

Habilidades de Pensamiento Científico: Una propuesta de abordaje interdisciplinar de base sociocrítica para la formación inicial docente

Ignacio Figueroa Céspedes^{*a}, Estefanía Pezoa Carrasco^b, Michal Elías Godoy^c y Tatiana Díaz Arce^d

Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación. Dirección de Postgrado, Doctorado en Educación^{abc}. Facultad de Filosofía y Educación^d. Santiago, Chile.

Recibido: 03 de abril 2020

Aceptado: 10 de junio 2020

RESUMEN. Desarrollar habilidades que permitan conocer, evaluar y utilizar la ciencia y la tecnología para el desenvolvimiento cotidiano de las personas, se ha transformado en un desafío contemporáneo para la educación formal. Las Habilidades de Pensamiento Científico (HPC) constituyen un componente central en el desarrollo formativo de los futuros docentes de ciencias, configurando prerrequisitos para la construcción de aprendizajes que empodere a sus estudiantes y transforme los entornos sociales. El presente artículo tiene como objetivo reflexionar acerca de la forma en que es abordada en la Formación Inicial Docente (FID) el desarrollo de las HPC proponiendo algunos elementos emergentes que conectan esta acción con un abordaje interdisciplinar que articula las ciencias naturales, la pedagogía y la psicología desde un paradigma sociocrítico de la enseñanza.

PALABRAS CLAVE. Formación preparatoria de docentes; pensamiento crítico; enfoque interdisciplinario; pensamiento; cultura científica; educación ciudadana.

Scientific Thinking Skills: A proposal for a socio-critical interdisciplinary based approach for initial teacher training

ABSTRACT. Developing skills that allow people to know, evaluate and use science and technology for their daily development has become a contemporary challenge for formal education. Scientific Thinking Skills (STS) constitute a central component in the formative development of students and their science teachers, configuring prerequisites for the construction of learning that empowers and transforms social environments. This paper aims to reflect on the way in which the development of STS is approached in Preservice Teacher Education (PTE), proposing some emerging elements that connect this action with an interdisciplinary approach that articulates natural sciences, pedagogy and psychology, from a socio-critical teaching paradigm.

KEYWORDS. Preservice teacher education; critical thinking; interdisciplinary approach; thought; scientific culture; citizen education.

*Correspondencia: Ignacio Figueroa Céspedes. Dirección: Av. José Pedro Alessandri, 774, Programa Doctorado en Educación, Ñuñoa. Correos Electrónicos: ignacio.figueroa_c2018@umce.cl^a, estefania.pezoa@umce.cl^b, michal.elias@umce.cl^c, tatiana.diaz@umce.cl^d.

1. INTRODUCCIÓN

Las sociedades contemporáneas se caracterizan por estar fuertemente mediadas por las ciencias y las tecnologías, tanto para resolver problemas cotidianos, como para acceder a diversos tipos de información. Esto sin duda exige a las personas que desean ejercer su ciudadanía, dotarse de conocimientos y habilidades que le permitan conocer, comprender y dar respuesta, activamente, ante la toma de decisiones y dilemas éticos que surgen de las ciencias y tecnologías (Bossér y Lindahl, 2019; Quintanilla, 2006a).

En este mismo sentido, tanto personas como organizaciones incorporan las tecnologías según sus propias necesidades y valores, modificando incluso los usos predichos y modelando la creación de nuevas tecnologías (Castells, 2005). Es decir, los usos prácticos y cotidianos son los que determinan las nuevas necesidades tecnológicas y, por tanto, cómo se conformará la sociedad, lo que hace indiscutible la relevancia de participar como ciudadano con conciencia del impacto de las propias acciones y decisiones para uno mismo, como para la sociedad.

Lograr la alfabetización científica en las escuelas es un desafío para la educación actual, en tanto que implica el desarrollo de habilidades de los ciudadanos, tales como comprender textos científicos, formular y comprobar hipótesis, evaluar críticamente los resultados obtenidos en investigaciones propias o de otros, entre otras (Zimmerman y Klahr, 2018), con el fin de conocer, evaluar y utilizar la ciencia y la tecnología para el desarrollo diario de la vida (Cofré et al., 2010; Díaz y García, 2011; Macedo, 2016). Lo anterior, particularmente considerando las necesidades que nos plantean problemáticas ecológicas contemporáneas ligadas a, por ejemplo, la destrucción del ecosistema, el cambio climático, situaciones que requieren abordajes amplios y novedosos para su resolución.

De esta forma, el aprendizaje de las ciencias es uno de los aspectos relevantes a considerar en las políticas educativas, ya que, promueve competencias de pensamiento crítico, reflexión, toma de decisiones, observación y comunicación, todas éstas entendidas como habilidades que posibilitan la alfabetización científica (Quintanilla, 2006b). Estas habilidades conocidas como habilidades del pensamiento científico (HPC) son definidas por McComas (2014) como “esos rasgos, características y métodos de pensamiento empleado por científicos para explorar y abordar problemas en el mundo natural” (p. 96).

Las habilidades del pensamiento científico están mediadas por el contexto sociocultural y educativo, entendiendo que si bien la curiosidad es innata en los seres humanos, las habilidades del pensamiento científico se fortalecen a lo largo de la vida en experiencias educativas intencionadas que permiten modelar el conocimiento científico y la forma de abordar las temáticas científicas (Jirout y Zimmerman, 2015).

En coherencia, el currículo nacional para enseñanza básica como para enseñanza media, señala que los estudiantes deben aprender habilidades y procesos de investigación científica, para lo cual determina objetivos de aprendizaje relacionados a procesos de investigación agrupadas en etapas que transitan desde observar y plantear preguntas, planificar y conducir una investigación, procesar y analizar la evidencia, evaluar hasta comunicar los resultados obtenidos. Estableciendo además que “el proceso involucrado en una investigación científica permitirá a las y los estudiantes alcanzar aprendizajes profundos y, también, desarrollar un pensamiento crítico, creativo y reflexivo que podrán usar en todos los ámbitos de la vida” (MINEDUC, 2016, p. 135).

El Ministerio de Educación [MINEDUC] (2009a, 2012) ha definido criterios pedagógicos basados en ideas constructivistas poniendo un fuerte énfasis en el desarrollo de las HPC de las y los

estudiantes. No obstante, pareciera ser que el paradigma impulsado por las distintas reformas educativas implementadas, no logra aún observarse del todo en las praxis pedagógicas en las aulas escolares en Chile (Cofré et al., 2010; Navarro y Förster, 2012; Vergara y Cofré, 2014) ni en los resultados académicos de la última década (Cofré et al., 2015; MINEDUC, 2018; Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos [OCDE], 2015).

Los antecedentes presentados en el párrafo anterior, son preocupantes cuando hay quienes advierten que contar con docentes competentes, capaces de desarrollar propuestas educativas que contemplen la enseñanza de las ciencias, tanto en el plano personal y social, es indispensable para el desarrollo científico del país, siendo la Formación Inicial Docente (FID) un aspecto fundamental en este proceso (Valenzuela, 2019). Desde esta perspectiva, la FID se reconoce como esencial para asegurar una educación científica de calidad en las escuelas (Cofré et al., 2010; Díaz y García, 2011).

A este respecto es conveniente advertir que las investigaciones sobre la FID de los profesores de ciencias mencionan una baja presencia de aspectos didácticos y “procesos científicos de orden intermedio o superior, como inferir, formular hipótesis, predecir, diseñar experimentos o formular modelos” (Cofré et al., 2010, p. 289), observándose una regular presencia del pensamiento crítico en el razonamiento científico de estudiantes de pedagogía (Ossa, Palma, Martín y Díaz, 2018).

De esta forma, se puede observar un escenario de contradicción entre las orientaciones constructivistas asumidas en los modelos pedagógicos y las concepciones docentes que se presentan en la FID, evidenciándose que los futuros docentes, en la construcción de conocimiento pedagógico, no consideran al estudiante como un protagonista de este proceso y no estimula su actividad y creatividad (Castro y Ramírez, 2019). Por otra parte, al indagar en las concepciones de académicos formadores de profesores de ciencias, se visualizó en un estudio que se privilegia una enseñanza tradicional en el aula universitaria, distanciándose de aquellas formas de enseñanza ligadas a la investigación y centradas en el estudiante cuando el foco es la formación científica (Carvajal, 2017).

La prevalencia de una enseñanza tradicional, deja entrever el predominio de una visión positivista en las ciencias naturales, desarrollando relaciones de hegemonía discursivamente construidas (Hernández, 2018) para posicionar una mirada racionalista desde la investigación hasta las propuestas pedagógicas del aula.

En este marco, es importante desarrollar propuestas que aporten al mejoramiento de la FID de los docentes de ciencias, de modo de potenciar en sus futuros estudiantes las HPC desde miradas que se alejen de la enseñanza tradicional. En este sentido, este artículo busca caracterizar el abordaje de las habilidades de pensamiento científico en la FID desde una perspectiva interdisciplinar, reconociendo la interdisciplina como aquella interacción y cruzamiento disciplinar (Ander-Egg, 1994) orientada a superar un saber parcelado buscando “ecologizar” el saber, construyendo condiciones culturales y sociales de producción de esta colaboración (Morin, 1998).

De este modo surge el cuestionamiento que da lugar a este ensayo ¿cómo la integración de una mirada interdisciplinar puede colaborar al desarrollo de las habilidades de pensamiento científico de los docentes en formación inicial? La propuesta que hemos construido asume que su valor radica en contemplar miradas desde tres disciplinas la pedagogía, psicología y las ciencias naturales, desde una perspectiva sociocrítica. En una primera parte, se dará cuenta de la comprensión de interdisciplinariedad y los aportes propios de cada disciplina. Posteriormente discutiremos la propuesta interdisciplinar, brindando algunas recomendaciones para el desarrollo de las HPC en la FID.

2. LO INTERDISCIPLINAR

De acuerdo con Ander-Egg (1994), la interdisciplinariedad consiste en una interacción y cruzamiento de cada disciplina y un nivel de conocimiento de los contenidos y métodos, resaltando la complejidad de los saberes y la necesidad de su articulación. Constituye un requerimiento contemporáneo dirigido a superar un saber parcelado, propiciando intercambio y cooperación ordenada de disciplinas (Morin, 1998). Para Morin (2001) la interdisciplinariedad se orienta a la reunificación del saber, acercándose a conceptualizaciones globales a través de una investigación multilateral de la realidad, dado su carácter variado, multifacético y complejo.

Para Sotolongo y Delgado (2006) la interdisciplinariedad implica un esfuerzo indagatorio y convergente entre varias disciplinas que persigue conseguir “cuotas de saber” acerca de un determinado objeto de estudio, generalmente diferente de aquellos que hubiesen podido ser abordados desde la propia disciplina de origen. En este sentido para Morin (1998), resulta imperativo “ecologizar” las disciplinas, es decir, tomar en cuenta todo lo contextual comprendiendo las condiciones culturales y sociales en que se da un fenómeno, es decir, ver en qué medio ellas nacen, plantean el problema, se esclerosan y se metamorfosean.

De esta forma y de acuerdo con Van der Linde (2007) la interdisciplinariedad constituye una estrategia pedagógica que implica la interacción de varias disciplinas, expresada en un diálogo colaborativo para lograr la meta de un nuevo conocimiento. No obstante, Boon y Van Baalen (2019) señalan que los intentos por promover una mirada interdisciplinaria de la ciencia en las universidades, tanto en la investigación como en la FID, no han constatado buenos resultados. De alguna forma, estos investigadores dan cuenta de una perspectiva compleja en la que resulta difícil coordinar, tanto el establecimiento de una mirada interdisciplinaria, como articular aspectos epistemológicos y cognitivos que le subyacen.

En el énfasis que hemos dado, y en busca de esta estrategia formativa interdisciplinaria, construimos la siguiente propuesta que permitirá comprender el escenario ecológico del saber que proponemos asuma la FID para abordar las HPC.

3. EL PARADIGMA SOCIOCRÍTICO COMO BASE DEL ESCENARIO INTERDISCIPLINAR

Primeramente, esta propuesta interdisciplinaria se construye en base al paradigma sociocrítico el que, de acuerdo con Alvarado y García (2008), considera que el conocimiento se construye a partir de las necesidades de los grupos, buscando la autonomía racional y el desarrollo liberador del ser humano. El punto de inflexión de esta perspectiva responde a la formación de las personas para la participación y transformación social, a través de la autorreflexión y la construcción y reconstrucción sucesiva de la teoría y la práctica.

En este sentido, la educación tiene el desafío de fortalecer habilidades viabilizadoras de ciudadanía, involucrando aspectos sociales y cívicos que permitan construir una convivencia democrática basada en valores compartidos (Puig y Morales, 2015).

Hoy la vida democrática demanda participación en los procesos de deliberación social, donde las diferencias sean consideradas a partir de la comprensión de la ciudadanía como una práctica activa y un conjunto de derechos que posibilitan la lucha de quienes no están representados en visiones universalistas (Lister, 2007). Para dar curso a la participación de aquellos colectivos oprimidos, es fundamental relevar el conflicto y la confrontación como la posibilidad de reconocer los diversos proyectos políticos que se presentan en la sociedad (Mouffe, 1993) y de esta forma avanzar hacia la transformación.

Desde esta perspectiva, hacerse parte de la construcción de una ciudadanía ejercida activamente y con presencia del otro, requiere desarrollar aquellas habilidades que están a la base de la alfabetización científica, tales como: pensamiento crítico, reflexión, observación, toma de decisiones, entre otras (Busquets, Silva y Larrosa, 2016). En este sentido, formular preguntas, establecer hipótesis, diseñar experimentos, en tanto HPC (Zimmerman y Klahr, 2018), constituyen recursos cognitivos que se involucran y posibilitan el ejercicio de la ciudadanía. De esta forma, resulta relevante observar esta finalidad ética en la propuesta de una FID que potencie estos atributos: para esto se requiere promover la comprensión y el pensamiento crítico, a través de la reflexión e indagación, aportando a la resolución de problemas y toma de decisiones de los futuros docentes (López y Genes, 2017), con la expectativa que ello redunde en el desarrollo de estas capacidades dentro del sistema escolar.

Como plantea el MINEDUC (2018), el pensamiento crítico es fundamental para involucrarse en una cultura altamente científica y tecnologicada, y su valor radica en la capacidad de analizar, evaluar y tomar decisiones reflexivas y razonables en relación a conocimientos, así como asumir y argumentar posicionamientos respecto a los mismos (Tamayo, 2014; Yacoubian, 2018). Esto es posible desarrollarlo, mediante la incorporación de preguntas ‘que potencien el desarrollo de habilidades del pensamiento de alto orden tales como interpretar, aplicar, analizar, sintetizar, evaluar y resolver problemas’ (Tamayo, Zona y Loaiza, 2015, p. 123).

Por otra parte, este desarrollo de las HPC conecta con el interés formativo crítico ligado a la formación social. De esta forma, la educación para la ciudadanía está presente en las propuestas curriculares de diversos países (Schulz, Ainley, Cox y Friedman, 2018) y desde los años 90, se ha integrado en el nuestro como una “experiencia escolar integral” (Mardones, 2015, p. 147) la cual desde un enfoque de formación ciudadana busca fortalecer las habilidades y actitudes necesarias para la vida democrática (Bascopé, Cox y Lira, 2015). La búsqueda de esta “experiencia integral”, parece ser un eje que conecta con los “problemas de la vida real” (Boon y Van Baalen, 2019), que pueden ser resueltos a través del pensamiento científico.

Es allí precisamente donde una perspectiva interdisciplinar de base sociocrítica para el abordaje de la formación de los nuevos profesores puede contribuir, pues no se trata de una formación en ciencias abocada a la reproducción de elites científicas, sino más bien, de la construcción de un saber pedagógico que fomente el desarrollo de HPC en el sistema escolar como parte de la educación para la ciudadanía.

A continuación revisaremos aportes de las tres disciplinas, ciencias naturales, la pedagogía y la psicología, para posteriormente dar pie a una reflexión respecto a su integración conceptual, definiendo el campo ligado a la enseñanza de las habilidades de pensamiento científico.

4. DESDE LAS CIENCIAS NATURALES

El pensamiento científico se define como “un proceso cíclico y acumulativo de búsqueda intencional de contenido” (Koerber y Osterhaus, 2019, p. 1) y busca reconocer el objeto de estudio, las relaciones y causalidad para producir un descubrimiento científico (Zhong, 2014). Las HPC se pueden reconocer como aquellas habilidades que operacionalizan dicho pensamiento, considerando que:

involucra procesos cognitivos implicados en hacer preguntas, formular y reformular hipótesis, conducir investigaciones, desarrollar modelos, diseñar experimentos, evaluando evidencia y construyendo explicaciones, así como una conciencia de meta-nivel que permite reconocer el cuándo, cómo y por qué uno debería participar estas prácticas (Zimmerman y Klahr, 2018, p. 19).

Se puede reconocer que las HPC requiere tanto de habilidades de pensamiento de orden superior como inferior donde la memorización y la recuperación de información son consideradas de orden inferior; y comprender, formular preguntas, proponer hipótesis, aplicar, argumentar, resolver problemas, analizar, sistematizar y evaluar, se consideran de orden superior (Zohar, 2006).

En Chile, el Ministerio de Educación (2009b) define las HPC como “las habilidades de razonamiento y saber-hacer involucradas en la búsqueda de respuestas acerca del mundo natural, basadas en evidencia” (p. 245) relevándolas en el marco orientador y las bases curriculares para educación básica. En coherencia, y con el fin de fortalecer dichas habilidades en la FID, crea los Estándares orientadores para egresados de pedagogía de Educación Básica (2012)¹ donde propone como estándar 8: Demuestra las habilidades de pensamiento científico que deberá desarrollar en los estudiantes, delimitando que,

El futuro profesor o profesora, tiene y puede transmitir interés por el mundo natural y material. Sabe que la curiosidad sobre los fenómenos naturales es el punto de partida del quehacer científico. Comprende que en la base de la práctica científica está la capacidad de hacerse preguntas y transformarlas en hipótesis, sacar conclusiones considerando la evidencia disponible, mantener una actitud de escepticismo ante explicaciones sobre fenómenos naturales y aceptar la naturaleza provisoria del conocimiento. Es capaz de seleccionar, determinar y observar variables, manipular instrumentos, medir, registrar, modelar e interpretar lo observado, concluir y comunicar procesos, resultados y conclusiones (MINEDUC, 2012, p. 154).

En este sentido, las HPC posibilitan desarrollar una investigación, donde un buen planteamiento de la pregunta enriquecerá y asegurará la coherencia del diseño de investigación (Trillos, 2017). Asimismo, una adecuada formulación de hipótesis permitirá relacionar hechos o variables para resolver un problema e incluso plantear una teoría (Espinoza, 2018).

Por otro lado, las HPC dotan al docente de habilidades tanto en la enseñanza de la ciencia como en aspectos pedagógicos, valóricos y profesionales, en cuanto a que posibilitan la autonomía, capacidad de análisis, raciocinio y formular argumentos fundamentados (Padilla, 2017). Asimismo, estas habilidades favorecen la:

capacidad de tener curiosidad sobre el sentido útil y vital del aprendizaje; capacidad para discernir críticamente en su dimensión ética y cognoscitiva sobre el conocimiento enseñado; construir la curiosidad científica/crítica que le permite explicar argumentativamente sobre las diversas opciones del saber (Pinto, 2017, p. 139).

De esta forma, las habilidades de pensamiento científico tienen una cualidad transversal dado que ellas nos posicionan políticamente en dotar de relevancia a este desarrollo en los currículos de ciencias desde la escuela hasta la universidad (Cracolice, Demingy Ehlert, 2008). Esto en particular considerando que el estilo actual de educación, rico en contenido, tiene poco impacto en el desarrollo de las habilidades científicas de los estudiantes (Bao et al., 2009).

1. Documento que orienta “los conocimientos y habilidades que debe demostrar el futuro profesor o profesora para enseñar en cada uno de los grados y áreas de la secuencia referida” (MINEDUC, 2012, p. 7).

5. DESDE LA PEDAGOGÍA

Desde la pedagogía, proponemos desarrollar una mirada crítica respecto al aprendizaje de las ciencias, lo que implica asumir los procesos de enseñanza y aprendizaje científico desde la comprensión, la crítica y la transformación del conocimiento en la práctica pedagógica.

Para Giroux (2019) la pedagogía crítica se asume como una práctica ética y política que debe “exigir una interacción comprometida y reflexiva con el mundo en que vivimos, mediada por la responsabilidad de desafiar las estructuras de dominación y aliviar el sufrimiento humano” (p. 155). Desde esta perspectiva, el escenario educativo debe otorgar condiciones para la emancipación de los educandos y los educadores (as) en cuanto a su rol profesional, entendiendo la emancipación como un acto social colectivo, donde el educador en tanto actor social, puede propiciar el encuentro con la emancipación en un contexto de interacciones sociales recíprocas (Freire, 2005).

Dichas condiciones que puede proporcionar el escenario educativo desde una pedagogía crítica, se constituyen en un educador (a) que interpela las tradicionales formas de transmisión de conocimiento y autoridad, para llevar a la praxis propuestas dialógicas, reflexivas y de autoridad democrática, que reconozca la autonomía y libertad del educando (Freire, 2004), “comprometida con producir jóvenes capaces y dispuestos a expandir y profundizar el sentido de sí mismo, pensar críticamente el mundo, a imaginar algo diferente a su propio bienestar, a servir al bien público, a arriesgarse y a luchar por una democracia sustancial” (Giroux, 2019, p. 156).

Desde esta perspectiva, la educación que busca fortalecer la ciudadanía en la escuela, postura que asume la educación de ciencias en el currículo nacional, debe enfocarse en formar criterios de actuación en la vida social, que, posicionados desde la autonomía, la justicia y la solidaridad permitan su argumentación y crítica constante (Siede, 2007), y no pautas de comportamiento moral y valorativas predefinidas, carentes de la reflexión autónoma del sujeto.

Reconocer la autonomía del estudiante, requiere irreduciblemente de un docente capaz de concretar interacciones pedagógicas que releven la observación y escucha auténtica, sustentada en la relación con el otro(a) “que involucra dar una interpretación, dar significado al mensaje y valor a aquéllos quienes están siendo escuchado por otros”, (Rinaldi, 2001, p. 15). Lo anterior implica desarrollar un vínculo de respeto y presencia, atención e interés, que permita abrirse a la generación de preguntas y abrirse a las diferencias.

Para dar curso a lo anterior, el docente debe ser capaz de reflexionar sobre su praxis, reconociendo y descubriendo el por qué de lo realizado logra aproximarse a la mejora y transformación de sus propias prácticas (Freire, 2004). Prácticas que son asumidas como un quehacer político que cuestiona autocríticamente la relación entre el poder, el conocimiento y la ideología (Giroux, 2019), para posicionarse en el aula como un educador (a) abierto al diálogo, a la escucha, generoso, competente y humilde, que nunca termina de aprender.

Considerando la reflexión crítica como un pilar base, una formación inicial de un profesor de ciencias que contemple la pedagogía crítica, se somete al análisis e indagación de la realidad, atendiendo a la problematización de aspectos de su contexto, y al valor del conocimiento científico en el mismo, para otorgar la posibilidad de describir la realidad y transformarla, ya que esta realidad “se funda en la medida que se pueda hablar de ella” (Niño, 2019, p. 136).

Desde esta perspectiva, la formación inicial docente debe contemplar el desarrollo de herramientas de reflexión crítica sobre sus prácticas, las que se producen luego de procesos de observación, análisis crítico y argumentación de sus acciones, donde se ven involucradas las HPC, mediante

estrategias colectivas de indagación sobre la acción que permitan la problematización, interpretación y co-construcción del conocimiento.

6. DESDE LA PSICOLOGÍA

Desde la psicología educacional el enfoque socioconstructivista resulta idóneo para orientar el aprendizaje de las ciencias, y sugiere la construcción de aprendizajes como un proceso colectivo; de modo que la meta debe ser que el estudiantado conciba el aprendizaje como un conjunto de procesos desarrollados con la ayuda del docente y sus pares, como resultado del ejercicio de observar, interrogarse, planificar, experimentar, analizar, comprobar y valorar posibles explicaciones sobre los distintos temas trabajados (García-Carmona, Criado y Cañal, 2014).

Para Vygotski (1996), los procesos psicológicos superiores se adquieren primero en un plano intermental (contexto social) y luego se internalizan (plano intramental), lo que posiciona de forma especial la experiencia pedagógica. En este sentido, en los estándares de formación docente (MINEDUC, 2012), aparece con claridad este rol de experto que facilita instancias sociales, en relación a la transmisión de interés, lo que implica familiarizar al estudiantado con los conceptos, objetos o mediadores culturales, de forma tal que logren abstraer e internalizar el rico mundo conceptual de la ciencia.

De esta forma el rol del mediador humano debe ser considerado como un elemento clave en la formación inicial docente. Vale decir se esperaría que el docente que enseña ciencias sea capaz de construir conocimiento en conjunto con sus aprendices de forma tal de impactar en sus sistemas de creencias y necesidades. Esto implica desde una perspectiva socioconstructivista, la elaboración conjunta de atributos cognitivos para la exploración sistemática de los distintos pasos que constituyen la observación científica.

Por ejemplo, la curiosidad es un componente motivacional crítico que subyace a los procesos de búsqueda de información (Jirout y Klahr, 2011), aunque solo en el razonamiento científico la curiosidad está relacionada con procesos deliberados de recopilación de datos, generando un análisis formal de la evidencia. De esta manera, el razonamiento científico difiere de otros tipos de información, ya que requiere recursos cognitivos adicionales, así como una integración de herramientas culturales (Morris, Croker, Masnick y Zimmerman, 2012).

Lo anterior implica, de acuerdo a Feuerstein (2006) que los docentes sean capaces de generar experiencias de aprendizaje en las que a través de la interacción se propicie la construcción de estructuras cognitivas que son base del pensamiento científico. Esto adquiere particular interés en la medida que los enfoques predominantes de enseñanza de las ciencias son desafiados por muchos estudiantes ya que consideran que la ciencia escolar es irrelevante e insignificante para sus vidas (Jenkins, 2006). De acuerdo con la investigación de este autor muchos estudiantes dicen que les gustaría tratar temas relacionados con la ciencia contemporánea en sus clases de ciencias y señalan que la enseñanza transmisiva no les brinda oportunidades para participar en discusiones de su interés (Bossér y Lindahl, 2019; Jenkins 2006). De esta forma la enseñanza de las habilidades científicas debería pensarse en su dimensión interactiva y dialógica, como parte de una serie de prerrequisitos de la construcción colaborativa de conocimiento y sentido pedagógico.

En la investigación de Brendel, Siry, Hausy Breedijk-Goedert (2019), se examina la construcción de espacios de diálogo acerca de las experiencias de estudiantes en el aula con docentes y pares. En este estudio se resalta la necesidad de transformar el rol docente, en particular desde la consideración abierta de las narraciones de los niños y niñas dado que proporcionan una plataforma que permite elaborar su entendimiento conceptual. De esta forma se puede observar una articu-

lación entre la mirada socioconstructivista de la mediación social, y su crítica a la enseñanza tradicional de tipo transmisiva, posicionando la interacción social como la forma de generación de estructuras cognitivas y de habilidades de pensamiento científico. En este sentido y en su relación con la FID, queda claro que es relevante tanto formar al docente en su materia disciplinar (Vergara y Cofré, 2014) como en la interacción pedagógica necesaria para enseñarla (Vygotski, 1995).

La relevancia de considerar al estudiantado en los procesos de construcción del conocimiento, también debiera ser un tema relevante. Esto implica acercarse reflexivamente a las producciones infantiles, generando diálogos sobre los productos relevantes de los niños y niñas, favoreciendo el desarrollo de aprendizajes significativos desde la concepción, organización y conexión de sus conceptos previos con los nuevos conocimientos (Ausubel, 1976). El diálogo es una forma en que los adultos y los niños cruzan los límites de las jerarquías de edad y conocimiento en la construcción de evaluaciones científicas (Brendel et al., 2019).

7. ENSEÑAR INTERDISCIPLINARIAMENTE HABILIDADES DE PENSAMIENTO CIENTÍFICO EN LA FID

Esta visión interdisciplinar, implica la delimitación de un objeto de estudio no delimitado previamente por la disciplina tradicional, para orientarse a obtener “cuotas de nuevo saber” sobre dicho objeto (Sotolongo y Delgado, 2006). En este caso, el desafío es generar un “nuevo saber” para la formación de futuros docentes en habilidades de pensamiento científico, que les oriente a lograr experiencias de aprendizaje, desde una perspectiva dialógica, integral y emancipatoria.

Resulta conveniente construir marcos referenciales en la FID que se orienten a favorecer el desarrollo del pensamiento científico y sus habilidades a la base, ofreciendo formación específica en ese ámbito a los futuros docentes en ciencias (Akinoglu y Dilek, 2015) y procurando acortar la brecha entre el currículum escolar y la formación inicial docente (Cofré et al., 2015). De esta forma, es necesario contar con una perspectiva de desarrollo transversal de estas habilidades, fundadas en metodologías que implementen investigación científica, desde un enfoque interdisciplinar (intercambio epistemológico y de métodos científicos) (Pérez y Setién, 2008).

La construcción de esta perspectiva interdisciplinar implica la necesidad de reconceptualizar y encuadrar el desarrollo del pensamiento científico (Akinoglu y Dilek, 2015), lo que resulta fundamental si se considera que las concepciones del profesorado determinarán las acciones que desarrollarán en el aula (Joglar, 2015). De acuerdo con Quintanilla, Labarrere y Muñoz (2018) existen dos modelos de racionalismo, un racionalismo radical (RR) y racionalismo moderado (RM). El primero explica la realidad de forma categórica, estableciendo que sus planteamientos constituyen una verdad única que no admite la valoración y toma de decisiones científica. Este modelo se asocia a una visión dogmática y tradicional de la ciencia, a la que subyace un modelo pedagógico transmisivo (Orellana, Quintanilla y Páez, 2018). El modelo de racionalismo moderado (RM) implica un proceso de validación y juicio del científico, que modela la construcción y selección de nuevas teorías asociadas a las explicaciones de un fenómeno. Esta racionalidad de acuerdo con Orellana et al. (2018) se asocia a un modelo pedagógico socio-constructivista, que considera las construcciones subjetivas, las teorías personales y concepciones de los y las aprendices, siempre en interacción con su contexto.

Para lograr este abordaje es prioritario generar un ajuste entre el contenido disciplinar y el desarrollo de las habilidades de pensamiento que está a la base de dicho aprendizaje. Lo anterior, se ve reflejado en la consideración de las preguntas en los procesos de construcción cognitiva dado que permite involucrar y desafiar a los estudiantes y al mismo tiempo apuntar a la comprensión, al igual que el uso efectivo de la evaluación para el aprendizaje (Vijayanthi y Huang, 2017).

De esta forma, deviene este ajuste entre disciplinas. La FID requiere docentes expertos en los contenidos y en la enseñanza de las ciencias, que favorezcan la interiorización de esta nueva “cultura de la ciencia” (Ravanel, 2012), capaces de orientar una enseñanza significativa y profunda del uso de la ciencia como una herramienta de emancipación y un recurso indispensable para el progreso de nuestras sociedades. Esto en especial, considerando la complejidad de las problemáticas que plantean los sistemas de desarrollo social y económicos en la actualidad.

Vázquez y Manassero (2018) declaran que la educación científica debe enseñar a pensar y poder mejorar la calidad de vida y por ende la sociedad, sugiriendo que el pensamiento crítico permite estudiar de manera paralela la relación entre sí de áreas como: naturaleza de la ciencia, argumentación y alfabetización o competencia científica, es por ello que los problemas que rodean estas áreas podrían ser resueltos a través de la educación científica, a partir de la enseñanza de las destrezas del pensamiento crítico, promoviendo una mejora el pensamiento científico, el logro de aprendizajes a través de intervenciones en los procesos de enseñanza en la FID con formas de enseñar desde y hacia lo transversal.

Una formación interdisciplinaria alineada con esta mirada de la ciencia desde un modelo racionalista moderado (Orellana et al., 2018), considera que el pensamiento científico se configuraría como, “un modo de manifestarse el pensamiento crítico y tendría que ver principalmente con el manejo de hipótesis (verificación o falsación) necesarias para producir conocimiento científico” (Vélez, 2013, p. 23). En este ámbito, es importante señalar que el desarrollo del juicio científico responde a un proceso de interacción pedagógica, que debe estar presente en el aula a partir de una propuesta donde el docente sea capaz de reflexionar críticamente en torno a problematizaciones contextualizadas en su cultura. Lo último implica dar un fuerte énfasis al desarrollo de debates y de argumentación, la cual puede ser implementada a lo largo de todas las etapas del sistema educativo. Para ello se requiere una intervención “explícita en el currículo y metodologías de trabajo cooperativo, que estimulen la reflexión de los estudiantes sobre las cuestiones de aprendizaje, para ir más allá de la mera comprensión” (Vázquez y Manassero, 2018, p. 329).

Problematizar aspectos de la cultura implica reconocer la participación activa del sujeto que construye conocimiento, no sólo hacer uso de la información proveniente de la ciencia y la tecnología, sino que indagar en problemáticas tales como el uso político, dilemas éticos, influencia económica, entre otros (Díaz y García, 2011) todas las cuales destacan a las HPC como un instrumental de recursos que permitirán ejercer una ciudadanía crítica posibilitando la emancipación del sujeto y la transformación social. Vale decir desde esta perspectiva interdisciplinaria el rol de la FID, implica cuestionar fuertemente las teorías de enseñanza que forman parte de la biografía de los futuros docentes de ciencia, así como también, problematizar el conocimiento científico dado, a fin de buscar nuevas perspectivas de entendimiento del mundo.

En coherencia a lo anterior, resulta imprescindible superar miradas tradicionales en la enseñanza de las ciencias, donde los conocimientos se adquieren transmisiva y memorísticamente (Carvajal, 2017; Labarrere y Quintanilla, 2006; Ossa et al., 2018; Vélez, 2013; Zhong, 2014), para abordar una propuesta pedagógica que permita compartir sentidos, probar y analizar teorías siempre en relación dialógica con los demás (Moss, 2016). Y que, a la vez, permita asumir que las interacciones sociales y las propuestas educativas que se desarrollan en el aula deben plasmar y construir la cultura científica, a través de prácticas cotidianas y significativas, que otorguen las oportunidades de andamiaje de parte del profesor (experto) hacia al estudiante (novato), lo que se traduce en un proceso de negociación mutua de significados (Díaz y Hernández, 2002).

En este sentido, Zhong (2014) concluyó que modificando las clases tradicionales, a través de experimentaciones de los estudiantes focalizadas en el pensamiento científico, se mejora el aprendizaje, así como la motivación hacia éste. El autor señala que es necesario orientarse hacia el pensamiento científico en la FID de ciencias, ya no sólo para desarrollar competencias investigativas en los futuros profesores, sino, que para mejorar “habilidades integrales de resolución de problemas” (Zhong, 2014, p. 1508). Lo anterior implica desarrollar una formación inicial docente que se focalice en desarrollar un tipo de pensamiento que “potencie el razonamiento científico con la finalidad de que informaciones y situaciones sean enfrentadas de manera certera y fundamentada” (Ossa et al., 2018, p. 14).

Considerando nuestra propuesta interdisciplinar, parece fundamental llevar a la práctica de la FID del/la docente de ciencias, el desarrollo de una nueva identidad profesional que ponga en el centro la reflexión crítica, mediante proyectos de indagación, que no sólo consideren las etapas de un proceso científico, sino que problematicen la cultura a partir de procesos de co-construcción de conocimiento. En esta línea y reconociendo su valor interdisciplinar se puede reconocer la estrategia de proyectos autodirigidos que utiliza la filosofía Reggio Emilia, la cual si bien es pensada para niños (as), es posible extrapolar a la FID desde ciertos criterios que regulan estos proyectos de indagación.

Los proyectos implementados desde este enfoque surgen de los intereses de los estudiantes para desarrollarse colectivamente de manera flexible y negociada, entre los estudiantes y educadoras (Inan, Hatice Zeynep, Trundle y Kantor, 2010). Lo anterior implica una construcción conjunta que no admite prescripciones unidireccionales sino que más bien busca la exploración de recortes culturales que adscritos a la interacción y reflexión permiten acercarse al conocimiento. Esto implica innovar en la creación de formatos evaluativos que se orienten hacia el desarrollo de aprendizajes desde el propio proceso, acompañado de un foco disciplinar, enfatizando en la construcción de habilidades cognitivas más complejas (Furman, Poenitz y Podestá, 2012).

8. CONCLUSIONES

Como hemos visto, desde nuestra perspectiva, las ciencias no deben limitarse a la producción de respuestas a los nuevos diseños tecnológicos (Macedo, 2016), sino que requieren incorporar una dimensión transformadora del conocimiento (Furman, 2016). Dicha dimensión, se vincula con un abordaje de las habilidades de pensamiento científico en la FID como una herramienta de empoderamiento del sujeto, que pone a disposición de los distintos colectivos, la posibilidad de construir capacidades prácticas (saber-hacer) y de razonamiento necesarias para enseñar a responder los continuos y cada vez más dilemáticos eventos del mundo natural (MINEDUC, 2009b).

Para esto es requerido construir en la FID enfoques que resuelvan, al menos parcialmente, la tensión entre teoría y práctica que plantea la enseñanza de la ciencia. No es posible enseñar a pensar científicamente si se mantiene una perspectiva transmisiva y hegemónica de la enseñanza de la ciencia. Es necesario abordar los problemas contemporáneos desde una perspectiva interdisciplinar, lo que plantea el desafío de superar la mirada tradicional positivista y transitar a una perspectiva compleja (Morin, 1998). En este mismo sentido, la construcción de saber pedagógico demanda una intersección entre los procesos desarrollados al interior de la escuela con los producidos en el marco de la formación docente (Díaz, 2014).

Lo anterior implica la necesidad de dar valor a la interacción pedagógica en la FID, analizando, comprendiendo y abordando aquellos problemas "del mundo real" que afectan a una determinada comunidad (Ramírez, 2008). De esta manera las HPC constituyen herramientas para identifi-

car problemas desde una perspectiva situada y que considere sus culturas y contextos, sin olvidar, que el conocimiento se construye en esa amalgama de interacciones diversas donde la curiosidad del estudiantado debiera ser el impulso decisivo hacia el aprendizaje. ¿Cómo llegar a construir un conocimiento válido más allá de las hegemonías culturales de un cierto tipo de ciencia de base positivista y transmisiva? ¿Cómo construir conocimiento en conjunto con el aprendiz de forma tal de abordar los problemas contemporáneos que nos aquejan como sociedad?

Esto lleva a reflexionar acerca de la complejidad que presenta el trabajo pedagógico por competencias, tanto en el diseño didáctico como en el desarrollo de verificadores de su logro (Navarro, Vacarrezza, González y Catalán, 2015). Como señalan Bao et al. (2009) pareciera que no se trata de lo que se enseña sino que de cómo se enseña, lo que implica la necesidad de poner bajo examen las prácticas docentes en cambio hacia un profesionalismo dialógico, abierto a la incertidumbre y al cuestionamiento, produciendo nuevo conocimiento relevante y local de forma colaborativa y comunitaria (Figueroa, 2019).

En este sentido, resulta relevante reflexionar acerca del rol ético y político que cumplen las Universidades, en el desarrollo de la ciencia bajo esta perspectiva empoderadora. Como señala Sotolongo y Delgado (2006) el conocimiento científico está “preñado de valores y funciona ideológicamente” (p. 75). De esta forma, el trabajo en la FID en torno a las HPC permitirá construir un sentido de Responsabilidad Social Universitaria (RSU), tanto con el propio quehacer formativo como con la sociedad plena (Gaete, 2015) para de, esta forma, centrarse en interrogar los hallazgos científicos y aportar a la mejora de la calidad de vida en un marco de derechos.

AGRADECIMIENTOS

“Agradecemos al Doctorado en Educación de la Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación que, mediante su programa de becas 2018, se hizo partícipe de este estudio”.

REFERENCIAS

- Akinoglu, O., y Dilek, C. (2015). Pre-service Teachers' Metaphors Regarding the Concept of Scientific Thinking. *The Anthropologist*, 20(3), 476-484. doi:10.1080/09720073.2015.11891752.
- Alvarado, L. J., y García, M. (2008). Características más relevantes del paradigma socio-crítico: su aplicación en investigaciones de educación ambiental y de enseñanza de las ciencias realizadas en el Doctorado de Educación del Instituto Pedagógico de Caracas. *Sapiens: Revista Universitaria de Investigación*, (9), 187-202.
- Ander-Egg, E. (1994). *Interdisciplinariedad en Educación*. Buenos Aires: Ediciones Magisterio del Río de la Plata.
- Ausubel, D. P. (1976). *Psicología Educativa: Un punto de vista cognoscitivo*. México: Trillas.
- Bao, L., Cai, T., Koenig, K., Fang, K., Han, J., Wang, J., y Wu, N. (2009). Learning and Scientific Reasoning. *Science*, 323(5914), 586-587. doi: 10.1126/science.1167740.
- Bascopé, M., Cox, C., y Lira, R. (2015). *Tipos de ciudadano en los currículos del autoritarismo y la democracia. En Aprendizaje de la ciudadanía. Contextos, experiencias y resultados*. Editores Universidad Católica de Chile.
- Boon, M., y Van Baalen, S. (2019). Epistemology for interdisciplinary research—shifting philosophical paradigms of science. *European journal for philosophy of science*, 9(1), 16.

- Bossér, U., y Lindahl, M. (2019). Students' Positioning in the Classroom: a Study of Teacher-Student Interactions in a Socioscientific Issue Context. *Research in Science Education*, 49(2), 371-390. doi: 10.1007/s11165-017-9627-1.
- Brendel, M., Siry, C., Haus, J. M., y Breedijk-Goedert, F. (2019). Transforming Praxis in Science Through Dialogue Towards Inclusive Approaches. *Research in Science Education*, 49(3), 767-786.
- Busquets, T., Silva, M., y Larrosa, P. (2016). Reflexiones sobre el aprendizaje de las ciencias naturales: Nuevas aproximaciones y desafíos. *Estudios pedagógicos*, 42 (especial), 117-135. doi: 10.4067/S0718-07052016000300010.
- Carvajal, E. (2017). Relación entre investigación y docencia universitaria: concepciones de un grupo de académicos de un programa de formación inicial de profesores de ciencias. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas, (Extra)*, 431-436. Recuperado de <https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/334296>.
- Castells, M. (2005). *La era de la información*. Vol.1 La sociedad red. Madrid: Alianza Editorial.
- Castro Sánchez, A., y Ramírez Gómez, R. (2019). Enseñanza de las Ciencias Naturales para el desarrollo de competencias científicas. *Revista Amazonia Investiga*, 2(3), 30-53. Recuperado de <http://www.amazoniainvestiga.info/index.php/amazonia/article/view/27>.
- 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. doi: 10.4067/S0718-07052010000200016.
- Cofré, H., González-Weil, C., Vergara, C., Santibáñez, D., Ahumada, G., Furman, M., y Pérez, R. (2015). Science teacher education in South America: the case of Argentina, Colombia and Chile. *Journal of Science Teacher Education*, 26(1), 45-63. doi: 10.1007/s10972-015-9420-9.
- Cracolice, M. S., Deming, J. C., y Ehlert, B. (2008). Concept Learning versus Problem Solving: A Cognitive Difference. *Journal of Chemical Education*, 85(6), 873. doi: <https://doi.org/10.1021/ed085p873>.
- Díaz, F., y Hernández, G. (2002). *Constructivismo y aprendizaje significativo, Estrategias docentes para un aprendizaje significativo una interpretación constructivista*. Santiago: Editorial Mc Graw Hill.
- Díaz, I., y García, M. (2011). Más allá del paradigma de la alfabetización. La adquisición de cultura científica como reto educativo. *Formación Universitaria*, 4(2), 3-14. doi: 10.4067/S0718-50062011000200002.
- Díaz, T. (2014). La construcción del saber pedagógico y la formación de profesores. *Investigación y postgrado*, 29(2), 151-165.
- Espinoza, E. (2018) La hipótesis en la investigación. *Mendive*, 18(1), 122-138. Recuperado de <http://mendive.upr.edu.cu/index.php/MendiveUPR/article/view/1197>.
- Feuerstein, R. (2006). *Instrumental Enrichment*. Israel: ICELP Publications.
- Figueroa, I. (2019). El profesionalismo dialógico como recurso para la construcción de un rol docente transformador. *Paideia*, 64(1), 143-165.
- Furman, M. (2016). *Educación mentes curiosas: la formación del pensamiento científico y tecnológico en la infancia: documento básico, XI Foro Latinoamericano de Educación*. Buenos Aires: Santillana.

- Furman, M., Poenitz, M., y Podestá, M. (2012). La evaluación en la formación de los profesores de Ciencias. *Praxis & Saber*, 3(6), 165-189. Recuperado de http://expedicionciencia.org.ar/wp-content/uploads/2015/06/FURMAN_POENITZ_PODESTA-La-evaluaci%C3%B3n-en-la-formaci%C3%B3n.pdf.
- Freire, P. (2004). *Pedagogía de la autonomía: saberes necesarios para la práctica educativa*. Sao Paulo: Paz e Terra S.A.
- Freire, P. (2005). *La pedagogía del oprimido*. México: Siglo XXI Ediciones.
- Gaete, R. (2015). La responsabilidad social universitaria desde la perspectiva de las partes interesadas: un estudio de caso. *Actualidades Investigativas en Educación*, 15(1), 273-302.
- García-Carmona, A., Criado, A. M., y Cañal, P. (2014). Alfabetización científica en la etapa 3-6 años: Un análisis de la regulación estatal de enseñanzas mínimas. *Enseñanza de las Ciencias*, 32(2), 131-149. doi: 10.5565/rev/ensciencias.817.
- Giroux, H. (2019). Hacia una pedagogía de la esperanza educada bajo el capitalismo de casino. *Pedagogía y Saberes*, 50, 153-158. doi: 10.17227/pys.num50-9508.
- Hernández, D. (2018). La teoría como punto nodal de una hegemonía racionalista. *Fermentario*, 1(12), 138-155. Recuperado de <http://www.fermentario.fhuce.edu.uy/index.php/fermentario/article/view/308/395>.
- Inan, Hatice Zeynep, Trundle, K. C., y Kantor, R. (2010). Understanding natural sciences education in a Reggio Emilia-inspired preschool. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(10), 1186-1208. doi.org/10.1002/tea.20375.
- Jenkins, E. W. (2006). The student voice and school science education. *Studies in Science Education*, 42(1), 49-88. doi: 10.1080/03057260608560220.
- Jirout, J., y Klahr, D. (2011). *Children's Question Asking and Curiosity: A Training Study*. Recuperado de <https://eric.ed.gov/?id=ED528504>.
- Jirout, J., y Zimmerman, C. (2015). Development of Science Process Skills in the Early Childhood Years. En K. Cabe Trundle & M. Saçkes (Eds.), *Research in Early Childhood Science Education* (pp. 143-165). Dordrecht: Springer.
- Joglar, C. (2015). Elaboración de preguntas científicas escolares en clases de biología: aportes a la discusión sobre las competencias de pensamiento científico desde un estudio de caso. *Enseñanza de las ciencias*, 33(3), 205-206. doi: 10.5565/rev/ensciencias.1838.
- Koerber, S., y Osterhaus, C. (2019). Individual Differences in Early Scientific Thinking: Assessment, Cognitive Influences, and Their Relevance for Science Learning. *Journal of Cognition and Development*, 1-24. doi: 10.1080/15248372.2019.1620232.
- Labarrere, A., y Quintanilla, M. (2006). La evaluación de los profesores de ciencia desde la profesionalidad emergente. en: Quintanilla, M.; Adúriz-Bravo, A. (Ed.). *Enseñar ciencias en el nuevo milenio: retos y propuestas* (pp. 257-278). Santiago: Universidad Católica de Chile.
- Lister, R. (2007). Inclusive Citizenship: Realizing the Potential. *Citizenship Studies*, 11(1), 49-61. doi.org/10.1080/13621020601099856.
- López G., y Genes J. (2017). Integración de la metodología basada en la indagación para mediar la enseñanza de la asignatura Fundamentos de Administración soportada con la herramienta Smile. *Revista Educación, aprendizaje y formación para la vida*, 4(12), 101-112. Recuperado de <https://revista.redipe.org/index.php/1/article/view/311>.

- Macedo, B. (2016). *Educación Científica*. Montevideo: UNESCO.
- Mardones, R. (2015). *El paradigma de la educación ciudadana en Chile: Una política pública inconclusa. En Aprendizaje de la ciudadanía. Contextos, experiencias y resultados*. Santiago: Ediciones Universidad Católica de Chile.
- Ministerio de Educación (2009a). *Fundamentos del ajuste curricular en el sector de ciencias naturales. Unidad de currículum y evaluación* [Documento digital]. Recuperado de: http://ww2.educarchile.cl/UserFiles/P0001/File/ajuste_curricular/Articulo_Fundamentos_Ajuste_Ciencias_Naturales_300309.pdf.
- Ministerio de Educación (2009b). *Objetivos fundamentales y contenidos mínimos obligatorios de la Educación Básica y Media*. Santiago: MINEDUC.
- Ministerio de Educación (2012). *Estándares Orientadores para egresados de Carreras de Pedagogía en Educación Básica estándares pedagógicos y disciplinarios*. Santiago: LOM.
- Ministerio de Educación. (2016). *Bases Curriculares 7° básico a 8° y 1° a 2° medio*. Santiago: MINEDUC Recuperado de: <https://media.mineduc.cl/wp-content/uploads/sites/28/2017/07/Bases-Curriculares-7%C2%BA-b%C3%A1sico-a-2%C2%BA-medio.pdf>.
- Ministerio de Educación. (2018). *Bases Curriculares Primero a Sexto Básico*. Ministerio de Educación, Gobierno de Chile. Recuperado de https://www.curriculumnacional.cl/614/articulos-22394_bases.pdf.
- Morin, E. (1998). *Sobre la interdisciplinaridad. Boletín 2 del Centre International de Recherches et Etudes Transdisciplinaires (CIRET)*. Recuperado de <https://pensamientocomplejo.org/?m-docs-file=307>.
- Morin, E. (2001). *La cabeza bien puesta*. Buenos Aires: Ediciones Nueva visión.
- Morris, B. J., Croker, S., Masnick, A. M., y Zimmerman, C. (2012). *The Emergence of Scientific Reasoning. Current Topics in Children's Learning and Cognition*. doi: <https://doi.org/10.5772/53885>.
- Moss, P. (2016). Loris Malaguzzi and the schools of Reggio Emilia: Provocation and hope for a renewed public education. *Improving Schools*, 19(2), 167-176. doi: 10.1177/1365480216651521.
- Mouffe, C. (1993). *The return of the political*. London-New York: Verso.
- McComas, W. (Ed.). (2014). *The Language of Science Education. An Expanded Glossary of Key Terms and Concepts in Science Teaching and Learning*. Rotterdam: Sense Publishers.
- Navarro, M., y 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. doi: 10.7764/PEL.49.1.2012.1.
- Navarro, G., Vacarrezza, G., González, M., y Catalán, R. (2015). *Construcción de conocimiento en educación superior: educación de competencias genéricas en la Universidad de Concepción, Chile*. Concepción: Sello Editorial Universidad de Concepción.
- Niño, Y. (2019). Problematicar lo humano en educación. La dimensión política y el concepto de pensamiento crítico en la pedagogía de Freire y Giroux. *Pedagogía y Saberes*, 51, 133-144.
- Orellana, C., Quintanilla, M. R., y Páez, R. (2018). Concepciones sobre enseñanza y aprendizaje de las Ciencias Naturales de educadoras de párvulos en formación en Chile y sus relaciones con modelos de racionalidad científica. *Ciência & Educação (Bauru)*, 24(4), 1029-1041.

- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (2015). *Estudios económicos de la OCDE Chile*. OCDE [Documento digital]. Recuperado de <https://www.oecd.org/eco/surveys/Chile-2015-vision-general.pdf>.
- Ossa, C., Palma, M., Martín, N., y Díaz, C. (2018). Evaluación del pensamiento crítico y científico en estudiantes de pedagogía de una universidad chilena. *Revista Electrónica Educare*, 22(2), 1-18. doi: 10.15359/ree.22-2.12.
- Padilla, K. (2017). *La formación del docente y el desarrollo de habilidades del pensamientos científico*. Ponencia presentada en XIV Congreso Nacional de Diversidad Educativa, San Luis de Potosí, México. Recuperado de <http://www.comie.org.mx/congreso/memoriaelectronica/v14/doc/2310.pdf>.
- Pérez, N., y Setién, E. (2008). La interdisciplinariedad y la transdisciplinariedad en las ciencias: una mirada a la teoría bibliológico-informativa. *ACIMED*, 18(4). Recuperado de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1024-94352008001000003.
- Pinto, R. (2017). Profundización teórica pedagógica de Paulo Freire y su legado intelectual: Necesario para la pedagogía crítica transformadora en américa latina. *Kavilando*, 9(1), 130-144. Recuperado de <http://www.kavilando.org/revista/index.php/kavilando/about>.
- Puig, M., y Morales, J. (2015). La formación de ciudadanos: Conceptualización y desarrollo de la competencia social y cívica. *Educación XXI*, 18(1), 258-182. doi: 10.5944/educXX1.18.1.12332.
- Quintanilla, M. (2006a). La ciencia en la escuela: Un saber fascinante para aprender a «leer el mundo». *Rev. Pensamiento Educativo*, 39(2), 177-204. Recuperado de pensamientoeducativo.uc.cl/index.php/pel/article/download/391/801.
- Quintanilla, M. (2006b). Identificación, caracterización y evaluación de competencias científicas desde una imagen naturalizada de la ciencia. Enseñar ciencias en el nuevo milenio. *Retos y propuestas*, 1, 17-42. Recuperado de <https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/308108>.
- Quintanilla, M., Labarrere, A., y Muñoz, D. (2018). ¿Qué piensan las educadoras de párvulo en formación (EPF) acerca de la naturaleza de la ciencia? Algunas aproximaciones iniciales desde sus sistemas de creencias. *Revista electrónica de investigación en educación en ciencias*, 13(2).
- Ramírez, R. (2008). La pedagogía crítica Una manera ética de generar procesos educativos. *Folios*, (28), 108-119.
- Ravanal, E. (2012). Creencias y práctica en profesores de ciencias: ideas para pensar un programa de desarrollo profesional desde la evaluación docente. *REXE-Revista de Estudios y Experiencias en Educación*, 11(22), 171-185.
- Rinaldi, C. (2001). The pedagogy of listening: the listening perspective from Reggio Emilia. *Innovations in early education: the international reggio exchange*, (4) 1-4.
- Siede, I. A. (2007). *Hacia una didáctica de la formación ética y política*. En *Ciudadanía para armar. Aportes para la formación ética y política*. AIQUE Educación.
- Sotolongo, P.L., y Delgado, C. J. (2006). La complejidad y el diálogo transdisciplinario de saberes. Capítulo IV. En publicación: *La revolución contemporánea del saber y la complejidad social*. Recuperado de <http://bibliotecavirtual.clacso.org.ar/ar/libros/campus/soto/Capitulo%20IV.pdf>.

- Schulz, W., Ainley, J., Cox, C., y Friedman, T. (2018). *Percepciones de los jóvenes acerca del gobierno, la convivencia pacífica y la diversidad en cinco países de América Latina. Estudio Internacional sobre Educación Cívica y Ciudadana 2016 de la IEA Informe Lationamericano*. (pp. 1-102). IEA. Recuperado de <http://repositorio.minedu.gob.pe/handle/MINEDU/5773>.
- Tamayo, Ó. (2014). Pensamiento crítico dominio-específico en la didáctica de las ciencias. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, 1(36), 25-45. doi: 10.17227/01213814.36ted25.45.
- Tamayo, Ó., Zona, R., y Loaiza, Y. (2015). El pensamiento crítico en la educación. Algunas categorías centrales en su estudio. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 11(2), 111-133. Recuperado de [http://vip.ucaldas.edu.co/latinoamericana/downloads/Latinoamericana11\(2\)_6.pdf](http://vip.ucaldas.edu.co/latinoamericana/downloads/Latinoamericana11(2)_6.pdf).
- Trillos, C. (2017). La pregunta, eje de la investigación. Un reto para el investigador. *Revista Ciencias de la Salud*, 15(3), 309-312. Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/recis/v15n3/1692-7273-recis-15-03-00309.pdf>.
- Valenzuela, D. (2019). La formación de profesores de física: una comparación entre Chile y Finlandia. *Revista Científica, número especial*, 63-75 Recuperado de <https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/revcie/article/download/14477/14591/>.
- Van der Linde, G. (2007). ¿ Por qué es importante la interdisciplinariedad en la educación superior?. *Cuaderno de pedagogía universitaria*, 4(8), 11-12.
- Vázquez, Á., y Manassero, M. A. (2018). Más allá de la comprensión científica: educación científica para desarrollar el pensamiento. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 17(2).
- Vélez, C. (2013). Una reflexión interdisciplinar sobre el pensamiento crítico. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 9(2), 11-39.
- Vergara, C., y Cofré, H. (2014). Conocimiento Pedagógico del Contenido: ¿el paradigma perdido en la formación inicial y continua de profesores en Chile?. *Estudios pedagógicos*, 40 (Especial), 323-338. doi: 10.4067/S0718-07052014000200019.
- Vijayanthi, A., y Huang, F. (2017). Teachers are the propellers in bolstering student outcomes: Review of efficacy of science teachers. *European Journal of Education Studies*, 3(6), 701-716. doi: 10.5281/zenodo.804052.
- Vygotski, L. S. (1995). *Pensamiento y lenguaje*. Barcelona: Paidós.
- Vygotski, L. S. (1996). *El desarrollo de los procesos psicológicos superiores*. Barcelona: Crítica.
- Yacoubian, H. (2018). Scientific literacy for democratic decision-making. *International Journal of Science Education*, 40(3), 308-327. doi: 10.1080/09500693.2017.1420266.
- Zimmerman, C., y Klahr, D. (2018). Development of Scientific Thinking. En J. T. Wixted (Ed.), *Stevens' Handbook of Experimental Psychology and Cognitive Neuroscience*, 4, 1-25. doi: 10.1002/9781119170174.epcn407.
- Zhong, G. (2014). Training of scientific thinking methods in teaching of inorganic and analytical chemistry. *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research*, 6(7), 1503-1508. Recuperado de <https://pdfs.semanticscholar.org/a3cb/c342baeac89601da1ff740a0a5d4a0a4ca1c.pdf>.
- Zohar, A. (2006). El pensamiento de orden superior en las clases de ciencias: objetivos, medios y resultados de investigación. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 24(2), 157-172. Recuperado de <https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/75823>.