Investigation of High School Students' Understandings of Scientific Inquiry - A follow up study (Chile section). *NARST 91st Annual International Conference 2018*. Atlanta: NARST.
- Schnädelbach, H. (2000). Tipos de Racionalidad. Universidad Humboldt de Berlín. Traducción de José Luis López y López de Liz. UNED. Madrid. *ÉNDOXA. Series Filosóficas*, 12, 397-422
- Schwartz, R. y B. Crawford (2006). Authentic Scientific Inquiry as Context for Teaching Nature of Science. En: Flick, L & N. Lederman (eds.), *Scientific inquiry and the nature of science: Implications for teaching, learning, and teacher education*, pp. 389-425. Netherlands: Springer.
- Schwartz, R., Westerlund, J., García, D., & Taylor, T. (2010). The impact of full immersion scientific research experiences on teachers' views of the Nature of Science. *Electronic Journal of Science Education*, 14(1), 1-40.
- Settlage J. y Southerland, S. (2012). *Teaching Science to Every Child*. Routledge, USA.
- Soussan, G. (2003). *Enseñar las ciencias experimentales*. Santiago de Chile: UNESCO.
- 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. y Miño, F. (2009). Resistencia de profesores de ciencias en los cambios de sus prácticas en el aula y sus representaciones sobre la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, Número Extra VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, Barcelona, pp. 3514-3517 (disponible en: <http://ensciencias.uab.es/congreso09/numeroextra/art-35143517.pdf>).
- Vergara, C., y Cofre, H. (2012). La indagación científica: Un concepto esquivo pero necesario. *Revista chilena de educación científica*. N° 11. (1). Pp. 30-38.
- Vieytes., R. (2004). Metodología de la investigación en organizaciones, mercado y sociedad: Epistemología y técnicas. 1° Edición. Editorial de las ciencias. Buenos Aires, Argentina.
- Windschitl, M. (2008). Chapter 1 What is inquiry? A framework for thinking about authentic scientific practice in the classroom. En: *Science as inquiry in the secondary setting* / edited by Luft, J., Bell, R. y Gess-Newsome, J.