

El Programa de Indagación Científica para la Educación en Ciencias

Edgard Hernández Lémann

Coordinación nacional programa ICEC división
de educación general
Ministerio de Educación – Chile
edgard.hernandez@mineduc.cl

Daniel Caffi Pizarro

Coordinación nacional programa ICEC división
de educación general
Ministerio de Educación – Chile
daniel.caffi@mineduc.cl

Breve Historia del Programa ICEC

La educación es clave en el progreso y desarrollo de los países, por ello, entregar una educación de calidad es fundamental para contribuir a combatir la pobreza, disminuir la vulnerabilidad, promover la movilidad social y reducir las desigualdades¹. En este marco, el Programa de Indagación Científica para la Educación en Ciencias (en adelante ICEC), surge como una iniciativa de innovación pedagógica que busca mejorar la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias en escuelas y liceos, urbanos y rurales a través del uso de la indagación científica como enfoque didáctico.

El Programa ICEC inicia con una convocatoria del Ministerio de Educación de Chile a 14 universidades chilenas, lo que constituye una iniciativa inédita en el mundo al reunir al mundo público, al mundo académico y al mundo escolar en torno a un objetivo común, la mejora de la educación en ciencias en escuelas y liceos. Así, el Programa ICEC surge de una interacción colaborativa que integra la experiencia y saberes del mundo académico para generar una iniciativa pública que, en el marco del currículo vigente, responda a las necesidades del sistema escolar (docentes y estudiantes) y aborde los desafíos de educación en ciencias del siglo XXI.

El proceso de construcción colaborativa del Programa ICEC², liderado por el Ministerio de Educación, fue iniciado en el año 2014 y comprendió sesiones periódicas de trabajo reflexivo con las universidades convocadas (en adelante Red de Universidades de Apoyo y Colaboración) que abordaban principalmente cinco aspectos: la experiencia acumulada en Chile en programas de educación en ciencias por indagación, particularmente el Programa de Educación en Ciencias Basado en la Indagación (ECBI), la evidencia disponible en tanto programas de educación en ciencias en el mundo, los resultados de la educación en ciencias en Chile y, en consecuencia, las necesidades de la escuela chilena en educación en ciencias.

En función del resultado de dichas sesiones de trabajo, el Programa ICEC definió como foco de su acción directa a educadoras y docentes que enseñan ciencias en escuelas y liceos asumiendo con ello un desafío único en este ámbito, organizar acciones de desarrollo

¹ Programa de Gobierno. Construyamos tiempos mejores para Chile. Presidente Sebastián Piñera Echeñique. IV.II. Mejoremos la Educación en la Sala de Clases.

² www.icec.mineduc.cl

profesional para educadoras y docentes de manera conjunta, esto implica la participación simultánea y colaborativa en las actividades del programa ICEC de tres perfiles profesionales: educadoras/es de párvulos, profesoras/es de educación básica y profesoras/es de educación media que realizan clases en los tres niveles educativos; educación parvularia, educación básica y media.

El Programa ICEC definió un modelo de desarrollo profesional para educadoras y docentes organizado en cuatro grandes áreas: (a) la formación en indagación científica escolar, (b) la colaboración e intercambio de experiencias entre pares, (c) la vinculación con el medio y (d) el desarrollo de recursos pedagógicos de apoyo a la implementación de la indagación científica en el aula. Cada una de estas áreas comprende diversas actividades que promueven la formación en indagación científica escolar, el intercambio de experiencias entre pares, la colaboración permanente entre educadoras y docentes, la reflexión continua sobre la práctica y la vinculación de la escuela con el mundo académico, la comunidad científica y la comunidad escolar.

En el año 2015, el Programa ICEC inicia su implementación a través de la Red de Universidades de Apoyo y Colaboración junto con la creación de Jornadas de Formadores de Formadores, un evento que reunía periódicamente a académicos de Red ICEC para monitorear los avances de la iniciativa, reflexionar sobre sus resultados y proponer ajustes para mejorar su efectividad. Luego de los resultados alcanzados en la primera evaluación de percepción de impacto del Programa ICEC³ y los ajustes para la mejora producto de un amplio proceso reflexivo, el Ministerio de Educación amplía la iniciativa a todas las regiones del país durante el año 2019 incluyendo, a su vez, un cuarto perfil profesional (educadores/as diferenciales) consolidándola como una acción pública orientada al mejoramiento de la educación en ciencias en escuelas y liceos.

La implementación colaborativa del Programa ICEC

El Ministerio de Educación implementa el Programa ICEC a nivel nacional en colaboración con la Red de Apoyo y Colaboración integrada por las universidades de Tarapacá; U. de Antofagasta; U. de Chile; U. de La Serena; P. U. Católica de Valparaíso; U. de Playa Ancha; U. Alberto Hurtado; P. U. Católica de Chile; U. de O'Higgins; U. de Talca; U. Católica de la S. Concepción; U. de La Frontera; U. Austral de Chile y la Universidad de Magallanes, esto en coordinación con las Secretarías Regionales Ministeriales de Educación, los Servicios Locales de Educación, los Departamentos Provinciales de Educación y los Departamentos de Educación Municipal o Corporaciones Municipales de Educación.

En esta tarea, la innovación pedagógica multidimensional que plantea ICEC, ha facilitado la especialización de más de 1800 educadoras y docentes a nivel nacional pertenecientes a escuelas urbanas y rurales, a través de diversas actividades que incluyen, entre otras; Cursos

³ Evaluación de la Implementación del Programa de Indagación Científica para la Educación (ICEC); ClioDinámica Asesorías, Consultoría e Ingeniería Limitada, 2017

de Especialización en Indagación Científica, generación de Comunidades de Aprendizaje, Congresos Nacionales y Latinoamericanos y Congreso Regionales de Educación en Ciencias, Encuentros con Científicos, Muestras de Aprendizaje y Pasantías Científicas para educadoras y docentes (ver gráfico 1).

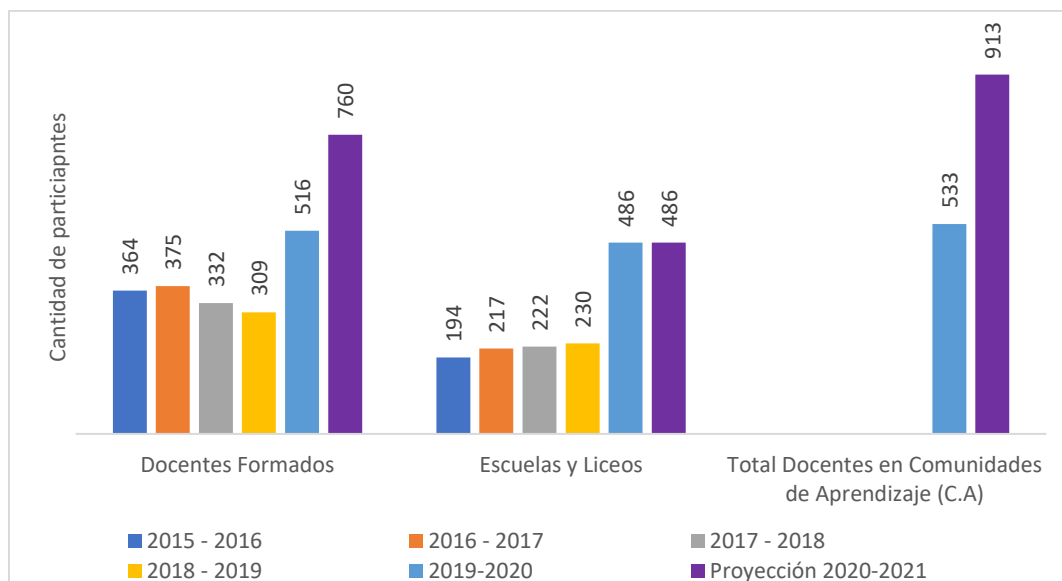


Gráfico 1. Cobertura Programa ICEC años 2015-2021 (Fuente: elaboración propia).

El Programa ICEC y la Educación en Ciencias

El Programa ICEC se fundamenta en la convicción de que todos/as los/as estudiantes pueden participar activamente en la construcción de sus aprendizajes en ciencias. Sin embargo, hoy la enseñanza de la ciencia no es posible de concebir como una mera transmisión de conocimientos conceptuales y acumulativos que ‘etiquetan’ cosas y procesos para ser memorizados. Un saber científico, así concebido, se convertiría solo en información acumulada frente a la cual los/as estudiantes tendrán serias dificultades para encontrarle sentido en su vida cotidiana. Aun cuando esta visión de ciencia enciclopédica y descontextualizada persiste como modelo de enseñanza en el sistema escolar (González-Weil, *et al.*, 2013; Cofré, *et al.*, 2010), existe consenso en la necesidad de avanzar hacia una educación en ciencias que promueva en los/as estudiantes habilidades para la resolución de problemas, comunicación y razonamiento crítico, todos ellos aspectos fundamentales como ciudadanos (Albert, 2000).

La promoción de estas habilidades y actitudes propias del quehacer científico, impulsadas en un marco de trabajo colaborativo entre estudiantes que prioriza el respeto a la divergencia, la reflexión crítica, la discusión argumentada y la construcción colectiva de aprendizajes basados en evidencia, pretende aportar al desarrollo de competencias científicas en los/as estudiantes que les prepararán para participar en la toma de decisiones en cuestiones

sociocientíficas que afecten a su familia y su entorno, aportando significativamente a su formación ciudadana.

En particular, proponemos que las clases de ciencia indagatorias permiten poner énfasis en potenciar la capacidad de los/as estudiantes para observar el mundo natural, plantear preguntas, formular predicciones e hipótesis, proponer procedimientos de investigación y sistematizar resultados para formular explicaciones tentativas a fenómenos naturales basados en evidencia empírica⁴. Con ello, se busca acercar a niñas, niños y jóvenes a una nueva forma de relacionarse con el mundo natural a través de preguntas que, basadas en la curiosidad, les permitan formular explicaciones para comprender la naturaleza y su entorno, algo que el currículo chileno reconoce como alfabetización científica (Ministerio de Educación, 2012).

La Indagación Científica en el Programa ICEC

Entre los modelos de enseñanza de las ciencias propuestos en las últimas décadas, el aprendizaje por indagación, también conocido como aprendizaje por investigación o directamente indagación científica, ha sido ampliamente difundido, tanto como objetivo de aprendizaje, como enfoque de enseñanza o metodología didáctica (Romero-Ariza, 2017; González-Weil, *et al.*, 2012), en esta última dimensión, la indagación científica es un concepto central para describir procesos de enseñanza y aprendizaje de la ciencia de alta calidad donde los/as estudiantes pueden desarrollar conocimiento, captar ideas científicas y comprender como los/as científicos/as estudian el mundo (Abd-El- Khalick *et al.*, 2004; Osborne y Dillon, 2008; Teig, 2019).

El Programa ICEC ha definido la indagación científica como enfoque didáctico para enseñar ciencias en escuelas y liceos, considerando que la indagación científica refiere a los procedimientos sistemáticos utilizados por los/as científicos/as para responder preguntas de interés y considerar el desarrollo de habilidades de proceso tales como: observar, inferir, clasificar, medir, cuestionar, interpretar y analizar datos, además del cómo se combinan estos procedimientos científicos con el conocimiento ya creado, el razonamiento científico y el pensamiento crítico (Lederman, 2009; NRC, 1996; Schwartz, *et al.*, 2004).

Naturalmente, utilizar la indagación científica como enfoque didáctico permite modelar en el aula diferentes procesos y formas de pensar como principios fundamentales para generar conocimiento científico, esto implica que los/as estudiantes puedan formular preguntas científicas, diseñar procedimientos de investigación y poner en juego procedimientos sistemáticos para recoger datos que les permitan formular conclusiones a las preguntas realizadas considerando la evidencia alcanzada (Flick y Lederman, 2006, en Großmann y Wilde, 2019; NRC, 1996).

Entre los argumentos que sustentan el uso de la indagación científica como enfoque didáctico se afirma que su aplicación involucra a los/as estudiantes en su proceso de aprendizaje

⁴ Bases Curriculares de Educación Básica (2012). Ciencias Naturales. Ministerio de Educación.

estimulando su interés por la ciencia, cuando esto ocurre, los/as estudiantes logran desarrollar una mejor comprensión del conocimiento científico al involucrarse en actividades indagatorias que son más efectivas para promover aprendizajes (Rocard, *et al.*, 2007). Por otra parte, la indagación científica como enfoque didáctico, además de cuidar la necesaria adquisición de conocimiento científico, juega un papel esencial en la promoción y el logro de la alfabetización científica lo que convierte a la enseñanza de las ciencias por indagación en un elemento esencial para el logro de los objetivos del currículo chileno, y que está presente en los currículos de ciencia del mundo (Abd-El- Khalick et al., 2004; Crawford, 2007; Lederman, 2009; en Großmann y Wilde, 2019; NRC, 2012).

La indagación científica, desde su dimensión como enfoque didáctico, es una manera en enseñar y aprender ciencias que permite abordar la alfabetización científica a través de la promoción y el desarrollo de competencias científicas en los/as estudiantes en el marco de una visión moderna de la ciencia. Pero llevar la indagación científica a la práctica pedagógica es un desafío multidimensional donde confluyen diversos elementos de la didáctica de la ciencia ampliamente investigados en las últimas décadas. En el Programa ICEC incluimos en la formación en indagación científica las dimensiones de la ciencia, su naturaleza y la naturaleza de la indagación científica, pero estrechamente relacionados existen también otros elementos didácticos/teóricos a considerar en la enseñanza de las ciencias que son parte de las acciones formativas de ICEC, entre ellos podemos mencionar: la argumentación científica, la modelización, el conocimiento pedagógico del contenido y la evaluación en ciencias naturales. En conjunto, constituyen aspectos fundamentales del enseñar y aprender ciencias.

Principales Actividades del Programa ICEC

Acciones Formativas

Para avanzar hacia la concreción de una enseñanza de la ciencia moderna y coherente con las necesidades de la sociedad actual, el Programa ICEC propone a las/os educadoras y docentes como ejes de la transformación en la escuela y liceo, esto es; profesionales autónomos/as y creativos/as que pueden problematizar su práctica pedagógica y construir propuestas que aporten soluciones innovadoras a los desafíos de su contexto escolar.

El modelo propuesto responde al menos a tres principios esenciales para el trabajo con educadoras y docentes: (a) la **consideración del saber docente** como punto de partida para la mejora, esto implica considerar la experiencia, el contexto y los saberes actuales de educadoras y docentes como base para iniciar procesos de, (b) **reflexión sobre su propia práctica**. Este principio de reflexión es válido tanto para las concepciones personales acerca de la ciencia, como para desarrollar una mirada crítica sobre su trabajo pedagógico en el contexto donde se desempeñan. Finalmente, (c) la **colaboración entre pares** es un elemento esencial que agrupa sus saberes, previos y recientemente aprendidos a la luz de una reflexión que se convierte en colectiva cuando se trabaja colaborativamente con otros/as.

Las actividades formativas, centradas en la didáctica de las ciencias y en la enseñanza de las ciencias por indagación, surgen de un estrecho trabajo de colaboración entre el Ministerio de Educación y las universidades que implementan el Programa ICEC. En estas acciones formativas no existe priorización por la profundización disciplinar o apropiación de contenidos, aunque a consecuencia de la interacción entre docentes de distintos niveles educativos, sumado a los requerimientos del proceso formativo (diseño de secuencia de clases, proyectos de innovación pedagógica, diseño de recursos pedagógicos, entre otros) el dominio conceptual de educadoras y docentes aumenta durante la formación.

Así entonces, los Cursos ICEC se orientan a modelar un perfil docente que posee diversas competencias que se analizan a la luz de la reflexión crítica sobre la propia práctica. En esto, la formación ICEC se aleja de discursos declarativos acerca de lo que se ‘debe hacer’ en el aula y se orienta a identificar, en conjunto con el docente, desafíos en su práctica pedagógica, para avanzar en el diseño e implementación de nuevas estrategias de enseñanza-aprendizaje.

Comunidades de Aprendizaje en el Programa ICEC

Si bien el concepto de comunidades de aprendizaje tiene definiciones múltiples y es aplicables a diversos contextos de trabajo colaborativo, en el marco del trabajo docente podemos comprenderla como un grupo de docentes autónomos que, voluntariamente, deciden aprender a trabajar juntos en torno a un propósito compartido, dispuestos a participar de interacciones de aprendizaje que les influirán mutuamente, les benefician como grupo e impactarán en su comunidad educativa (Molina, 2005).

Una vez finalizada la formación en cualquiera de los Cursos ICEC, educadoras y docentes pueden formalizar su participación en una Comunidad de Aprendizaje (en adelante CA).

La idea que subyace a las CA-ICEC es comprender la tarea pedagógica actual como esencialmente colectiva que requiere, en consecuencia, de la reflexión e interacción continua entre pares. Su participación en las CA les permite integrarse a una dinámica de desarrollo profesional de mayor autonomía, que se proyecta indefinidamente en el tiempo como un espacio sistemático de reflexión colectiva sobre la práctica orientada a establecer procesos de mejoramiento educativo para determinar y comprender desafíos en el ámbito de la educación en ciencias generando innovaciones que puedan aportar a su resolución. En este aspecto, las CA cumplen un rol esencial al aportar a mejorar la enseñanza en cada aula, al mismo tiempo que contribuye a las metas generales definidas por cada institución educativa para mejorar los procesos de enseñanza e impactar positivamente en los resultados de aprendizaje de sus estudiantes.

Pretendemos que las CA-ICEC se organicen siempre en torno al diálogo de los diversos perfiles profesionales que la integran, creemos firmemente que todos ellos pueden aportar desde sus particularidades y experiencias a la resolución de desafíos colectivos desde la experiencia personal de cada uno/a, su contexto laboral, su formación profesional y sus intenciones personales. Todo ello valorando las diferencias propias de la diversidad de un

grupo en una organización horizontal, colaborativa y orientada a la mejora educativa (Aubert, 2008).

Hasta fines del segundo semestre de 2020, a nivel país, 533 educadoras y docentes participan activamente de las CA-ICEC. La composición de las CA puede ser variada según los objetivos que pretenda y el contexto en el que surja, naturalmente creadas al alero de los Cursos ICEC se constituyen por educadoras y docentes que comparten experiencias, reflexiones y aprendizajes pedagógicos para aumentar la eficacia de su impacto sobre el aprendizaje de sus estudiantes. Así entonces se han constituido CA intra-escuela, inter-escuela, comunales e intercomunales que se reúnen periódicamente para pensarse y trabajar en la resolución de los desafíos por ellas definidos.

Los Planes de Innovación Pedagógica (PIP) que son un producto de la formación ICEC y el trabajo en CA refleja los avances en la generación de iniciativas que buscan resolver problemáticas identificadas por los/as docentes en su contexto escolar. Actualmente un 33% de educadoras y docentes que participa en CA desarrolla PIP con docentes de la misma comuna y el 7% con otros/as docentes de la región, abordando temas como el desarrollo de habilidades y procesos de investigación científica, el trabajo interdisciplinar y el quehacer profesional en el aula de ciencias.

Otras Actividades del Programa ICEC

Durante la ocurrencia de las dos actividades centrales del Programa ICEC (cursos y Comunidades de Aprendizaje) educadoras y docentes participan adicionalmente de diversas actividades que contribuyen, desde distintos ámbitos, a su desarrollo profesional, a la formación de redes y a la integración de la comunidad educativa en las actividades que promueve el Programa ICEC. Estas incluyen:

- **Congresos Regionales de Educación en Ciencias:** realizados anualmente en cada región de Chile, es un espacio para la reflexión y el intercambio de experiencias pedagógicas en el ámbito de la ciencia y la educación en ciencias a nivel regional, facilitando la formación de redes de colaboración entre pares docentes y científicos/as e investigadores de educación en ciencias.
- **Congreso Nacional y Latinoamericano de Educación en Ciencias:** convocada cada año a educadores y docentes del Programa ICEC de todo Chile y a docentes que participan en iniciativas similares en diversos países latinoamericanos. El congreso se orientada al mejoramiento de la educación en ciencias, promoviendo el intercambio de investigaciones y experiencias pedagógicas referidas a la educación en ciencias entre docentes, científicos/as e investigadores de Chile y el mundo.
- **Pasantías de educadoras y docentes ICEC:** son actividades de intercambio de experiencias pedagógicas entre educadores y docentes de diferentes regiones del país por un máximo de tres días. La pasantía puede realizarse con ocasión de los

Congresos Regionales de Educación en Ciencias, las Muestras de Aprendizaje o actividades de la Comunidad de Aprendizaje.

- Muestras de Aprendizaje: corresponden a un evento masivo, de alto impacto local, donde se presenta a la comunidad educativa el trabajo desarrollado en Ciencias Naturales. Esta muestra la realizan los propios estudiantes de las educadoras y docentes ICEC coordinados por la universidad regional a cargo de ICEC. Es una actividad de carácter público que permite a niños, niñas y adolescentes compartir con la comunidad educativa sus experiencias y aprendizajes alcanzados en las clases ciencias indagatorias.
- Encuentros con Científicos: definidos como un espacio de vinculación y reflexión con científicos e investigadores, regionales y nacionales, que puedan contribuir al desarrollo profesional de educadoras y docentes que participan en el Programa ICEC.
- Articulación con Instituciones de Investigación y Difusión de la Ciencia: incluye actividades de vinculación entre educadoras y docentes ICEC con instituciones vinculadas a la investigación, valoración y promoción de la ciencia, la tecnología y la innovación en ciencias para establecer alianzas de colaboración entre el mundo escolar y el mundo científico.
- Módulos Didácticos de Apoyo a la Indagación: son recursos pedagógicos para apoyar los procesos de enseñanza y aprendizaje de las ciencias en escuelas, colegios y liceos a través de la indagación científica como enfoque pedagógico.
- Alianzas con Equipos Directivos: Corresponden a encuentros con equipos técnicos directivos de escuelas y liceos que participan en el Programa ICEC a fin de reflexionar, acordar e integrar actividades del Programa ICEC en los instrumentos de gestión escolar (PEI, PME, Proyecto Curricular) de su establecimiento educacional, con especial énfasis en la institucionalización de la Comunidad de Aprendizaje como modelo de desarrollo profesional docente.

El Programa ICEC

La suma de actividades antes indicadas constituye un modelo de desarrollo profesional para educadoras/es y docentes que enseñan ciencia en la escuela, considerando como eje la trayectoria educativa que recorren los estudiantes durante los 14 de escolaridad. Esto les permite mirar en coherencia los distintos niveles de educación (parvularia, básica y media) desde los distintos perfiles profesionales que participan en su enseñanza (educadoras/es de párvulos, profesoras/es de educación diferencial, básica y media) contribuyendo a la formación de comunidades docentes que son capaces de problematizar su práctica, compartir los desafíos encontrados con otros para descubrir aquellos que les son comunes, y trabajar reflexiva y colaborativamente para generar iniciativas de cambio que responden a las necesidades del sistema escolar y surgen en contexto.

La educación en ciencias por indagación ofrece una posibilidad de encuentro con los estudiantes que reformula los roles tradicionales en la escuela. Niños, niñas y adolescentes

son validados como participantes activos de su aprendizaje, se involucran en actividades propias del quehacer científico que contribuyen a su alfabetización científica, en un marco de trabajo que reconoce la ciencia como parte de la vida cotidiana y se orienta a la resolución de problemas sociocientíficos que son parte de su comunidad y les entregarán herramientas fundamentales para el ejercicio de su ciudadanía en dichos temas.

El aporte del Programa ICEC no solo es inédito en la promoción de la formación conjunta de diversos perfiles profesionales, lo es también en el modelo de desarrollo profesional orientado a la autonomía que propone a través de la participación en Comunidades de Aprendizaje, por esencia colaborativas, que busca instalar en la cultura docente. Esto considerando también en la participación del mundo académico y científico, como redes de apoyo al trabajo docente para acercar la ciencia a la escuela y consecuentemente a la vida de niños, niñas y adolescentes.

Bibliografía

- Albert, B. (2000). Some Thoughts of a Scientist on Inquiry. En J. Minstrell y Emily H. van See, eds. *Inquiry into Inquiry Learning and teaching in Science* (pp 3-13). Washington, DC: American Association for the Advancement of Science.
- Aubert, A., Flecha, A., García, C., Flecha, R. y Racionero, S. (2008). *Aprendizaje dialógico en la Sociedad de la Información*. Barcelona: Hipatia. 1
- 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, Valdivia*. 36(2), 279-293.
- González-Weil, C., Cortez, M., Bravo, P., Ibaceta, Y., Cuevas, K., Quiñones, P., Maturana, J., y Abarca, A. (2012). La indagación científica como enfoque pedagógico: estudio sobre las prácticas innovadoras de docentes de ciencia en EM (Región de Valparaíso). *Estudios pedagógicos (Valdivia)*, 38(2), 85-102.
- González-Weil, C., Cortez, M., Pérez, J.L, Bravo, P. y Ibaceta, Y. (2013). Construyendo dominios de encuentro para problematizar acerca de las prácticas pedagógicas de profesores secundarios de Ciencias: Incorporando el modelo de Investigación-Acción como plan de formación continua. *Estudios pedagógicos (Valdivia)*, 39(2), 129-146.
- Großmann, N. y Wilde, M. (2019) Experimentation in biology lessons: guided discovery through incremental scaffolds. *International Journal of Science Education*, 41(6), 759-781.
- Lederman, J. S. (2009). Teaching scientific inquiry: Exploration, directed, guided, and opened-ended levels. Best Practices en Science Education. National Geographic Learning.
- Ministerio de Educación (2012) Bases Curriculares de Educación Básica, Ciencias Naturales, Unidad de Currículo y Evaluación.
- Ministerio de Educación (2013) Bases Curriculares 7° básico a 2° medio. Ciencias Naturales, Unidad de Currículo y Evaluación.
- Molina, E. (2005) Creación y Desarrollo de Comunidades de Aprendizaje: hacia la mejora educativa. *Revista de Educación*, (337), 235-250.
- National Research Council (NRC). (1996). National science education standards. Washington, DC: National Academy Press.
- Osborne, J. y Dillon, J. (2008). *Science education in Europe: Critical reflections* (Vol. 13): London: The Nuffield Foundation.

- Rocard, M., Csermely, P., Jorde, D., Lenzen, D., Walberg-Henriksson, H. y Hemmo, V. (2007). *Science Education NOW: A renewed Pedagogy for the Future of Europe*. Brussels: European Communities.
- Romero-Ariza, M. (2017). El aprendizaje por indagación: ¿existen suficientes evidencias sobre sus beneficios en la enseñanza de las ciencias? *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 14(2), 286-299.
- Schwartz, R., Lederman, N. y Crawford, B. (2004) *Scientific Inquiry and Nature of Science Implications for Teaching, Learning, and Teacher Education*. Science & Technology Education Library. Springer.