

# Indagación científica para la educación en Ciencias



*Un modelo de desarrollo profesional docente*



**PROGRAMA ICEC**  
INDAGACIÓN CIENTÍFICA PARA  
LA EDUCACIÓN EN CIENCIAS



**UNIVERSIDAD  
ALBERTO HURTADO**

**FACULTAD DE  
EDUCACIÓN**



*Elaboración:*

Patricia López Stewart

*Colaboradores:*

Antonia Larraín Sutil

Evelyn Isla Paillamilla

Claudio Álvarez Infante

*Edición y diseño:*

Sebastián Alarcón

*Santiago de Chile, marzo de 2017*

La presente publicación se elaboró en el marco del convenio de colaboración N° 747 del 14 de julio de 2015 entre el Ministerio de Educación y la Universidad Alberto Hurtado para el desarrollo del Programa de Indagación Científica para la Educación en Ciencias (ICEC), 2015-2017.

El contenido de la publicación es responsabilidad exclusiva del equipo a cargo del programa ICEC-Mineduc de la Universidad Alberto Hurtado, y en ningún caso debe considerarse que refleja los puntos de vista del Ministerio de Educación.

En el presente documento se utilizan de manera inclusiva -es decir, entendiendo que estas denominaciones incluyen a hombres y mujeres- términos como docente, director, estudiante, escolar, entre otros. No se usan referencias explícitas como “las/los”, “o/a”, u otras, con el propósito de evitar la saturación gráfica del documento.

# **Indagación científica para la educación en Ciencias**

*Un modelo de desarrollo profesional docente*



# Índice

Agradecimientos	7
Presentación	9
Introducción	II
La ciencia y la ciencia en la escuela	19
La indagación científica en el aula	25
El modelo indagatorio en acción	41
Conclusiones y perspectivas	99
Bibliografía	105
Anexos	108



# Agradecimientos

A quienes aportaron a la concreción del Programa de Indagación Científica para la Educación en Ciencias ICEC-MINEDUC-UAH, especialmente al Ministerio de Educación, a la Secretaría Regional Ministerial de la Región Metropolitana, a los Departamentos Provinciales Norte y Oriente y a la Universidad Alberto Hurtado.

A los municipios de Huechuraba, Independencia, Macul y Peñalolén; a sus escuelas y directivos.

Al equipo de académicos y docentes de la UAH en el programa ICEC.

A las educadoras, profesoras y profesores que participaron en el Programa en el período 2015-2017.

A todos los niños, niñas y jóvenes que con entusiasmo participaron en la Muestras de Aprendizaje Comunal y compartieron generosamente sus nuevos saberes con la comunidad.



Escolares participan en Muestra Comunal de Aprendizajes de Huechuraba



# Presentación

“La Universidad Alberto Hurtado como heredera de la tradición educacional jesuita se propone contribuir al desarrollo de las personas y a la promoción de una sociedad más justa, mediante la formación de profesionales de excelencia académica, inspirados en una visión cristiana y con un profundo sentido ético y social. Nuestra universidad aspira a formar y desarrollar el pensamiento reflexivo y crítico en sus estudiantes, fomentando el respeto a la diversidad y la capacidad de explorar y de desarrollar las propias potencialidades con el fin de ponerlas al servicio de los demás”.<sup>1</sup>

Respondiendo a su carácter humanista y de servicio, la Universidad suscribió el Convenio de Colaboración propuesto por el Ministerio de Educación para el desarrollo del Programa de Indagación Científica para la Enseñanza de las Ciencias, ICEC (2015-2017).

La carrera Pedagogía en Biología y Ciencias Naturales con especialidad en Indagación Científica Escolar asumió la dirección y coordinación del programa ICEC, descrito en el convenio mencionado, tarea que se aborda con la participación de académicos de ciencias y de didáctica de las ciencias de las carreras Educación Básica y Educación Parvularia; especialistas en diseño de Entornos de Aprendizaje virtual; docentes de aula; especialistas en evaluación de desarrollo profesional docente; expertos en competencias científicas e investigadores en distintas áreas de las ciencias, entre otros.

El Programa ICEC tiene como objetivos:

- Promover en los educadores de párvulos y profesores de 1° año Básico a 2° Medio de escuelas y liceos municipalizadas competencias pedagógicas para el mejoramiento de los aprendizajes de las ciencias naturales y el desarrollo de habilidades científicas en los estudiantes, considerando la indagación científica como estrategia de enseñanza.
- Promover el trabajo colaborativo y autonomía y liderazgos pedagógicos de los docentes, valorando sus saberes y experiencias en un proceso sistemático de reflexión en torno a su práctica pedagógica.
- Acompañar un proceso continuo de reflexión docente a través de la instalación de comunidades de aprendizaje en escuelas y comunas, considerando la participación de la comunidad científica y del mundo académico.

El equipo de la Universidad Alberto Hurtado diseñó e implementó las actividades del programa ICEC, atendiendo a los objetivos presentados por el Ministerio de Educación y procurando que éstos fuesen alcanzados por todos los docentes participantes. Las actividades implementadas fueron diseñadas para fomentar la conformación de comunidades de aprendizaje de docentes que compartiesen una cultura pedagógica construida en torno a principios, concepciones y prácticas sobre la enseñanza y el aprendizaje basados en el modelo indagatorio y la evaluación formativa en las clases de ciencias, en la perspectiva de que se constituyan como una modalidad de desarrollo profesional docente en sus escuelas, liceos y comunas.

<sup>1</sup> “Misión de la Universidad”, Universidad Alberto Hurtado, consultado el 19 marzo 2017, en <http://www.uahurtado.cl/universidad/>

Con la suscripción del convenio con el Ministerio de Educación la Universidad Alberto Hurtado (UAH) entiende cumplir con su misión de compartir sus elaboraciones académicas y participar colaborativa y solidariamente en la búsqueda de niveles de calidad más avanzados en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias y, desde una concepción más amplia, su transferencia a la formación de escolares y estudiantes en un marco de sólido espíritu ético, conscientes de su responsabilidad en la participación social y de la importancia de su aporte en el desarrollo de una sociedad más justa y más armónica.

El presente documento busca mostrar la implementación por la UAH del Programa ICEC del Ministerio de Educación durante el período 2015-2017, que incluyó la participación de educadoras, profesoras y profesores de educación básica y de educación media de las comunas de Huechuraba, Independencia, Macul y Peñalolén, sus logros y los obstáculos enfrentados, tal como ocurre con cada innovación educativa.



Escolares participan en Muestra Comunal de Aprendizajes de Independencia

# Introducción

El joven siglo XXI está marcado por grandes incertidumbres políticas, económicas, sociales y culturales. Sobre los grandes principios ordenadores que se habían formado en las últimas décadas -la profundización de los sistemas democrático-representativos, el protagonismo de la sociedad civil y la globalización económica, etc.- se ciernen dudas y temores. No obstante, hay una visión que parece firmemente arraigada en nuestro tiempo: la idea de que la ciencia y la educación estarán en el centro de una nueva etapa civilizatoria. La sociedad del conocimiento, como se le ha llamado, será impulsada por la ciencia -y su aplicación sistemática, la tecnología-; y deberá ser formada por una educación que se adapte a las exigencias de una nueva forma de producir, de trabajar, de relacionarse, en suma, de vivir en un tipo de comunidad infinitamente más complejo.

También en nuestro país, la centralidad de la ciencia y la educación es un tópico ampliamente difundido. Ambas han sido propuestas como herramienta eminente para lograr el desarrollo. Esta tesis, sin embargo, no es nueva. De hecho, es una constante desde nuestra independencia. En distintos momentos históricos, el Estado realizó impulsos decididos para la promoción de la ciencia y la educación como una tarea nacional: en el siglo XIX, como un instrumento para consolidación del propio Estado-Nación, y en el siglo XX, como una palanca para el desarrollo económico.

Dos siglos después, el balance es contradictorio. Antes que soluciones a las necesidades nacionales, en la actualidad, ciencia y educación son vistos como problemas a resolver. Y el debate sobre cómo movilizar ambas fuerzas en la sociedad parece extraordinariamente incipiente, a pesar de tanto que se ha dicho y escrito.

Por ejemplo, a inicios de los '90 se postulaba el objetivo de una "segunda fase exportadora", que superara la explotación de recursos naturales primarios y que debía ser impulsada por la aplicación de tecnología, el aumento de la productividad y la creación de valor agregado. Es decir, una estrategia que necesariamente debía recurrir a una aplicación específica de la tesis de la ciencia y la educación como herramienta para el desarrollo. Sin embargo, casi 30 años después, en términos globales, la dependencia de la exportación de recursos naturales no ha disminuido, sino que se ha profundizado.

Es probable que la propia dinámica de este tipo de modelo económico haya impedido que, hasta hoy, se defina un papel activo de la ciencia y la educación. La ciencia como aplicación terminada, es decir, como tecnología, se puede comprar y vender en los mercados mundiales. Y así lo hemos hecho como país, importándola como parte de proyectos de inversión. Y la educación, como sabemos, también se compra y se vende, como un "bien terminado"; como promesa individual, más o menos fundada, de una calificación relevante para el mercado laboral.

Quizás sea tiempo que dejemos de ver a la ciencia y a la educación como objetos terminados, cerrados, homogéneos, y las consideremos como procesos que emprende la sociedad. Y que, en ese afán, nos preocupemos de las reglas y de la dirección que, como sociedad, queremos imprimirle a ese

desarrollo creativo. Es justamente en este plano en el que el enfoque indagatorio en la educación en ciencias cobra máxima importancia.

Pese a la actualidad de este problema, no se trata de algo nuevo. En 1838, Ignacio Domeyko llegó a Chile, contratado por el gobierno de la época (recordemos que él era entonces lo que hoy llamamos un “refugiado”) para hacerse cargo de un curso de mineralogía en el colegio de Coquimbo. Era parte de la primera iniciativa de promoción del desarrollo científico y educativo del país. Sin embargo, el sabio polaco constató que las instalaciones del colegio no permitían la operación de un horno, implemento fundamental para las fundiciones y ensayos que se proponía. Domeyko participó personalmente en la construcción de un edificio adecuado. Cuando comenzó a dictar las clases, se percató que sus alumnos, hijos de mineros, carecían de los conocimientos básicos para la materia. El profesor decide “reunir en una sola clase el estudio de varias ciencias que se ayudan recíprocamente”. En un informe al Ministerio de Educación, Domeyko expone su método y plan. Primero física, después biología general, “escogiendo [...] la parte que se aplica particularmente a la química mineral y metalurgia. A continuación de la química, expone un tratado de ensayar las pastas y minerales de toda clase, tanto por la vía seca, como por la vía húmeda [...]. Viene después el análisis químico; [...] y en seguida los alumnos pasan al estudio de la mineralogía. [...] Luego que adquieren los principios fundamentales de la ciencia, empiezan a hacer ensayos de pastas y minerales de cobre, de plomo, de plata, etc.; y a medida que van adelantando, pasan a analizar las sustancias minerales, no solo metálicas, sino también sus criaderos y panizos, varios productos que provienen del beneficio de los minerales, y varias piedras, tofos y rocas que entran en la composición de los cerros de Chile. Para no perder las ventajas que resultan de estos experimentos, se ha formado un libro en el laboratorio, en que se asientan las descripciones y los resultados de todos los ensayos y análisis que se hacen. De este modo, en el tiempo que queda libre después de la lección, tres o cuatro alumnos se ocupan en el laboratorio en trabajar cada uno por separado; mientras que, en tiempo de la lección, no se hacen más que experimentos de química general, que sirven para reconocer las propiedades de los cuerpos”.<sup>2</sup>

En la concepción de Domeyko, los registros de las investigaciones servirían, también, de base para un estudio completo de los minerales de Chile. Esta auténtica “comunidad de aprendizaje” (Domeyko realizó además exploraciones en la zona que dieron origen a dos investigaciones publicadas en los *Annales de Mines* en 1840, en París) fue complementada por el trabajo con los padres de los alumnos, a quienes visitaba “de casa en casa, de tertulia en tertulia” para explicarles el sentido de su labor en el colegio.<sup>3</sup>

“En fin, -concluía en su informe- nadie desconoce la ventaja que ha de resultar para el país de la unión de los principios científicos con la práctica, y el genio investigador y constancia en el trabajo de los operarios del país”.<sup>4</sup>

El detallado enfoque de Domeyko contrasta con la evaluación inicial de las autoridades. El intendente interino de Coquimbo, Jorge Edwards, informó que “ha sido imposible dejar bien detalladas las funciones y obligaciones del profesor [...] aun creo no conviene por ahora variarlas respecto a la oscuridad que nos rodea sobre un curso científico hasta ahora no conocido en el país. Sólo el tiempo, y cuando se hayan experimentado los resultados de este ensayo que considero aventurado, podrá suministrar algunos conocimientos e ideas para arreglar y sistemar en lo sucesivo este curso”.<sup>5</sup>

2 Miguel Luis Amunátegui, *Ignacio Domeyko*, Imprenta de la República, Santiago de Chile, 1867, pp. 16-18

3 *Ibid.*, p. 20; cfr. Claudio Gutiérrez; Flavio Gutiérrez, “Física su trayectoria en Chile (1800-1960)”, *Historia (Santiago)*, vol. 2, 39, 2006

4 Miguel Luis Amunátegui, *Ignacio Domeyko*, cit., p. 20

5 *Ibid.*, p. 15

¿Será hoy, 180 años después de las aventuras de Domeyko, el momento de proyectar una universidad de cobre, nuestra principal riqueza, con centros de investigación y de formación en los diferentes niveles involucrados en la actividad?

Es patente que impera una cierta “oscuridad”, ante un sentir social que relega a lugares secundarios a las ciencias. El escaso interés que los medios de comunicación confieren al quehacer científico nacional en sus diferentes ámbitos, con esporádicas excepciones, induce a la sensación de que en el país no se investiga, no se experimenta, no se teoriza.

Quizás haga falta ir “de casa en casa, de tertulia en tertulia” para explicar su sentido. Para la realización del anhelo social de progresar y aproximarse al desarrollo es preciso emprender, más allá de los indicadores económicos, adecuaciones e innovaciones en diversos ámbitos, entre ellos el fortalecimiento de la importancia social del trabajo científico, teórico, experimental o aplicado. Afianzar la enseñanza de las ciencias en la educación parvularia, básica y media aparece como posibilidad para reubicar el quehacer y el pensamiento científicos en un plano de importancia social, cultural y económica, a pesar de que los frutos de este trabajo requieran de tiempos prolongados para su desarrollo.

Las clases de ciencias, desde los inicios de la educación parvularia hasta el último año de la educación media, son una posibilidad de acercar a niños y jóvenes a formas de pensamiento científico que les ayudarán a comprender mejor el mundo real y a descubrir la importancia de su propia participación creativa y responsable en el quehacer social. Es ciertamente necesario que esta enseñanza se distancie de la mera memorización de contenidos y que evolucione hacia estrategias pedagógicas que posibiliten a los escolares la construcción y aprehensión de sus saberes mediante modelos pedagógicos y didácticos que incorporen en el aula formas de trabajo con esquemas metódicos próximos a las diferentes dimensiones del pensamiento científico. La introducción de estas estrategias no se orienta, ciertamente, a la formación de futuros científicos. Lo que se pretende es impulsar una mejor comprensión de las formas del trabajo científico y su proyección a la vida cotidiana, individual y social, de todas las personas.

### **El enfoque indagatorio**

La formación continua de docentes que ejerzan su profesión con entusiasmo y dominio conceptual y didáctico es uno de los objetivos de la indagación científica escolar, modelo pedagógico que, en diferente escala, se aplica en el país desde el año 2003. Se trata de preparar profesionales con sólido y consistente dominio de contenidos, siempre en intrínseca e indivisible proyección hacia su tratamiento didáctico: los docentes sabrán enseñar los contenidos porque ellos los habrán aprendido para enseñarlos, considerando respetuosamente la realidad de sus escolares, su diversidad social y cultural y sus estilos de aprendizaje, bajo la premisa de que todos pueden aprender.

El modelo indagatorio está también orientado a enfrentar la formación de los docentes en una cultura integradora de las ciencias, rescatando así la incidencia de los diferentes fenómenos que interactúan en un determinado proceso, dejando atrás la visión de estancos de saberes aislados en la enseñanza de las ciencias.

La incorporación del esquema indagatorio al aula y en los programas de formación docente continua, refuerza el carácter significativo de los conocimientos alcanzados, al mismo tiempo que los estudiantes se familiarizan con una estrategia metódica que pueden aplicar en la búsqueda de nuevos conocimientos, en la resolución de problemas de la vida cotidiana o para enfrentar mejor situaciones relacionadas con la participación ciudadana. El fomento del espíritu crítico, de la curiosidad, de la reflexión, del debate con argumen-

tación fundamentada y del trabajo colaborativo e inclusivo en la búsqueda de respuestas, confieren a las clases de ciencias indagatorias la categoría de actividad participativa y a los aprendizajes el valor adicional de construcción social.

### Comunidades de aprendizaje

El Programa ICEC, propuesto por el Ministerio de Educación e implementado por la Universidad Alberto Hurtado, tiene como propósito contribuir al desarrollo profesional de docentes, acercándoles a una comprensión de enseñanza y aprendizaje de las ciencias que les posibilite, en trabajo colaborativo y solidario, la aplicación en sus aulas de la indagación científica como enfoque didáctico que propicia la generación de *comunidades que aprenden*.

Para la consecución de este propósito, en todas las actividades del programa ICEC se ponen en práctica los mismos principios que los profesores utilizarán en el aula: trabajo colaborativo, participación activa, respeto por la individualidad y los ritmos de aprendizaje, el debate, la adecuada consideración del contexto (social, cultural, económico, étnico, regional) y, especialmente, la relevancia de la argumentación y de las conclusiones respaldadas por evidencias.

Los principios enunciados establecen una clara distancia con la clase expositiva y la memorización, tanto en el trabajo en escuelas y liceos como en los esfuerzos en pos de la formación inicial y el perfeccionamiento docente. Estos principios, igualmente, se alejan de la noción de que los datos y los enunciados memorizados son reales aprendizajes. En la clase indagatoria, el aprendizaje se entiende como un conjunto de saberes integrados, aplicables en otras situaciones, que incluyen el procedimiento mediante el cual se obtuvo tal o cual resultado. Los procedimientos empleados, tan valiosos como el resultado mismo, serán útiles para resolver otras situaciones en el ámbito escolar, en el entorno real y en la vida ciudadana.

Los docentes son incentivados a la búsqueda de la necesaria adecuación de sus dominios conceptuales, de tal forma de transformarlos en insumos dinámicos, indispensables para el diseño de clases indagatorias. Esta modalidad de trabajo impulsa a los docentes participantes a actualizar sus conocimientos adquiridos en la formación inicial y experiencia profesional, y a reforzar sus habilidades y competencias para el mejor aprovechamiento de los recursos tecnológicos ahora masivamente disponibles.

El cumplimiento de los propósitos descritos es la base para la conformación de una comunidad docente de aprendizaje que debiese evolucionar hasta impregnar el quehacer de toda la comunidad escolar.

Las comunidades de aprendizaje, tal como las clases indagatorias, se entienden como una instancia de participación, intercambio y debate, cuyos resultados, además de su utilidad para la práctica docente, adquieren el valor de producto social. Es decir, serán el reflejo de las ideas, experiencias y visiones de cada uno de los participantes de la comunidad, las que el conjunto ha sometido a análisis y discusión, hasta llegar, idealmente, a consensos globales.

Poner en práctica las comunidades de aprendizaje docente es un paso indispensable para trasladar al aula las ventajas del trabajo colaborativo, que redundará en aprendizajes y desarrollo de habilidades, cuya calidad dificultosamente podría alcanzarse en trabajo individual. Es esta práctica, adicionalmente una instancia para adentrarse en el difícil pero indispensable buen manejo de la diversidad y la inclusión, en el que debe primar el respeto a las personas, sus propuestas, sus ideas, su biografía y la argumentación respaldada por evidencias, como modo de enfrentar las divergencias.

Esta forma de trabajo puede entenderse también como una aproximación al trabajo de científicos que, mediante el intercambio y socialización de sus avances, dan lugar a la necesaria retroalimentación de la cual surgen nuevas perspectivas, o simplemente matices, que confirmarán la validez de los avances o los redireccionarán hacia una nueva búsqueda.

Como se ha demostrado en experiencias anteriores, incluso desde el inicio del Programa Educación en Ciencias Basada en la Indagación (ECBI), sostenido por el Mineduc desde el 2003 al 2012, ahora refundado como ICÉC, la positiva acogida y evaluación del funcionamiento de una comunidad de aprendizaje impacta en la escuela. En ocasiones, ha impulsado una reformulación de la organización interna y ha influido, positivamente, en el entorno inmediato y mediano de la escuela. En la concepción del modelo indagatorio y sus líneas de trabajo, se ha considerado esta propuesta como una mejor forma para que niños y niñas accedan a aprendizajes consistentes y desarrollen habilidades necesarias para utilizar sus saberes en el trabajo escolar y en la vida cotidiana.

Conscientes de que la escuela está siempre ubicada en un contexto social y cultural determinado, no es posible ignorar que la favorable acogida de la comunidad de aprendizaje como instancia de intercambio se refuerza con la tendencia actual, que irrumpe con gran energía y entusiasmo, exigiendo mayor participación y formas sistemáticas e institucionales para transformar las propuestas ciudadanas en proyectos organizados estructuralmente. La escuela por definición, a través de sus escolares, es receptora de las sensibilidades de la ciudadanía y debiese aprovechar la mencionada inquietud para ofrecer mecanismos e instrumentos útiles para este ejercicio ciudadano.



Escolares participan en Muestra Comunal de Aprendizajes de Independencia



# *cap. 1*

## La ciencia y la ciencia en la escuela

- Las exigencias contemporáneas de la ciencia
- La encrucijada de la ciencia
- La indagación como actividad científica



# La ciencia y la ciencia en la escuela

La proposición de estrategias didácticas, métodos y modelos específicos de educación en ciencias debe partir de una problematización de su propio objeto. Es decir, la relación entre ciencias y educación en ciencias ya no aparece como un vínculo directo entre el conocimiento científico acumulado sobre los fenómenos de la naturaleza y los procesos de enseñanza-aprendizaje en la escuela.

## Las exigencias contemporáneas a la escuela

Por una parte, en el plano de la educación, se discute, como ya hemos mencionado, la necesidad de proyectarse hacia una nueva forma de relacionarse con el mundo y la sociedad, en los cuales los saltos en el desarrollo tecnológico y científico propician también importantes variaciones culturales, sociales y cognitivas.<sup>1</sup> Las conclusiones provisionales de este debate se relacionan con la incorporación de tecnologías a los procesos pedagógicos (y, recientemente, en la educación en un uso seguro y responsable de los mecanismos de comunicación que proveen dichas tecnologías), la promoción de contextos colaborativos de aprendizaje, la formación de la inteligencia social y emocional de los alumnos y, más en general, el establecimiento de un enfoque diferente frente al conocimiento, que ya no es concebido como un cuerpo prestablecido y jerarquizado que se transmite, sino como un flujo dinámico de información en red que debe ser *gestionado*.

Esta visión general supone la *adaptación* de la escuela a procesos globales de transformación en la sociedad, y la expectativa de que se transforme en un factor central en el impulso de la sociedad del conocimiento. Sin embargo, crecientemente se le han añadido nuevos factores a esta perspectiva, que hablan de las crisis e incertidumbres que provoca una sociedad mundial cambiante. Así, por ejemplo, la OCDE señala como tendencias actuales a las cuales la educación debe dar respuestas la “integración económica, migración, cambio climático y un aumento de la desigualdad; la educación tiene que jugar un rol en proporcionar las habilidades y competencias necesarias para operar en este nuevo mundo. Tiene el potencial de influenciar las vidas de los más desaventajados y es una herramienta poderosa para reducir la inequidad. También puede ayudar en la integración de los migrantes, enseñándoles habilidades básicas, así como inculcando valores y ayudando a definir una identidad.”<sup>2</sup>

Se puede argumentar que, en nuestro país, esta difícil situación se refleja en un *cierto giro institucional* que ha tomado amplio debate en torno a la educación, empujado por vastas movilizaciones sociales. Se contraponen proyectos, intereses y visiones de mundo en el ámbito de la organización administrativa, del marco legal y constitucional, del financiamiento, del acceso, de la inclusión, etc., del *sistema* educativo, por sobre la reflexión sobre la educación “en sí y para sí”.

1 Cfr. Daniel Bell, *The Coming of Post-industrial Society*, Basic Books, Nueva York, 2008; Manuel Castells, *The rise of the network society*, 2, Wiley-Blackwell, Chichester, 2010

2 OECD, *Trends Shaping Education 2016*, OECD Publishing, Paris, 2016, p. 15

Esta situación tiende a reforzar la concepción de la educación como eminentemente instrumental, en la que sus *propósitos y objetivos propios* no aparecen como una contribución a la sociedad, sino como un refuerzo al logro de metas que, con respecto a la educación, le son externas y abstractas. En este sentido, la noción de la educación como herramienta para el desarrollo económico, pero también para la formación para la ciudadanía, la cohesión social, la inclusión, etc., crea una paradoja. Es la educación la que debe resolver los problemas económicos, políticos y sociales; y son otros factores -justamente, la economía, la política y las corrientes de la sociedad civil- los que definen a la educación.

### La encrucijada de la ciencia

En el caso de la relación entre educación y las ciencias, esta paradoja se muestra de manera más aguda. Pensemos en algunos fenómenos actuales. A propósito de la implementación de programas para la prevención del virus del papiloma humano, el Ministerio de Salud ha realizado campañas masivas de vacunación entre la población femenina de 4° y 8° básico<sup>3</sup>. Los procedimientos se realizan en los colegios. Padres y apoderados son informados mediante los conductos normales de comunicación de los establecimientos. Sin embargo, se han conocido varios casos en que, no sólo padres individuales han negado su consentimiento, sino que se han organizado en grupos que expresan colectivamente su rechazo a la campaña. Los motivos aducidos se pueden agrupar en tres categorías, de acuerdo a los reportes que se han conocido: la vacunación en contra de un virus que se transmite por vía sexual, sugeriría, indebidamente, que las niñas *ya tienen actividad sexual* o, al revés, que se les está incentivando a ella; otras razones que se relacionarían genéricamente con creencias religiosas; y, la noción de que la vacuna tendría graves efectos secundarios adversos que, sin embargo, son negados por los responsables de la campaña.<sup>4</sup>

Mientras los dos primeros motivos podrían desecharse como ajenos a la deliberación científica, la tercera se relaciona de manera directa, aunque sesgada, con la evidencia y su valoración. Hay indicios suficientes -dicen estos padres- de que las vacunas suministradas provocan graves patologías, y -agregan- “las autoridades” (es decir, profesores, directivos del colegio, enfermeras y funcionarios del departamento municipal de salud y de la Seremi de Salud), no son capaces de probar que la vacuna es segura. En otras palabras, se les confiere a las versiones recogidas en las redes sociales sobre hechos calamitosos ocurridos luego de la administración de la vacuna tanta validez y evidencia como a los estudios considerados por los comités científicos.

¿Cómo enfrentar esta situación? ¿Quién debe hacerse cargo de este problema? La primera reacción, cabe suponer, es decir que “hace falta educación”. Una respuesta necesaria, pero no suficiente: omite que las alumnas asisten a clases de ciencias en las que se enseñó cómo funcionan las vacunas, olvida que los apoderados también *tuvieron* esas clases de ciencias, y soslaya que en los consultorios *también se educa*, y que un componente fundamental de la salud pública es la educación sanitaria de la población general.<sup>5</sup>

3 “VACUNACIÓN CONTRA EL VIRUS DEL PAPILOMA HUMANO”, *Ministerio de Salud. Gobierno de Chile*, consultado el 2 marzo 2017, en <http://web.minsal.cl/vacunacion-contra-el-virus-del-papiloma-humano/>

4 cfr. “DECLARAN ADMISIBLE RECURSO DE PROTECCIÓN CONTRA VACUNA DEL PAPILOMA HUMANO EN PUERTO MONTT”, *Radio BioBio*, 2016, consultado el 2 marzo 2017, en <http://www.biobiochile.cl/noticias/nacional/region-de-los-lagos/2016/10/22/declaran-admisible-recurso-de-proteccion-contra-vacuna-del-papiloma-humano-en-puerto-montt.shtml>; Judith Herrera, “OMS dice que judicialización de vacuna contra papiloma en Chile es inédita”, *La Tercera*, 2016, Santiago de Chile; Katherine Escalona, “Entrevista a Humberto Soriano, vicepresidente de la Sociedad Chilena de Pediatría: «Los grupos anti vacuna son peligro para las mujeres del mañana en Chile»”, *El Mercurio de Valparaíso*, 2016, Valparaíso; Daniela Toro, “Rechazo a la vacuna contra el Papiloma Humano: Una dosis de controversia”, *24horas.cl*, consultado el 2 marzo 2017, en <http://www.24horas.cl/nacional/rechazo-a-la-vacuna-contra-el-papiloma-humano-una-dosis-de-controversia-2153889>

5 Un estudio realizado entre adolescentes de entre 13 y 19 años de colegios municipalizados de la Región

Si consideramos ejemplos análogos y, acaso más complejos, pues involucran más decididamente al propio discurso científico, como la negación del cambio climático o el llamado creacionismo, es necesario analizar cómo las ciencias comparecen ante la educación.

## La indagación como actividad científica

Se debe reconocer que las ciencias, sus conclusiones y métodos, su ámbito de aplicación, sus problemas y perspectivas, son *diferentes* al contenido positivo de la educación en ciencias. Los enfoques más importantes para sistematizar estos componentes de la ciencia contemporánea tienen su origen en la crisis que supuso la *dinamización* de las nociones científicas que supusieron avances como la teoría de la evolución de Darwin o la formulación de la segunda ley de la termodinámica. La superación del antiguo determinismo científico abrió paso a intentos de proveer una explicación global sobre esa dinámica de la ciencia: la noción de los paradigmas científicos de Thomas Kuhn, de los programas de investigación de Imre Lakatos, la indeterminación radical de Paul Feyerabend, la incorporación de los factores sociales contenida en la concepción del constructivismo o tendencias recientes como el realismo crítico de Roy Bhaskar, etc.<sup>6</sup> Todos esos enfoques se vuelcan sobre la propia ciencia, buscando definir sus límites, posibilidades e incertidumbres.

Sin embargo, en la escuela, la ciencia aparece bajo la forma de un cuerpo de conocimiento ya definido y clausurado, con un método unívoco y en que los experimentos tienen una función ilustrativa que no sufren de problemas de replicación, sorpresa o incertidumbre. Desde el punto de vista teórico, la ciencia es presentada con la visión de mundo de la mecánica newtoniana, i.e. “determinista, reversible, causalmente cerrada, atomística y homogénea en su concepción del espacio, tiempo y de las entidades y su medio ambiente”.<sup>7</sup>

Uno de los desafíos de la educación es representar adecuadamente el dinamismo, la complejidad y las relaciones de nuestro mundo. Pero ese objetivo, a nuestro juicio, atraviesa el propósito de la formación de nuestros niños y jóvenes en su autonomía moral e intelectual para, no sólo comprender, sino que situarse y actuar conscientemente en este mundo. El enfoque indagatorio, sostenemos, al tener su punto de partida en las capacidades y el potencial de los niños, es el camino que puede ayudar a recorrer los diversos campos que aparecen separados: la ciencia, la educación, la sociedad, las comunidades, los alumnos, la escuela, los docentes. Lo hace debido a que se dirige a la *actividad* –al trabajo– de la construcción de conocimiento y de la formación de las personas, mediante la cooperación, la observación, el método, la crítica, el diálogo, la apertura y la disposición hacia lo nuevo.

---

Metropolitana, estableció que sólo un 20% desconocía la existencia de una vacuna contra el VPH, y concluyó que “las adolescentes conocen sobre la transmisión del VPH; sin embargo, las conductas preventivas no se relacionan con dicho conocimiento” y que la “necesidad de educación en este tema ha sido descrita como relevante, dado que un gran porcentaje tanto de Chile como del mundo desconoce aspectos claves al respecto, lo que sumado al inicio de la actividad sexual, cada vez más precoz en los adolescentes, obliga a entregar información respecto de las vías de contagio y el riesgo real de contraer el VPH”. cfr. Teresa Urrutia; Ximena Concha; Giselle Riquelme; Orlando Padilla, “Conocimientos y conductas preventivas sobre cáncer cérvico-uterino y virus papiloma humano en un grupo de adolescentes chilenas”, *Revista chilena de Infectología*, vol. 29, 6, 2012

6 cfr. Thomas S. Kuhn, *La estructura de las revoluciones científicas*, Fondo de Cultura Económica, Ciudad de México, 1989; Imre Lakatos, *La metodología de los programas de investigación científica*, Alianza, Madrid, 1998; Paul Feyerabend, *Against method*, Verso, Londres, 2010; Barry Barnes; David Bloor; John Henry, *Scientific knowledge: a sociological analysis*, University of Chicago Press, Chicago, 1996; Roy Bhaskar, *A realist theory of science*, Routledge, Londres, 2008

7 Dimitrios Schizas; Dimitris Psillos; George Stamou, “Nature of Science or Nature of the Sciences?”, *Science Education*, vol. 100, 4, 2016, pp. 714-716



## *cap. 2*

# La indagación científica en el aula

- Indagación en la educación en ciencias
- La indagación científica en el aula
- El modelo indagatorio
- El modelo indagatorio y el ejercicio ciudadano
- Formación ciudadana básica en la escuela
- Un ejemplo de indagación en la escuela



# La indagación científica en el aula

El modelo pedagógico de la indagación científica se aplica en Chile desde inicios de la década pasada. Consiste en aproximar a escolares y a estudiantes en general a formas de trabajo, pensamiento y razonamiento propias del quehacer científico.

El propósito de esta innovación en la clase de ciencias es otorgar a los estudiantes la posibilidad de lograr conocimientos y saberes, participando protagónicamente en la construcción de los mismos. En este proceso de construcción de sus saberes, los estudiantes, en interacción y debate con sus pares, desarrollan habilidades de pensamiento científico, de expresión oral y escrita de sus ideas, aprenden a respetar visiones y experiencias de otros, reconocen el valor de la argumentación respaldada por evidencias y toman conciencia de su responsabilidad individual en el quehacer colectivo.

El rol del docente en la aplicación de este modelo se transforma de expositor o transmisor al de un mediador-motivador que incentiva la curiosidad, la creatividad y el cuestionamiento ante situaciones planteadas. Además, fomenta la participación activa de todos los escolares, respeta los estilos y ritmos de aprendizaje y transforma en insumos didácticos las experiencias individuales y los saberes previos, incluyendo creencias, prejuicios, errores. Desde este nuevo rol, el docente interviene para orientar el trabajo en equipo, otorgando importancia al registro individual y colectivo de cada fase de los procesos indagatorios.

## Indagación en la educación en ciencias

La visión de indagación científica que sustentamos, considera los dominios enunciados por Driver<sup>1</sup>: esquemas conceptuales, estructuras epistemológicas y procesos sociales.

A los dominios mencionados en esta conceptualización de indagación se agregan los siguientes elementos:

1. *Esquemas conceptuales*: Siguiendo a Brandwein<sup>2</sup>, se refiere al cuerpo de conocimientos científicos que incluye hechos, conceptos, teorías y principios. “Lo que se necesita es prestar atención a las actitudes de los profesores y de los estudiantes frente a los hechos. Los hechos son un problema si los estudiantes solo buscan información acerca de ellos como fin en sí mismo. Sin embargo, no serían nocivos si los profesores crean un ambiente en el cual los estudiantes buscan hechos para encontrar un significado e incluso “por saber”.<sup>3</sup>
2. *Procesos y estrategias*: Esta dimensión se refiere al proceso de adquisición de cono-

1 Rosalind Driver; John Leach; Robin Millar; Phil Scott, *Young people's images of science*, Open University Press, Bristol, PA, 1996

2 Paul F. Brandwein, *Teaching high school biology: a guide to working with potential biologists*, American Institute of Biological Sciences, Washington D.C., 1962

3 *Ibid.*, p. 5

cimiento o de un resultado deseado sin ceñirse a un procedimiento preestablecido. Aunque en la indagación algunas de las actividades son del tipo “procedimiento esquemático”, otras actividades requieren de toma de decisiones y el razonamiento guiado respondiendo al objetivo del trabajo de indagación. El diseño de una investigación o la selección de un diseño superan el “paso a paso” del procedimiento esquemático. En lugar de un esquema de procedimiento preestablecido, la indagación debe centrarse en los aspectos tácticos y estratégicos del razonamiento científico que guía el proceso de recogida de pruebas (por ejemplo, decidir qué medir, cómo medirlo). Puede ser que el concepto “proceso” transmita mejor la idea de construir conocimientos y desarrollar habilidades necesarias para el razonamiento científico relacionado con la aplicación y perfeccionamiento de modelos basados en la evidencia.

3. *Marcos epistémicos*: Siguiendo a Kuhn<sup>4</sup>, Driver<sup>5</sup> y Duschl<sup>6</sup> esta dimensión se basa en lo que se ha descrito como la naturaleza y el desarrollo del conocimiento científico (NDCC). Se propone cuatro aspectos de la NDCC que pueden estar más directamente vinculados a esta dimensión. El conocimiento científico:
  - es una construcción social y cultural -es algo que la gente hace y cree. Se trata de la invención de teorías, explicaciones, modelos, etc. y se sustenta en la argumentación.<sup>7</sup>
  - es empírico -sobre la base y/o derivados de las observaciones del mundo natural.<sup>8</sup>
  - es provisional e incierto -está sujeto a cambios.<sup>9</sup>
  - corresponde a resultados de diversas formas de práctica científica. No hay *un* método científico que se aplique a todas las investigaciones científicas.<sup>10</sup>
  - varía en su poder explicativo y predictivo (por ejemplo, teorías, leyes, hipótesis).<sup>11</sup>
4. *Los procesos sociales*: Este dominio implica dos aspectos: (a) el conocimiento científico se construye en grupos de colaboración y se basa en investigaciones previas realizadas por otros científicos y (b) utiliza formas convencionales para ser comunicado, representado, argumentado y debatido por los científicos de una comunidad establecida. La ciencia tiene una forma especial de hablar y escribir.<sup>12</sup>

4 Deanna Kuhn, “Children and adults as intuitive scientists.”, *Psychological Review*, vol. 96, 4, 1989

5 Rosalind Driver y otros, *Young people's images of science*, cit.

6 Richard Duschl, *Improving science education: the contribution of research*, Open University Press, Philadelphia, 2000

7 Richard Duschl; Heidi A. Schweingruber; Andrew W. Shouse (EDS.), *Taking Science to School: Learning and Teaching Science in Grades K-8*, National Academies Press, Washington, D.C., 2007; Ronald N. Giere, *Explaining science: a cognitive approach*, The Univ. of Chicago Press, Chicago, Ill., 1997; Rola Khishfe; Fouad Abd-El-Khalick, “Influence of explicit and reflective versus implicit inquiry-oriented instruction on sixth graders' views of nature of science”, *Journal of Research in Science Teaching*, vol. 39, 7, 2002

8 Rola Khishfe; Fouad Abd-El-Khalick, “Influence of explicit and reflective versus implicit inquiry-oriented instruction on sixth graders' views of nature of science”, cit.

9 J. J. Schwab; P. F. Brandwein, *The Teaching of science: The teaching of science as enquiry*, Harvard University Press, 1962

10 Richard Duschl y otros (EDS.), *Taking Science to School*, cit.; Richard Lehrer; Leona Schauble, “Scientific thinking and scientific literacy: Supporting development in learning contexts”, en K Ann Renninger, William Damon (eds.) *Child psychology in practice*, vol. 4, Wiley, Hoboken, NJ, 2006 (Handbook of child psychology)

11 Richard Duschl y otros (EDS.), *Taking Science to School*, cit.

12 Rosalind Driver y otros, *Young people's images of science*, cit.; Richard Duschl, “The Assessment of Argumentation and Explanation”, en Dana L Zeidler (ed.) *The Role of Moral Reasoning on Socioscientific Issues and Discourse in Science Education*, Springer Netherlands, Dordrecht, 2003; Ronald N. Giere, *Explaining science*, cit.; Bruno Latour; Steve Woolgar, *Laboratory life: the construction of scientific facts*, Princeton University Press, Princeton, N.J, 1986

La indagación puede entenderse como una actividad multifacética que involucra hacer observaciones, formular preguntas, examinar libros y otras fuentes de información para saber qué es lo que ya se sabe, planear investigaciones, revisar lo que se sabe en función de la evidencia experimental, utilizar herramientas para reunir, analizar e interpretar datos, proponer respuestas, explicaciones y predicciones y comunicar los resultados. La indagación requiere la identificación de suposiciones, el empleo del razonamiento crítico y lógico y la consideración de explicaciones alternativas.<sup>13</sup>

Desde una perspectiva sociocultural la indagación científica corresponde a aquellas “maneras de generar explicaciones, cargadas de teoría, validadas por una comunidad, apoyadas por evidencia y argumentos convincentes y mantenidas por la comunidad como conocimiento tentativo y abierto a futuros desarrollos”.<sup>14</sup>

Según Windschitl,<sup>15</sup> la indagación científica se entiende como un proceso en el cual “se plantean preguntas acerca del mundo natural, se generan hipótesis, se diseña una investigación, y se colectan y analizan datos con el objeto de encontrar una solución al problema”.

El concepto “indagación científica”, en todo caso, puede ser entendido como objetivos de aprendizaje, una metodología de enseñanza o un enfoque pedagógico, es decir, un conjunto de conocimientos y creencias que guían la enseñanza de las ciencias.<sup>16</sup>

## La indagación científica en el aula

La transferencia de la indagación en un modelo de enseñanza-aprendizaje es la formulación teórica de una capacidad humana presente desde los primeros días de vida, en la medida que potencia la curiosidad e incentiva el *preguntarse* por sobre aprender respuestas y memorizarlas. Se trata de transformar en modelo de aprendizaje la etapa infantil de los “por qué” y orientar la curiosidad de alumnas y alumnos hacia elementos, situaciones o problemas propios del currículo y de su vida cotidiana, cuya respuesta más adecuada y los procedimientos para alcanzarla implican una aproximación a formas de trabajo de las ciencias.

Característica fundamental de la indagación científica en el aula es la transformación en insumo didáctico de las preguntas y cuestionamientos generados desde las experiencias de los estudiantes, tanto en el ámbito formal escolar como en su vida cotidiana. Dado el origen de estas preguntas y cuestionamientos, resulta más adecuado que su tratamiento pedagógico y didáctico permanezca centrado en los estudiantes y se valore decididamente su participación en el trabajo en búsqueda de respuestas y soluciones. “Los estudiantes necesitan para construir su propio conocimiento personal de las preguntas que plantean, la planificación de las investigaciones, la realización de sus propios experimentos, y analizar y comunicar sus hallazgos”.<sup>17</sup>

Para que niños, niñas y jóvenes comprendan la ciencia se requiere que “logren integrar una compleja estructura de distintos tipos de conocimiento, incluyendo las ideas de la ciencia, las relaciones entre las ideas, los motivos de estas relaciones, las formas de utilizar las ideas para

13 National Research Council, *National Science Education Standards*, National Academies Press, Washington, D.C., 1996, p. 23

14 Lawrence Blaine Flick; Norman G. Lederman (Eds.), *Scientific inquiry and nature of science: implications for teaching, learning, and teacher education*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht ; Boston, 2004

15 Mark Windschitl, “Inquiry projects in science teacher education: What can investigative experiences reveal about teacher thinking and eventual classroom practice?”, *Science Education*, vol. 87, 1, 2003, p. 113

16 Sandra K. Abell; Deborah C. Smith; Mark J. Volkmann, “Inquiry In Science Teacher Education”, en Lawrence B. Flick, Norman G. Lederman (eds.) *Scientific Inquiry and Nature of Science*, vol. 25, Springer Netherlands, Dordrecht, 2004

17 Denise Jarret, *Inquiry strategies for science and mathematics learning: it's just good teaching*, Northwest Regional Educational Laboratory; U.S. Dept. of Education, Office of Educational Research and Improvement, Educational Resources Information Center, Washington, DC, 1997, p. 2

**“Al considerar las ideas propias que tiene el estudiante del mundo que los rodea, su imaginación, las actividades y hechos significativos, las actitudes positivas, la interacción de procedimientos y conceptos desde los primeros años de enseñanza primaria, estaremos haciendo ciencias desde su propia idea hacia la elaboración de una nueva idea que a la vez la haga suya en el proceso de la comprensión; las ideas se transforman con experiencias nuevas...”.**

**(Docente cohorte 2015-2016)**

explicar y predecir otros fenómenos naturales, y la manera de aplicarlos a muchos eventos”.<sup>18</sup>

En este sentido, uno de los objetivos de la educación científica en la escuela y el liceo debería ser el desarrollo de conocimientos conceptuales por sobre las definiciones aisladas, priorizando la comprensión de sistemas de conceptos vinculados y las estructuras de conocimiento interconectadas.<sup>19</sup> El enfoque indagatorio concede especial relevancia a una consideración contextual e integradora en el tratamiento en el aula de situaciones o fenómenos. Esta orientación integradora busca destacar la indisoluble participación de diferentes elementos en la generación y consecuencias de fenómenos que, tradicionalmente, se estudian separados. Esta parcelación de fenómenos físicos, químicos, biológicos y matemáticos en estancos de saber desdibuja el mundo natural, dificultando su comprensión.

El modelo pedagógico de la indagación acoge enfoques teóricos socio constructivistas del aprendizaje y los conjuga en lineamientos metódicos para la enseñanza y el aprendizaje de contenidos específicos. La orientación de este modelo de enseñanza otorga esencial importancia a la participación activa de niñas, niños y jóvenes en la construcción de sus conocimientos y al desarrollo de habilidades propias de este proceso, enfatizando el trabajo colaborativo, la discusión y el intercambio de ideas entre los estudiantes, así como el registro de las actividades en cada fase del proceso indagatorio. Niñas, niños y jóvenes ocupan un espacio protagónico en la construcción de sus aprendizajes y desarrollan las habilidades y destrezas, tanto para alcanzar los aprendizajes previstos en el currículo como para enfrentar situaciones del cotidiano mundo real.

En las clases indagatorias no se busca la repetición de respuestas prediseñadas y memorizadas. Por el contrario, tales enunciados -con frecuencia planteados como definitivos e inmutables- servirán de insumo para una actividad indagatoria que valide su vigencia, la desvirtúe o indique la necesidad de su actualización o reinterpretación. Mediante esta modalidad los estudiantes acceden a los contenidos conceptuales y los transforman en saberes activos, aplicables en función del currículo y como herramienta para enfrentar cuestiones de la vida cotidiana.

De igual modo, los preconceptos, mitos y creencias que los estudiantes recogen en su entorno familiar y vecinal pueden ser utilizados por los docentes como instancias de aprendizaje o puntos de partida para iniciar nuevos aprendizajes. En las clases de ciencias basadas en la indagación, las consignas y los enunciados son objeto de análisis y de debate, sin cabida para ningún “es así, porque sí”.

El tratamiento tradicional de los contenidos en las clases de ciencia prioriza la enseñanza en torno a “hechos” de la ciencia como conocimiento acabado y perfecto. Esta modalidad pedagógica restringe la aproximación de los estudiantes a las diversas formas de hacer ciencia e incluso les aleja de lo que realmente ocurre.<sup>20</sup> Es relevante considerar que la enseñanza de las ciencias, además de tratar los contenidos curriculares, presenta una singular posibilidad de fomentar habilidades de pensamiento científico que favorezcan la expresión de un espíritu crítico que cuestione planteamientos formulados sin respaldo de argumentación o evidencia. Estas habilidades trascenderán a la escuela y al liceo y serán de utilidad en el ejercicio de un ser ciudadano más sólido, coherente y responsable. Así, las clases de ciencias pueden ser una instancia para formar ciudadanos con capacidad de analizar y juzgar las alternativas ofrecidas y que dispongan de herramientas para, creativamente, formular otras diferentes.

18 National Research Council, *National Science Education Standards*, cit., p. 23

19 Richard Lehrer; Leona Schauble, “Scientific thinking and scientific literacy: Supporting development in learning contexts”, cit.

20 Diego Golombek, *Aprender y enseñar ciencias*, Fundación Santillana, Buenos Aires, 2008

## El modelo indagatorio

Los fundamentos didácticos de la indagación se orientan a que niñas y niños ocupen un espacio protagónico en la construcción de sus aprendizajes y que desarrollen las habilidades y destrezas adecuadas, tanto para alcanzar los aprendizajes previstos en curriculum como para enfrentar situaciones del cotidiano mundo real. La introducción de ciertos usos metódicos del quehacer científico en las clases de ciencias de la escuela básica, sustento esencial del modelo indagatorio, posibilita el desarrollo de las competencias necesarias para alcanzar aprendizajes consistentes y la comprensión suficiente para proyectarlos e incorporarlos a su haber de saberes activos. Esta aproximación de la clase de ciencias a formas del trabajo científico, por cierto, adecuadas al nivel escolar básico, otorga a la curiosidad infantil un espacio en el aula y en el trabajo escolar. Se trata de incentivar la reflexión y el cuestionamiento, revitalizando en una dimensión pedagógica la etapa de búsqueda del *qué* de las cosas y del *porqué* de los procesos. La legitimación en el aula del *querer saber*, motivación

implícita en las primeras formas de comunicación de niñas y niños, facilita el protagonismo de los escolares en el aprendizaje en la medida que sus intereses e inquietudes adquieren la categoría de aporte social que enriquece el trabajo del grupo.

Las clases de ciencias concebidas con el modelo indagatorio conceden esencial importancia al trabajo colaborativo entre pares escolares y al rol de guía y mediador con que el docente conduce el trabajo del grupo curso. Una clase indagatoria se desarrolla a partir de preguntas motivadoras en torno a las cuales los niños y niñas formulan predicciones, establecen relaciones con sus conocimientos previos y sus observaciones vivenciales y diseñan estrategias que les permitan obtener resultados en torno a los problemas planteados.

**"...en cambio, las clases indagatorias permiten al estudiante construir su propio conocimiento, guiados por el docente, quien ayuda al estudiante a predecir, plantear hipótesis, a ser crítico y reflexivo, a desarrollar habilidades y competencias ciudadanas..."**

**(Docente cohorte 2015-2016)**

Para este proceso el curso se organiza en grupos cuyo estilo de trabajo interactivo puede recurrir al análisis, a la observación, a la inferencia, al debate, a la argumentación respaldada por evidencias, a la experimentación. Cada grupo registra los diseños indagatorios empleados y las conclusiones alcanzadas, incluyendo las dificultades encontradas, las dudas que persistan y los intentos indagatorios que resultaron inconducentes. Los protocolos de cada grupo condensan los aportes individuales y son presentados al curso, instancia en que los registros serán analizados, contrastados y debatidos hasta alcanzar conclusiones que resuman los resultados. Mediante el debate en torno a las diferentes posiciones y visiones consignadas en los protocolos, se aproxima a los escolares a una cultura de intercambio de ideas, de argumentación fundamentada y a la valoración del diálogo como camino para dilucidar entre posiciones contrapuestas.

Esta dimensión metódica del modelo contribuye en forma decididamente efectiva al mejor uso del lenguaje oral y escrito. El grupo curso confiere atención a la claridad y precisión de los argumentos expuestos. Del mismo modo, los escolares deben replantearse la forma de redactar sus registros personales, adecuándolos de manera que éstos sean comprensibles para todos los integrantes del grupo y no sólo para sí mismos. Con este replanteamiento del estilo de registro, niñas y niños se inician en un ejercicio complejo que debe conducir a la formulación completa de sus ideas y la secuencia que condujo a una u otra conclusión. La calidad de los registros se incrementa paulatinamente en la medida que los escolares desarrollan mayor habilidad para ordenar el curso de su pensamiento y jerarquizar y diferenciar los elementos que generaron sus distintas ideas. En la clase de ciencias indagatoria el uso del lenguaje oral y escrito tiene la categoría de instrumento necesario para el aprendizaje.

## El modelo indagatorio y el ejercicio ciudadano

La indagación como sistema pedagógico para las clases de ciencias en la escuela básica no aborda en forma directa o explícita la cuestión de los aprendizajes específicos indispensables para el ejercicio de la ciudadanía y la cohesión social. Aunque su objetivo primordial es la consecución de los objetivos curriculares, la relación con la formación ciudadana se establece mediante las orientaciones que esta concepción didáctica introduce en el trabajo de aula, las que pueden proyectarse como elementos característicos en un orden social democrático. Evidentemente el modelo indagatorio no postula que los escolares decidan mediante votación si un concepto o una conclusión es correcta o falsa, pero sí destaca como principio que *todos* los alumnos de una clase tienen igualdad de derechos para acceder a iguales oportunidades de participar, de aportar, de escuchar y de ser escuchados, independientemente de su condición socioeconómica, familiar, étnica, religiosa o de cualquier otra índole. Adicionalmente, los docentes que utilicen el modelo indagatorio deben presuponer que todos los escolares pueden lograr los aprendizajes y pueden desarrollar las habilidades y destrezas consignadas en el marco curricular y en las orientaciones del modelo.

En las clases indagatorias los docentes desempeñan un rol de guía que mantiene el trabajo de los escolares dentro del marco y el objetivo diseñado para la clase y de mediador que valida “en terreno” los principios metódicos del modelo. Así, colaborará con los estudiantes en la definición de los aspectos principales y los accesorios de un tema y velará por la organización en el trabajo y en el debate.

El principio metódico de “igualdad ante el saber” no pretende desconocer la diversidad en los ritmos y estilos de aprendizaje propios de cada estudiante o las características individuales que podrían representar obstáculos o ventajas para el trabajo escolar. La existencia de estas diferencias se enfrenta estimulando el estilo colaborativo y solidario del trabajo en equipo. Los aprendizajes de cada clase serán, tal como en el trabajo científico o en cualquier emprendimiento humano, un producto que incorpora los aportes de todos los integrantes de un grupo de trabajo, en este caso, los escolares que participaron en la indagación planteada al curso.

El aludido trabajo escolar en equipo, modalidad esencial en una clase indagatoria, se enfrenta valorando y evaluando el respeto entre pares, la argumentación fundamentada y la reflexión previa a cada intervención. La interacción entre pares implica un doble ejercicio de responsabilidad: la responsabilidad personal de cada escolar de contribuir al mejor desempeño de su grupo y otro, en una dimensión social, en la que el grupo asume la tarea de incentivar la participación y el aporte individual de todos sus integrantes. La introducción y permanente valoración en el aula de la responsabilidad, tanto individual como colectiva, es fundamental para sustentar una concepción de la disciplina diferente al uso en la clase tradicional. La pedagogía indagatoria prioriza la organización y la participación por sobre el silencio y la inmovilidad de los escolares. El orden que se busca en la clase indagatoria se centra en torno a un manejo cuidadoso de los materiales e instrumentos, a escuchar sin interrumpir al par que expone una idea o a reconocer el momento oportuno para cuestionar un planteamiento o refutar una aseveración. La rápida adaptación de los escolares a esta diferente visión de la disciplina y del orden en el aula es fácilmente comprobable incluso en cursos con un breve período de trabajo con el modelo indagatorio. Más aún, con frecuencia, son los propios escolares quienes se encargan de “llamar al orden” a los pares que entorpecen el trabajo o dificultan la atención.

La proyección hacia el quehacer ciudadano de esta visión pedagógica no debe suponerse sólo como una preparación para la *futura* incorporación de los escolares al ejercicio de los deberes y derechos ciudadanos de las personas. Por el contrario, esta concepción de formación y de enseñanza reconoce que por el único acto de incorporarse a la escuela, niñas y niños hacen uso de sus derechos y deberes ciudadanos, independientemente de las restricciones jurídicas que regulen el ejercicio de ciertos actos propios de la ciudadanía. Al integrarse a la escuela, niñas y niños -ahora escolares- empiezan a compartir su entorno próximo y privado con un “espacio público” integrante de un sistema educativo al cual la sociedad confiere la categoría de fundamento para la realización de sus proyectos y programas de progreso. Al incorporarse a la escuela, ya en el primer año, niñas y niños perciben que cierran un “contrato social” y manejan la noción de que mediante tal contrato queda establecido que deben lograr aprendizajes que les permitan ejercer su derecho a participar en la sociedad. Perciben también que la escuela, por su parte, ha recibido la misión de proporcionarles las oportunidades para acceder a los aprendizajes que les facultarán para ocupar un lugar en el quehacer social, en el espacio ciudadano y en los emprendimientos en pos del progreso. Las respuestas a la tradicional, y al parecer obligada, pregunta de los adultos a los niños “¿Qué quieres ser cuando grande?”, denotan, por lo general, cierta precoz comprensión de los términos del mencionado contrato: quiero ser esto o aquello; quiero trabajar en este o en aquel otro ámbito. Cuando a veces, ante la misma pregunta, recibimos por respuesta un “No sé”, es quizás lícito preguntarse si se trata de una indefinición individual o la temprana percepción de que ni sociedad ni la educación le ofrecen explícitamente espacios para recibir sus aportes, su trabajo, su entusiasmo.

Los enunciados precedentes buscan destacar la factibilidad y las ventajas de que la escuela adopte una orientación más activa en torno a la cuestión de la formación y el ejercicio ciudadano de los escolares, trascendiendo el tratamiento teórico de contenidos relacionados con la “educación cívica”. Se trata de promover la evolución desde el “ser parte” a la categoría de participante, cuyos aportes son considerados y, si corresponde, valorados. La introducción de adecuaciones en el trabajo de aula que concuerden con esta visión, no requiere de reformas del marco curricular. Basta con incorporar en el trabajo de aula las ideas y los conceptos referidos a la formación ciudadana ya contenidos en el marco curricular vigente, tal como se implementa en el modelo indagatorio.

### Formación ciudadana básica en la escuela

El ejercicio de la ciudadanía en su expresión democrática se fundamenta en la libertad de cada individuo y en la consecuente responsabilidad que cada cual debe asumir de sí mismo y de sus actos. En las clases indagatorias, los escolares, desde el primer año, descubren que son libres de participar en la discusión y el intercambio al mismo tiempo que aceptan que deben responsabilizarse de sus juicios y acciones.

La influencia del entorno próximo y del contexto social, esquematizada en los párrafos anteriores, torna más complejo el desafío que la escuela debe asumir en la formación de una conciencia ciudadana en niños y niñas. Cualquier discurso que en el aula intente destacar las ventajas de la participación social o los beneficios de la cohesión social se enfrentará a la biografía de los escolares, plena en vivencias que establecen límites a sus expectativas y aspiraciones. Las escuelas públicas de sectores más postergados reciben a escolares que además de ser realmente pobres, pueden ser guiados al convencimiento intrínseco de que la pobreza es un estado imposible de revertir. Es probable que allí resida el trasfondo de la aseveración formulada a menudo por docentes de escuelas municipalizadas:” Los

niños no quieren aprender”. Tal diagnóstico puede entenderse como expresión de cierta sensación de que los aprendizajes escolares no conducirán a un futuro cambio significativo de la precaria condición actual de los escolares.

La visión didáctica de la indagación en la escuela básica promueve la internalización de la responsabilidad y su proyección social, más allá del deber de responder por juicios o actos individuales. El estilo de trabajo en grupo requiere que cada integrante comprenda que su participación entusiasta y su aporte creativo es fundamental para el logro de mejores resultados del quehacer colectivo. Esta arista formadora de las clases indagatoria puede contribuir a mitigar el excesivo individualismo competitivo en la educación tradicional y su proyección al ámbito social y laboral.



Escolares participan en Muestra Comunal de Aprendizajes de Huechuraba



Docentes en Muestra Comunal de Aprendizajes de Huechuraba

## Un ejemplo de indagación en la escuela

### ¿Adónde se va el sol cuando es de noche? ¿Por qué cantan los pájaros?

*“Aprender ciencia corresponde a una actitud básica de los seres humanos, que es conocer y entender el mundo que los rodea. Desde que el hombre es hombre, desde hace millones de años, la mente humana ha cuestionado el mundo y ha tratado de entenderlo. Los niños son así también. Ellos hacen preguntas, al igual que sus antepasados. Ellos quieren saber acerca del mundo que los rodea, están sedientos de ello. Solo que, si no respondemos a esa curiosidad, ellos la pierden. Así que no es la sociedad la que debe decidir cuándo enseñar ciencia a los niños: la curiosidad está naturalmente en ellos”.*

Pierre Léna<sup>4</sup>

Los treinta y ocho alumnos del 6° Básico B de una escuela en Santiago poniente tienen clases de ciencias basadas en la indagación. Desde que la profesora terminó el curso de capacitación y adoptó el modelo indagatorio en sus clases, algo empezó a cambiar en el aula, en la escuela y en esos 38 niñas y niños. Empezó a aparecer algo parecido al entusiasmo o al “querer aprender”. Sí, porque así se puede interpretar que las clases de ciencias comenzaran a tener, excepcionalmente, asistencia plena. 38 de 38.

Pero, mientras algo empezaba a pasar en la escuela, en el entorno cotidiano de esos niños y niñas, en el mundo real que alguien alguna vez llamó la “Gran Escuela”, todo sigue igual, básicamente igual. De esos treinta y ocho, ninguno tiene Internet en su casa. Sólo unos pocos tienen acceso a un computador, pero todos tienen un televisor, ese pródigo proveedor de capital cultural. Es cierto que no hay muchos libros, pero eso no es importante, porque el valor de los libros no se mide en cantidad, sino por su calidad. Otros pocos tienen un rincón propio para dejar sus cuadernos y dos o tres, quizás cuatro, disponen de una mesa donde escribir y una lámpara para leer. En la casa de más de alguno no hay desayuno todos los días.

La sala de clases del 6° Básico B es estrecha. Algunas sillas ya no son firmes y no todas las mesas son estables. Uno de los cuatro tubos fluorescentes parpadea y por instantes se apaga totalmente. Cuando la iluminación del aula funciona a plenitud, cualquier visitante puede comprobar dos cosas: una, que esa sala y todas las de la escuela se construyeron con material ligero pensando, seguramente, en un mientras tanto que hace décadas pasó y, la otra, que esa sala de clases, al igual que los corredores y el patio, están limpios y bien barridos porque, como bien sabemos, la limpieza es la dignidad del pobre. O del vulnerable, como se

4 Entrevista en revista *Síntesis* (Revista Latinoamericana de Estudiantes e Investigadores en Educación) 2005, Argentina.

Pierre Léna es astrofísico, profesor en la Universidad Denis-Diderot (Paris VII). Ha presidido la Société Française de Physique y el Institut National de Recherche Pédagogique. Desde 1991 es miembro de la Academia de Ciencias y de la Academia Europea. Ha escrito numerosos libros y se ha comprometido en las reformas educativas en el área de las ciencias de Francia y otros países.

usa decir para dejar a lo menos un resquicio al optimismo.

Normalmente, a los niños y niñas del curso no les inquieta el parpadeo del tubo fluorescente. Normalmente no, salvo en clases de ciencias, cuando lupa en mano necesitan buena luz para observar, indagar, comparar buscando evidencias. También necesitan mesas más firmes para que resulte más preciso el trabajo de determinar densidades, expresar datos en gráficos, dibujar líneas de tiempo o registrar en sus bitácoras el propósito, las alternativas y los resultados de la indagación de los cuales les surgirán nuevas preguntas, nuevas ideas.

Cuando sonó la campana ya estaba casi todo preparado en el aula. Sí, ya lo estaba, porque cuando hay clases de ciencias, parte del recreo se utiliza para tomar sillas y mesas y reubicarlas para el trabajo en equipo. El tradicional orden “vista al pizarrón” da paso a centros de trabajo: siete para 4 estudiantes y dos para 5. Total: 38 puestos y 38 alumnos. Al empezar la clase, en la sala no hay silencio ni quietud, hay barullo. Pero la profesora no se inquieta. Supervisa el nuevo orden de las mesas, abre cajas, da instrucciones y entrega materiales e implementos que las alumnas y alumnos de turno deben distribuir en los grupos de trabajo.

Desde que la profesora del Sexto Básico empezó con las clases indagatorias, sus treinta y ocho alumnos comenzaron también a preocuparse de otras cosas. Algunos de ellos consiguieron que sus vecinos prestaran herramientas para transformar una esquina del patio en huerto escolar. Otro, propuso a su madre, trabajadora de una feria, que presentara en el aula una selección de vegetales a propósito del tema composición de los alimentos y la convenció: niños y niñas olieron, pesaron, dibujaron, probaron y compararon lechugas, zanahorias, papas, tomates y, por cierto, peras y manzanas. Otros cuatro escolares fueron designados voceros para organizar y buscar apoyo para una “salida a terreno”, es decir, una visita guiada a una pequeña fábrica de conservas, no muy lejos de la escuela y al almacén del barrio, donde, cuaderno en mano, registraron los ingredientes impresos en las etiquetas de paquetes de galletas, jugos y cereales.

Cuando sonó otra vez la campana, los treinta y ocho escolares del Sexto Básico B comenzaron a recoger y ordenar los materiales usados en la clase. Lo hicieron más rápido que de costumbre porque en el recreo se constituirían en asamblea para coordinar las tareas previas al evento de fin de semestre: La Clase Magistral<sup>5</sup>. Durante la clase, la profesora coordinó los preparativos que culminaron con un listado de necesidades y un catastro de disponibilidades. La

5 En la Clase Magistral, evento público al fin de cada período lectivo, los escolares comparten sus aprendizajes, habilidades y destrezas con sus pares y docentes de la escuela y ante padres, apoderados, vecinos e invitados especiales. En esta exposición pública, a la usanza de investigadores que exponen su trabajo ante la comunidad científica, refuerzan la percepción de que sus nuevos saberes adquieren un valor adicional al compartirlos con el cuerpo social. La evaluación no se expresará en la tradicional calificación sino en el reconocimiento de la comunidad en una dimensión eminentemente ciudadana.

maestra también anunció que el alcalde y algunos concejales habían confirmado su asistencia. Las invitaciones a los padres, apoderados y vecinos ya habían sido enviadas con la firma del director de la escuela. Pero, lo sabían los 38, quedaban sólo quince días para:

- Hacer afiches (conseguir más papel kraft y más plumones);
- Rehacer los letreros del huerto escolar y ensayar el recorrido guiado a los visitantes;
- Conseguir, nuevamente, una muestra de hortalizas, verduras y frutas (buscar canastos para exponerlos y si no hay, cajas de cartón);
- Confirmar que la Municipalidad va a prestar una cocinilla y una olla para cocer algunos vegetales (asegurar que estén los termómetros, los reactivos químicos, frasquito con yodo, por ejemplo, y la pizarra para anotar los resultados y dibujar en vivo los gráficos correspondientes);
- Revisar, otra vez, los papelógrafos con los trabajos de las clases.

La lista era más larga, pero ya estaba lista por lo que los treinta y ocho, en modalidad de reunión de trabajo, se dedicaron a asignar tareas y deberes: primero, se discutieron los criterios para designar los roles; después se propusieron nombres y se revisó por tercera vez la lista del curso para asegurar que todos tenían una misión que cumplir y una responsabilidad que asumir. La asamblea terminó justo cuando, otra vez, sonó la campana.

En la puerta de la escuela, la profesora del Sexto Básico B y el director de la escuela despedían a los últimos asistentes a la Clase Magistral. Algunos les abrazaban, otros ofrecían ayuda “para lo que sea”, todos les felicitaban. En el patio, niños y niñas terminaban de ordenar sillas y descolgaban papelógrafos. Ya no estaban los treinta y ocho: algunos se fueron con sus madres y padres que orgullosos sonreían. Algunos caminaban con el brazo en los hombros de su escolar, por primera vez en quién sabe cuánto tiempo. Es que, también por primera vez, su pupilo hablaba en público, se atrevía a preguntar y responder preguntas a padres de otros niños y era capaz de argumentar sus respuestas. Los que aún no partían, hacían bromas comentando los aciertos y los errores de la jornada, sobre todo cuando escolares de los primeros años, envalentonados al observar a sus pares expositores, empezaron a preguntar cosas, muchas de ellas fuera de libretto: ¿Cómo sabe una semilla de tomate que tiene que salir una planta de tomate? “Esa era una pregunta fácil, lo difícil fue explicarle a un niño tan chico la cuestión del ADN”, comentó uno de los 38. Otro dijo: “A mí me tocó esa del Sol y la noche. Fue fácil, porque le dije que él era la Tierra, yo el Sol y que empezara a darse vueltas alrededor mío. Creo que lo entendió bien”. Entre las risas y los comentarios, uno de los treinta y ocho permanecía en silencio y cabizbajo. Era

aquel al cual una niña de primero básico le preguntó con voz fuerte y clara:

¿Por qué cantan los pájaros? Lo que el escolar apesadumbrado por no haber podido contestar no sabía, es que esa misma pregunta fue tema de una tesis doctoral en una universidad alemana hace casi 40 años, y que si se le pide a Google que la responda, va a encontrar 409.000 posibles respuestas, de entre las cuales surge una nueva pregunta: Los pájaros cuando cantan, ¿cantan o lloran?

**Nota:** El relato, con algunas licencias de redacción, ilustra la experiencia de un sexto básico B real de una escuela real del sector poniente de Santiago real. Todos tan reales, como la vida simplemente.



# *cap. 3*

## El modelo indagatorio en acción

- Los componentes del modelo
- El caso del programa ICEC



# El modelo indagatorio en acción

La aplicación del modelo indagatorio exige definir aquellos elementos fundamentales que sirvan para la estructuración de programas concretos en distintos ámbitos y niveles. Estos componentes del modelo son una concepción específica del trabajo en el aula, un enfoque que demanda la extensión sistemática de la actividad educativa al conjunto de la comunidad escolar, un programa integral de formación docente y, de manera destacada, el desarrollo de comunidades de aprendizaje. Sobre esa base, se puede proyectar un diseño particular, por ejemplo, en el ámbito de la formación docente, que considere aspectos como la integración e interconexión de los planes de estudio, el trabajo multidisciplinario, la definición de la progresión hipotética de aprendizaje docente, la elaboración de guiones de clase y un sistema de evaluación que guarde coherencia con el modelo indagatorio.

En la segunda parte de este capítulo, se presenta una aplicación posible del modelo indagatorio, el programa ICEC, de la Universidad Alberto Hurtado y del Ministerio de Educación referido, justamente, a la formación docente, que muestra una aplicación posible del modelo indagatorio.

## Los componentes del modelo

La introducción y práctica exitosa de la indagación científica escolar requiere abordar una serie de adecuaciones que inciden en diferentes estamentos y ámbitos del ser y quehacer de la comunidad escolar. Ciertamente, el centro de tales innovaciones está orientado inconfundiblemente hacia la consecución de aprendizajes que, superando la acumulación de informaciones y datos, se consoliden en saberes consistentes que escolares y liceanos identifiquen como base para la búsqueda de nuevos aprendizajes, la construcción de nuevos saberes y para enfrentar situaciones de la vida cotidiana.

Entre las adecuaciones mencionadas destaca como cambio esencial el trabajo en el aula, considerando desde el rol del docente y de los escolares y liceanos hasta las formas de relación docente-alumnos y entre pares alumnos. La necesaria adopción de estos nuevos roles está inserta en un diseño en el que los docentes plantean un desafío científico y organizan, en acuerdo con el plan de la clase, los “descubrimientos”, preguntas y cuestionamientos planteados por niños y niñas. Este rol mediador del docente exige una permanente actualización y dominio de los contenidos a tratar para alcanzar competencias que les posibiliten incorporar los aportes de los estudiantes, incluyendo errores, a la línea programada para el desarrollo de la clase. Este diferente rol del docente puede expresarse en que el profesor ya no será quien pregunta o “informa” sino quien motiva el planteamiento de preguntas, la formulación de hipótesis y organiza la búsqueda de respuestas.

Por su parte, los estudiantes avanzarán paulatinamente en la innovación de sus expectativas y responsabilidad en relación con la escuela hasta entenderla como un espacio en el que pueden participar y aportar y que les permite y exige poner en juego sus elaboraciones intelectuales formales e informales, sus vivencias y, sobre todo, sus dudas, sus inquie-

tudes, sus preguntas. El modelo pedagógico indagatorio busca que la visión de escolares y liceanos en torno a la escuela y a las clases evolucione desde aquel lugar en que se les enseña o se les “cuenta” cosas hacia un espacio en el que aprenden a adquirir y utilizar herramientas útiles y propias para su participación colaborativa en el quehacer escolar, en la vida cotidiana y en el ejercicio ciudadano.

### La clase indagatoria

Las clases de ciencias concebidas con el modelo indagatorio conceden esencial importancia al trabajo colaborativo entre pares y al rol de guía y mediador con que el docente conduce el trabajo del grupo curso. Una clase indagatoria se desarrolla a partir de preguntas motivadoras en torno a las cuales niños, niñas y jóvenes, formulan predicciones, establecen relaciones entre sus conocimientos previos y sus observaciones vivenciales y

**“...para que los estudiantes logren aprendizajes significativos es necesario que tengan un papel activo en el proceso de generación de su propio conocimiento, y para que esto se logre deben tener la oportunidad de experimentar e indagar en forma constante, donde puedan desarrollar habilidades científicas y las puedan aplicar a múltiples situaciones, formándose como ciudadanos informados, preparados para tomar decisiones criteriosas, cuestionándose, juzgando en forma adecuada las diferentes alternativas que se les presentan y donde puedan pensar y razonar por sí mismos.”**

(Docente cohorte 2016-2017)

diseñan estrategias que les permitan obtener resultados en torno a los problemas planteados. Para este proceso el curso se organiza en grupos, cuyo estilo de trabajo interactivo debe recurrir al análisis, a la observación, a la inferencia, al debate organizado, a la argumentación respaldada por evidencias, a la experimentación. La reorganización del espacio de la sala se orienta a lograr un clima de aula que favorezca la creatividad, innovación que conduce ineludiblemente a una reformulación del concepto tradicional de disciplina en el aula: en lugar del silencio y la quietud, se valorará la organización, la oportunidad y el respeto ante las intervenciones de los estudiantes y una disposición crítica, especialmente frente a formas incipientes de *bullying* o matonaje escolar. Los aportes de los estudiantes, por extemporáneos o descontextualizados que parezcan, jamás justificarán la descalificación o la burla. En la clase indagatoria el docente y los estudiantes estarán dispuestos a considerar toda intervención como probable insumo para el aprendizaje. Mediante la reflexión y el debate, el grupo curso, incluido el docente, podrán conocer y analizar las evidencias en que se fundamentan los aportes individuales y grupales y debatir en torno a su validez y vigencia. Tal clima de aula confiere a la clase el carácter de ejercicio formador de ciudadanía en el que se ofrece espacio para la participación creativa, cuestionadora y deseablemente “discutidora”. En este espacio, escolares y liceanos reconocerán el valor del respeto en la relación entre pares y de la responsabilidad personal en un proyecto colectivo.

Cada grupo lleva un registro de los diseños indagatorios empleados y las conclusiones alcanzadas, incluyendo tanto las dificultades encontradas, como las dudas que persistan y los intentos indagatorios que resultaron inconducentes. Posteriormente, en los protocolos de cada grupo se condensan los aportes individuales para ser presentados al curso, instancia en que los registros serán analizados, contrastados y debatidos en “plenario” hasta alcanzar conclusiones que resuman los resultados. Mediante el debate en torno a las diferentes posiciones y visiones consignadas en los protocolos, se aproxima a los estudiantes a una cultura de intercambio de ideas, de valoración del diálogo y de la argumentación fundamentada como camino para dilucidar posiciones contrapuestas. Esta dimensión metódica del modelo contribuye en forma decididamente efectiva al mejor uso del lenguaje oral y escrito. El grupo curso confiere atención a la claridad y precisión de los argumentos expuestos. Los estudiantes deben reflexionar sobre la forma de exponer y redactar sus registros personales, adecuándolos de manera que éstos

**“Si bien la ciencia es una forma de entender el mundo, el cuaderno, debiese ser no solo un registro o bitácora de datos, sino un espacio para el seguimiento de las ideas de cada niño o niña, donde se logre interpretar lo que cada uno piensa, más allá de faltas ortográficas. Un espacio en el que se explicita el progreso de cómo va entendiendo sus hallazgos y generando respuestas en un lenguaje vivo, que cada día se regeneran con nuevos significados, de acuerdo a la apropiación que él o la estudiante va logrando”.**

*(Docente cohorte 2016-2017)*

sean comprensibles para todos los integrantes del grupo y no sólo para sí mismos. Con este replanteamiento del estilo de registro, niñas, niños y jóvenes se abocan a un ejercicio intelectual progresivamente complejo que debe conducir a la exposición cuidadosa y rigurosa de sus ideas y a la descripción analítica de la secuencia que condujo a una u otra conclusión.

El modelo pedagógico indagatorio introduce modificaciones significativas en la preparación de la “clase de ciencias”. El diseño de las clases deja de ser un trabajo unipersonal y se reemplaza por elaboraciones y estrategias formuladas por un equipo conformado por docentes al que, según necesidad, se incorporen científicos, expertos, docentes directivos o apoderados o personas del entorno de la escuela. Esta forma de trabajo colaborativo posibilita que, además de acceder a diferentes visiones en torno al tema de la clase, el docente actualice y diversifique su preparación sobre los contenidos y adquiera mejor conocimiento de la realidad social, cultural, étnica y económico-productiva en que están inmersos sus estudiantes.

Conocer los códigos, los usos, los logros y expectativas de la comunidad a la cual pertenecen sus estudiantes es un punto de partida que facilitará la relación docente-alumno y el desarrollo del proyecto pedagógico.

Es relevante considerar que la enseñanza de las ciencias, además de tratar los contenidos curriculares, presenta una singular posibilidad de fomentar habilidades de pensamiento científico que favorezcan la expresión de un espíritu crítico que cuestione planteamientos presentados como verdad, especialmente aquellos que carezcan de respaldo de argumentación o evidencia. Estas habilidades trascenderán a la escuela y al liceo y serán de utilidad en el ejercicio de un ser ciudadano más sólido, coherente y responsable. Desde esta perspectiva, las clases de ciencias son una instancia útil para la formación de ciudadanos con capacidad de analizar y juzgar las alternativas ofrecidas y que dispongan de herramientas para, creativamente, formular otras diferentes.

### Escuela y comunidad

La aplicación del modelo indagatorio involucra a toda la comunidad escolar. El docente necesita la cooperación de padres, apoderados y figuras significativas de los escolares para que valoren, faciliten y apoyen las nuevas formas de trabajo y se involucren en una nueva dimensión de las “tareas para la casa”. En lugar de repeticiones o copias de libros o de Internet, ahora las tareas consistirán en enfrentar desafíos y en la ampliación y profundización de los aprendizajes del aula. Por su parte, la comunidad se siente motivada y, según la experiencia en anteriores implementaciones del modelo, busca espacios de participación y colaboración con el docente y la escuela. Este involucramiento de la comunidad escolar, que no requiere formas complejas de organización, brinda a los docentes la posibilidad de detectar entre los participantes a quienes pueden desempeñar roles como “asistentes pedagógicos”.

Puede también identificar a expertos y artesanos de diferentes áreas dispuestos a exponer su arte ante los estudiantes e invitar a colaboradores que asuman tareas de mantención y cuidado de, por ejemplo, plantaciones en el patio de la escuela o, también a modo de ejemplo, la elaboración y mantención de material didáctico.

El contacto directo y frecuente con integrantes de la comunidad escolar facilitará que los docentes se familiaricen con la cultura y los usos en que están inmersos sus estudiantes,

**“...surge la importancia de que la comunidad de profesores conozca el enfoque de la indagación, que se centra en el estudiante, promueve el desarrollo de habilidades y la construcción autónoma del propio conocimiento, abarcando aspectos procedimentales, conceptuales y actitudinales. Esta forma de enseñar ciencias sitúa al docente en un rol de guía, problematizador y/o mediador, e implica que considere en la formulación de sus clases, el contexto, las motivaciones y los intereses de los estudiantes, de tal forma, que ellos participen activamente, otorgándoles valor y significado”**

*(Docente cohorte 2016-2017).*

**“(Buscamos) la adquisición de una actitud o postura indagatoria frente a la enseñanza, actitud de aprendizaje permanente, que todos tengan la oportunidad desde los profesores de formación inicial, formadores de profesores y profesor de ciencias como aprendiz; desde esta mirada construiremos juntos actividades variadas que nos permitan ser buenos formadores de ciudadanos comprometidos en la búsqueda de una verdad actualizada.”**

**(Docente cohorte 2015-2016)**

**“Nosotros los docentes podemos y debemos acercar la ciencia a nuestros niños, para que sean agentes críticos de lo que sucede a su alrededor; (...) la alfabetización científica no significa aumentar el vocabulario del alumno con términos raros y pomposos, se trata de darle las herramientas para que sepan lo que sirve y lo que no, lo que lo daña y lo que le aporta. La ciencia está en todo.”**

**(Docente cohorte 2016-2017)**

conocimiento que será de utilidad para la selección, diseño y definición de las estrategias para las actividades de clases. De esta interacción con la comunidad el docente detectará también oportunidades para “agrandar” la escuela. El aprovechamiento pedagógico de dependencias escolares distintas al aula desvirtúa la noción de que sólo en la sala se enseña y se aprende. Similar proyección se establece con la incorporación de diversos lugares del entorno de la escuela al proyecto pedagógico. El docente indagatorio debe poder convertir en *situaciones de aprendizaje* situaciones o procesos cotidianos de las calles, las plazas, etc., cualquiera sea su estatus. Por ejemplo, la observación y discusión en torno al tendido eléctrico y sus empalmes con las viviendas puede ser un punto de partida para comprender qué es y cómo se transmite la electricidad o cómo funcionan los circuitos eléctricos. Los docentes también pueden incorporar al proyecto de clases los talleres u otros emprendimientos vecinales y realizar visitas guiadas que conecten los aprendizajes de aula con situaciones tangibles de la vida cotidiana y productiva.

**“Al establecer comunidades virtuales y presenciales, los profesionales pueden implementar la reflexión (en este caso docente) lo que nos permite cambiar nuestras debilidades transformándolas en fortalezas, cuyos principales beneficiarios son los estudiantes y sus aprendizajes.”**

(Docente cohorte 2015-2016)

### Comunidades de aprendizaje

En el concepto de Comunidad Escolar que preconiza el modelo pedagógico de la indagación, se estimula la formación de comunidades de aprendizaje para la actualización y profundización docente. La participación, permanente o esporádica según pertinencia, de docentes de escuelas cercanas, de científicos, de académicos o investigadores de la didáctica y la pedagogía incrementará, mediante el intercambio y la exposición de experiencias y saberes, los conocimientos específicos del docente y le abrirá la posibilidad de acceder a nuevas ideas e informarse sobre estrategias probadas para enfrentar posibles obstáculos. De esta posibilidad de interacción e intercambio colaborativo surgirán proyectos colectivos de desarrollo profesional docente con el propósito de incidir y extender el mejoramiento de los aprendizajes

de los estudiantes. La consolidación de las Comunidades de Aprendizaje se potenciará mediante la organización de congresos anuales de profesores generando oportunidades para compartir avances, obstáculos y nuevas propuestas a partir del intercambio entre docentes y entre éstos y científicos/expertos.

### Desarrollo profesional docente con enfoque indagatorio

El propósito y objetivo esencial del desarrollo profesional docente indagatorio se orienta principalmente al trabajo en el aula. El cúmulo de estrategias y proposiciones teóricas tratadas y analizadas, los aportes de los participantes y la sistematización de éstos, tienen como propósito esencial que, en el aula, enfrentados a los alumnos, los docentes logren que escolares y liceanos participen activa y colaborativamente en la construcción de sus aprendizajes y en la consolidación de sus saberes.

La aplicación de la indagación científica en el aula implica una serie de innovaciones y transformaciones en el tratamiento de los contenidos y en la forma de trabajo de los profesores, de los alumnos y del equipo o comunidad de aprendizaje que necesariamente debe conformarse para conducir el concepto de la indagación a una práctica exitosa. Desde esta perspectiva, los programas de desarrollo profesional docente deben encarar las dificultades inherentes a la innovación y a la reformulación de la visión y la práctica conocida. Un desafío básico de estos programas es lograr preliminarmente una disposición o apertura al cambio por parte de los docentes participantes y de todos los estamentos de la comunidad escolar. Singularmente trascendente en este proceso es el replanteamiento de la concepción de enseñanza y del aprendizaje que en la clase indagatoria se alejan de

la entrega de información por parte del docente y de la memorización de ésta por parte de los estudiantes. En el aula, el docente será un mediador que abandona la exposición, la rigidez y despersonalización del texto escolar y confiere importancia a los saberes previos de sus alumnos, sus códigos, sus preconcepciones y expectativas. Dicho cambio en la visión de la enseñanza y el aprendizaje conlleva la reformulación de los roles, tanto del profesor como de los escolares y liceanos. En el caso de los docentes, la innovación consiste en modificar un estilo de trabajo individual a otro de comunidad de aprendizaje que colaborativamente participa en la actualización de los contenidos, en el estilo de la práctica pedagógica y en la evaluación de todos los procesos implícitos. Este trabajo entre pares, y según necesidad con la incorporación de científicos o expertos, tiene incidencia en la organización tradicional de la escuela y el liceo, obligando a extender la motivación al cambio a toda la comunidad escolar.

Para enfrentar la reconocida reticencia en relación con la introducción de cambios, el programa del curso de especialización intermedio cuenta con el respaldo de la experiencia y aprendizajes logrados en la implementación precedente del modelo indagatorio en todas las regiones del país. En esta ocasión, la aceptación de innovaciones en torno al quehacer de la escuela y del liceo se enmarca en un proceso de reformas globales que apuntan a lograr una mayor calidad de la enseñanza y del aprendizaje en el sistema escolar. Adicionalmente, se debe tener presente que docentes y otros estamentos de la comunidad escolar buscan oportunidades de desarrollo profesional que les permitan revertir cierta imagen de desprestigio y menoscabo de su capacidad para acometer adecuadamente la tarea formadora que la sociedad les encarga.

En relación a los contenidos del programa de desarrollo profesional docente que se propone, destacan la apropiación por parte de los participantes de la indagación científica como enfoque pedagógico y didáctico; el tratamiento de una concepción actualizada de la ciencia y sus diversas formas de trabajo; el desarrollo de la reflexión y el análisis del saber acumulado en torno a la didáctica, la pedagogía y del quehacer y la práctica docente; la introducción de sistemas de evaluación coherentes con la propuesta didáctica; y el ejercicio de formas de trabajo colaborativo en pos de la construcción de comunidades de aprendizaje.

Las acciones de formación y desarrollo profesional docente tienen un carácter eminentemente dirigido al trabajo específico en aula y, en concordancia con el marco conceptual expuesto, están organizadas en torno a los siguientes principios:

- Tiene como centro a los alumnos y sus aprendizajes. Considera la preparación y las necesidades particulares de los grupos de docentes a los cuales está dirigido. Valora el saber, la experiencia y las expectativas de los docentes.
- Promueve la investigación sobre la práctica (análisis, reflexión, observación, evaluación, crítica pedagógica) con el objetivo de generar conocimiento de la práctica y acceder y reconstruir conocimiento para la práctica.
- Promueve la conformación de comunidades de aprendizaje motivando la construcción de una cultura pedagógica compartida en torno a principios, concepciones y prácticas sobre la enseñanza, el aprendizaje, la evaluación, el trabajo docente. Apoya los cambios sistémicos y compromete a la escuela y la comunidad.

**“Somos los educadores los que debemos abrirnos a la posibilidad de dar las oportunidades a los niños y niñas para que exploren, para que vivencien, abrirles la mente a un mundo de oportunidades que existen en todas las experiencias que podamos entregarles. Todo es ciencia, desde preguntar, conocer, indagar, es ciencia y para que el mundo se llene de ciencia, y por qué no de científicos, es necesario partir desde pequeños, pero por sobre todo, lo más importantes es quitarnos el miedo a hacer ciencia.”**

(Educadora cohorte 2016-2017)

- Destaca la importancia de la permanente actualización y de la incorporación en el tratamiento de los contenidos de nueva información en el ámbito del quehacer científico y de la didáctica y la pedagogía.

## Evaluación

El desarrollo profesional docente para la implementación del modelo pedagógico indagatorio confiere fuerte énfasis al tratamiento de una concepción de evaluación acorde con el estilo del trabajo indagatorio. La premisa esencial se expresa como *evaluación para el aprendizaje*, proceso que -además de detectar los logros y progresos de cada escolar y liceano y del grupo curso- busca identificar las causas que originan comprensiones erróneas o insuficientes. Para una consecución más precisa del principio *evaluación para el aprendizaje*, el modelo indagatorio introduce instrumentos que otorgan al docente una visión permanente, en tiempo real, de los progresos y dificultades de sus estudiantes. Esta diversidad de instrumentos entrega al docente información desde diversas variables de los progresos de sus estudiantes y, consecuentemente, introducir modificaciones en el diseño de sus clases. Adicionalmente, le permite traducir con mayor precisión la *evaluación para el aprendizaje* a la escala de calificaciones usuales en el sistema educativo. Los alumnos, por su parte, encuentran en la evaluación un apoyo para su propio progreso y participan junto al docente en la definición de los criterios con que se evaluará su desempeño.

Uno de los instrumentos para la evaluación mencionados es el Cuaderno de Ciencias (cc), bitácora en que los alumnos registran periódicamente sus aprendizajes y los procesos que los condujeron a sus conclusiones, incluyendo errores y tentativas. El cuaderno facilita que el docente aprecie la progresión de los aprendizajes y las fortalezas y debilidades de los alumnos, al mismo tiempo que le facilita diferenciar los ámbitos en que cada escolar se desenvuelve con mayor o menor consistencia, y por ende, identificar los diferentes ritmos y estilos de aprendizaje y la orientación del interés particular de cada escolar. Por su parte, los estudiantes al registrar en el cc sus observaciones, hipótesis, procedimientos emprendidos, sus cuestionamientos y conclusiones consolidan sus aprendizajes y disponen de un registro de los mecanismos que utilizaron en el proceso de éstos. Tal mayor consistencia de los aprendizajes surge de la necesidad que enfrenta cada escolar de trasladar a lenguaje escrito sus elaboraciones mentales y que estas sean comprensibles para todos los integrantes del grupo curso. En este ejercicio cognitivo los estudiantes perciben la relación entre el pensar y el expresar y, al registrarlo en el cc, obtienen un mapa de la progresión de qué aprendieron y de cómo lo aprendieron, mapa al que pueden recurrir en búsqueda de fórmulas para enfrentar nuevas tareas. El cc es también una herramienta útil para la autoevaluación de los estudiantes.

Al aplicar en el país el modelo pedagógico indagatorio se consideró adecuado introducir ciertas modificaciones, entre ellas se cuenta, además del cc, la Clase Magistral (cm), evento en que, al finalizar un ciclo de clases, los estudiantes comparten, argumentan y defienden sus aprendizajes y nuevos saberes ante sus pares y ante la comunidad escolar. La realización de este evento posibilita una participación protagónica de todos los estudiantes y promueve el aprendizaje cooperativo, fortalece el desarrollo del sentido de pertenencia, de identificación y de responsabilidad con la comunidad. La posibilidad de protagonismo de cada escolar promueve la autovaloración y la valoración de las capacidades de los demás integrantes del grupo curso, en un estilo de trabajo decididamente alejado de cualquier forma de competencia. Por su parte, los invitados, integrantes de la comunidad escolar y del entorno de la escuela, “descubren” facetas y rasgos de personalidad hasta entonces desconocidos de sus familiares y compañeros de escuela. La cm es un instrumento de evaluación socializada.

# El caso del programa ICEC:

## La indagación científica para la enseñanza y aprendizaje de las Ciencias

### Antecedentes del programa ICEC-UAH-Mineduc

El programa ICEC-UAH-MINEDUC se enmarca en una iniciativa a nivel nacional de la División de Educación General, a través del Equipo Escuela y el Nivel de Educación Media, en conjunto con el Centro de Perfeccionamiento y Experimentación Pedagógica (CPEIP) y la Unidad de Currículum y Evaluación (UCE), y que es implementada a través de una Red de Instituciones de Apoyo y Colaboración (Universidades y Academia Chilena de Ciencias)<sup>1</sup> en colaboración con los niveles regionales y provinciales y Mineduc. “La enseñanza de las ciencias por indagación implementada por Ministerio de Educación desde el año 2003 nace como resultado de una acción conjunta de la Academia Chilena de Ciencias y la Facultad de Medicina de la Universidad de Chile, quienes implementaron el Programa de Educación en Ciencias Basada en la Indagación (ECBI), llevada a cabo en seis escuelas básicas de la Región Metropolitana, logrando una positiva recepción en la comunidad educativa e impactando favorablemente en la motivación de docentes y estudiantes de ciencias. Lo anterior, permitió extender la implementación en las escuelas de una estrategia didáctica indagatoria que el año 2009 atendía a 281 escuelas en las quince regiones del país. A su vez, hasta el año 2014 el Ministerio recibió apoyo de diferentes instituciones para la realización de material educativo con foco en indagación científica. Los logros alcanzados durante estos años han sido posibles gracias al trabajo colaborativo entre el Ministerio de Educación, las Universidades y la Academia Chilena de Ciencias. Considerando la experiencia acumulada entre las instituciones involucradas, durante el segundo semestre del año 2014 el Ministerio de Educación, en colaboración con las universidades que poseen experiencia en la implementación de la indagación como estrategia de enseñanza, propusieron en forma conjunta las bases técnicas para la implementación del programa de Indagación Científica para la Educación en Ciencias (ICEC), que se compone de tres ejes sistémicos: desarrollo profesional docente, gestión curricular y evaluación y seguimiento.”<sup>2</sup>

Enmarcado en el “Plan de Fortalecimiento de la Educación Pública [que] contempla, entre otras iniciativas, educación integral e innovación pedagógica, apoyo formativo para los docentes, directivos y asistentes de la educación y la generación de nuevos espacios para la participación estudiantil, considerando como prioridad el mejoramiento continuo de las escuelas”, se propone que el programa ICEC se convierta en un “*modelo referencial* que aporte al mejoramiento de la educación pública y a la innovación pedagógica, a través de la implementación de actividades en los niveles de educación parvularia, básica y media, considerando la trayectoria educativa de los estudiantes.”<sup>3</sup>

1 Las instituciones participantes son las universidades Alberto Hurtado, Austral de Chile, de Atacama, Católica de Valparaíso, Católica de la Santísima Concepción, de Ciencias de la Educación, de Chile, de La Frontera, de La Serena, de Magallanes, de Playa Ancha, de Talca, y de Tarapacá

2 Ministerio de Educación, Chile, *Decreto exento 747/2015; Aprueba convenio de colaboración entre el Ministerio de Educación y la Universidad Alberto Hurtado para el desarrollo del programa de Indagación Científica para la Educación en Ciencias (ICEC)*, año 2015-2017, 2015

3 *Ibid.*

Definidos de manera colaborativa entre el Ministerio de Educación y las universidades, se determinaron los siguientes objetivos:

*Objetivo General*

- Mejorar la calidad de la enseñanza y aprendizaje de las Ciencias Naturales en escuelas y liceos municipales utilizando la indagación científica como estrategia educativa a través de la implementación del Programa de Indagación Científica para la Educación en Ciencias.

*Objetivos Específicos:*

1. Contribuir al desarrollo profesional de docentes de educación parvularia, básica y media a través de cursos con enfoque para la formación en indagación científica para la educación de las ciencias en escuelas y liceos municipales.
2. Constituir comunidades de aprendizaje sustentables entre docentes a nivel regional, comunal y de escuela/liceo para el desarrollo de la autonomía docente en la gestión del currículum de ciencias naturales.
3. Generar espacios de intercambio de experiencias pedagógicas y de aprendizaje entre escuelas y liceos a nivel local.<sup>4</sup>

El convenio entre la Universidad Alberto Hurtado y el Mineduc prevé específicamente:

La realización de un *Curso de Especialización de Nivel Intermedio en Indagación Científica para la Enseñanza de las Ciencias*: de carácter gratuito, de modalidad b-learning y de una duración de 400 horas pedagógicas.

El desarrollo de *Comunidades de Aprendizaje*, concebidas como “un modelo de trabajo colaborativo de reflexión sobre la propia práctica pedagógica para la mejora continua de los procesos de enseñanza y aprendizaje de las ciencias naturales, [que] agrupará a los docentes del Curso ICEC en al menos una reunión mensual y será liderada por un Docente Líder [...]. Se espera que a su vez los docentes que participaron del Curso ICEC lideren la constitución de una nueva Comunidad de Aprendizaje dentro de las escuelas y liceos a los que pertenecen para establecer un proyecto o modelo de enseñanza de las ciencias naturales en su institución desde Educación Parvularia hasta Educación Media.”

La realización de *Muestras de Aprendizajes* que “corresponden a un evento masivo realizado en un lugar público (plaza o gimnasio municipal), donde participan niños, niñas y jóvenes de los establecimientos donde se desempeñan los docentes ICEC, junto con la familia y la comunidad educativa.”

La ejecución de *Jornadas de Formación* que incluyen un Congreso Regional de Enseñanza de las Ciencias como espacio de reflexión y de intercambio de experiencias sobre el aprendizaje de las ciencias naturales; además de otras actividades como visitas a lugares científicos de interés y entrevistas o pasantías con científicos.

Y, finalmente, la celebración de un *Congreso Nacional y Latinoamericano de Enseñanza de las Ciencias* que reúna a expertos y docentes de Chile y de la región.<sup>5</sup>

## Diseño del programa

Sobre la base de estos lineamientos, la UAH elaboró un diseño del programa ICEC-UAH-MINEDUC en el que contempló la integración de los distintos componentes del modelo indagatorio en un complejo interrelacionado.

<sup>4</sup> Ministerio de Educación, *cit.*

<sup>5</sup> -. *Protocolo de Acuerdo Ministerio de Educación, Universidad Alberto Hurtado y sostenedor de la Región Metropolitana*, 2015

- Curso de especialización de nivel intermedio
  - Clases presenciales y sesiones virtuales para docentes parvularia, básica y media en indagación científica para la enseñanza de las ciencias.
- Congresos y seminarios
  - Realización de encuentros entre docentes, expertos y científicos para profundizar en la indagación científica y, especialmente, para compartir experiencias y propuestas en función de la creación de comunidades de aprendizaje.
- Muestras de aprendizaje
  - Los alumnos realizan clases magistrales sobre lo que han aprendido a la comunidad escolar y local. El acento de la participación de los niños y de apoderados, docentes, vecinos y autoridades está puesto en la promoción de una identidad compartida que sirva de sustento para el desarrollo de las comunidades de aprendizaje.
- Acompañamiento en la escuela
  - Apoyo de la UAH a la consolidación de las comunidades de aprendizaje mediante el involucramiento activo en el trabajo de esos colectivos.

En otras palabras, la disposición de estos componentes del modelo indagatorio en el programa se realizó de tal manera que todos ellos convergieran en torno a la construcción de comunidades aprendizaje.



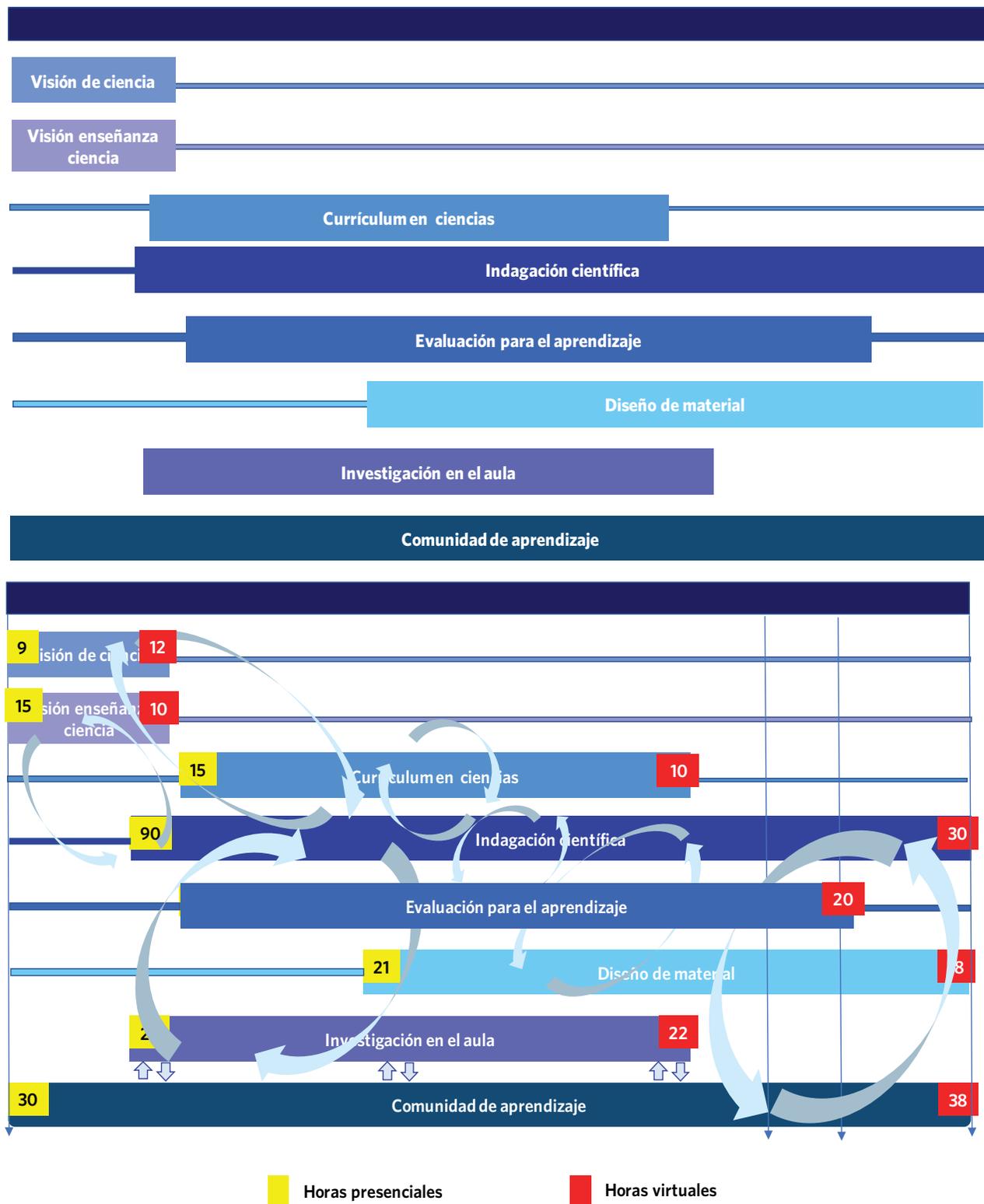
Graduación de docentes participantes del curso ICEC-UAH-MINEDUC, marzo 2017





## El desarrollo del programa

La aplicación del modelo indagatorio significó un desafío especial de elaboración y definición de procedimientos y criterios para el diseño del curso. En este proceso destacan dos aspectos. Primero, la superación de la noción de una secuencia lineal de progresión por el concepto de un plan estudios integrado e interconectado, que busca relacionar y enriquecer los contenidos de los distintos módulos.



En segundo lugar, el diseño del programa descansó en la idea de una progresión conjetural de los aprendizajes docentes, mediante una definición a priori de cuáles podrían ser los niveles deseables de comprensión de los docentes participantes que se pondrían de manifiesto cuando expliciten sus ideas. Si se acepta que el aprendizaje conceptual se genera en momentos sucesivos, cada nivel de formulación para un determinado contenido presentará estados graduales de construcción o “construcciones intermedias”. El denominado “error” se considerará, en esta visión, como parte del proceso cada vez más creciente y complejo, pero a la vez recursivo de construcción de nuevos conocimientos. Las actividades que se propongan en las distintas sesiones estarán diseñadas para orientar este proceso gradual, a partir de las ideas, nociones y creencias que tengan los docentes. Las propuestas de actividades no tendrán el carácter de itinerario inamovible, sino, por el contrario, de un marco orientador flexible. Este marco orientador dado por la “hipótesis de progresión de aprendizajes”, asegurará, además, las vinculaciones e interrelaciones no solo entre las distintas sesiones consecutivas, sino entre las sesiones que pertenecen a otras unidades.

Para garantizar la aplicación de estas premisas, se determinó una secuencia de procedimientos para el diseño y la realización del curso:

1. Definición de los propósitos específicos de las sesiones presenciales, considerando el tratamiento adecuado de los contenidos, promoviendo el máximo aprovechamiento para lograr los objetivos propuestos para cada unidad y el curso en su globalidad.
2. Elaboración de una progresión conjetural de los aprendizajes docentes.
3. Definición de los objetivos de cada una de las sesiones, a partir de la hipótesis de progresión de aprendizajes.
4. Especificación de las vinculaciones y articulaciones entre sesiones de la unidad respectiva y sesiones de otras unidades.
5. Elaboración de las planificaciones de cada una de las sesiones, incluyendo el guión conjetural.
6. Diseño de guías/actividades de taller para el desarrollo de cada una de las sesiones planificadas.
7. Inclusión explícita de instancias de interacción social entre los participantes que permita la reflexión sobre la práctica y proyectar la aplicación al aula de lo aprendido. Fomentar la creación de comunidades de aprendizaje en la escuela a fin de que puedan continuar con diálogos y reflexiones sobre su práctica pedagógica y/o compartir experiencias y/o recursos pedagógicos, entre otros.
8. Retroalimentación, por parte del equipo responsable del diseño del curso, de las propuestas de diseño de taller elaboradas, para asegurar el logro de los objetivos propuestos.
9. Implementación de las actividades de aprendizaje en las sesiones de taller respectivas.
10. Reporte de la implementación por parte de docentes a cargo de los talleres, indicando logros, eventuales dificultades y propuestas de mejora.
11. Socialización de los reportes con los docentes a cargo de las sesiones posteriores, para su consideración, previo a la implementación.

## Objetivos y contenidos

El *propósito del curso* se puede definir como la apropiación por parte de los participantes de la indagación científica como enfoque pedagógico y didáctico; el tratamiento de una concepción actualizada de la ciencia y sus diversas formas de trabajo; el desarrollo de la reflexión y el análisis del saber acumulado en torno a la didáctica, la pedagogía, el que-hacer y la práctica docente; la introducción de sistemas de evaluación coherentes con la propuesta didáctica; y el ejercicio de formas de trabajo colaborativo en pos de la construcción de comunidades de aprendizaje.

El curso se divide en ocho unidades en modalidad presencial y virtual que, en total, suman 400 horas pedagógicas (240 horas presenciales y 160 virtuales).

Los objetivos generales de cada unidad se detallan a continuación:

1	Visión de las ciencias	Entender las Ciencias Naturales como un conjunto dinámico de conocimientos que: evoluciona a la luz de nuevas evidencias; en su construcción participan hombres y mujeres; con ellos se pueden conocer y explicar fenómenos que ocurren en el Universo.
2	Visión de la educación en ciencias	Comprender que quienes enseñan Ciencias Naturales tienen la responsabilidad de contribuir a la alfabetización científica de sus estudiantes, para que participen activamente y responsablemente en la sociedad.
3	Investigación en el aula	Reflexionar sobre su práctica docente con el propósito de enriquecerla desde la didáctica y las disciplinas científicas, proponiendo estrategias y recursos pedagógicos adecuados al contexto donde se desempeñan.
4	Currículo en Ciencias Naturales	Utilizar el currículo nacional vigente, su propósito, sus objetivos y la progresión curricular, con el fin de organizar, planificar y desarrollar sus clases.
5	Indagación científica	Diseñar actividades de aprendizaje con la estrategia pedagógica de Indagación Científica, considerando contenidos, habilidades y actitudes del currículo nacional vigente según y recursos educativos apropiados a su contexto escolar.
6	Evaluación para el aprendizaje	Reflexionar sobre las prácticas evaluativas que utiliza con sus estudiantes, proponiendo nuevas opciones de evaluación alineadas con la indagación científica.
7	Diseño de material didáctico	Evaluar, diseñar, construir y adaptar recursos educativos apropiados a la Indagación Científica para utilizarlos en sus clases, considerando el contexto donde se desempeñan.
8	Generación de comunidades de aprendizaje	Gestionar y participar en comunidades de aprendizaje, valorando y respetando los aportes de los demás integrantes y niveles escolares, reconociendo la importancia del trabajo colaborativo entre pares.

Comunidades de Aprendizaje e Investigación en el Aula son de carácter transversal y se extienden más allá del curso en los componentes de acompañamiento en la escuela y en los congresos y jornadas de profundización e intercambio de las experiencias entre docentes y con los científicos y expertos.

Los objetivos específicos, en tanto, representan aproximaciones que estructuran los contenidos de cada unidad.

Unidad	Visión de Ciencia
Objetivos Específicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Reflexionar críticamente sobre la propia visión de ciencias y su relación con la enseñanza de las ciencias.</li> <li>— Reconocer la ciencia como un constructo humano realizado a través de distintos procedimientos y/o métodos.</li> <li>— Comprender la ciencia en sus tres dimensiones: conocimientos habilidades y actitudes.</li> <li>— Reconocer la importancia e influencia del contexto histórico, social y cultural en el desarrollo de la ciencia.</li> <li>— Reflexionar sobre los aspectos esenciales de la naturaleza de la ciencia y su relación con el desarrollo del conocimiento científico.</li> <li>— Comprender la importancia del trabajo colaborativo en la construcción del conocimiento científico.</li> <li>— Reconocer las ciencias naturales como parte de la vida cotidiana de todas las personas.</li> </ul>
Contenidos	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Visión de ciencia tradicional y nueva visión de las ciencias.</li> <li>— Visiones epistemológicas del profesorado de ciencias.</li> <li>— La ciencia como cuerpo de conocimientos.</li> <li>— Habilidades científicas y actitudes como dimensiones del hacer ciencia.</li> <li>— El razonamiento científico en ciencias.</li> <li>— La naturaleza de la ciencia.</li> <li>— Historia de la ciencia, contexto y desarrollo del conocimiento científico.</li> <li>— Trabajo colaborativo en el desarrollo del conocimiento científico.</li> <li>— Argumentación y comunicación en ciencias.</li> <li>— La indagación científica como parte esencial del quehacer científico.</li> </ul>
Unidad	Visión de la Educación en Ciencias
Objetivos Específicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Identificar y reflexionar sobre las propias visiones de enseñanza de las ciencias en los docentes.</li> <li>— Analizar críticamente visiones y enfoques de la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias naturales.</li> <li>— Reconocer la alfabetización científica de los estudiantes como uno de los objetivos del aprender ciencias en la escuela.</li> <li>— Reconocer el valor formativo de la ciencia para la formación de ciudadanos que aporten a la construcción de una sociedad más democrática y equitativa.</li> <li>— Comprender que el aprendizaje de las ciencias aporta al desarrollo de habilidades científicas y actitudes.</li> <li>— Analizar situaciones reales de enseñanza-aprendizaje para reflexionar sobre las diversas visiones de ciencia que las subyacen.</li> </ul>
Contenidos	<ul style="list-style-type: none"> <li>— La educación en ciencias y su valor formativo en la construcción de la sociedad.</li> <li>— Alfabetización científica y formación ciudadana.</li> <li>— Visiones y enfoques en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias.</li> <li>— El conocimiento pedagógico del contenido para la indagación científica.</li> <li>— ¿Cómo aprenden ciencia los estudiantes y como construyen ideas científicas?</li> <li>— Habilidades científicas en la enseñanza y el aprendizaje de la ciencia.</li> <li>— Promoción de actitudes en la enseñanza y el aprendizaje de la ciencia.</li> <li>— Enfoque Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS).</li> <li>— Grandes Ideas de la Ciencia.</li> </ul>

Unidad	Currículum en Ciencias Naturales
Objetivos Específicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Identificar los distintos instrumentos curriculares, sus propósitos, objetivos y énfasis en los tres niveles de enseñanza.</li> <li>— Identificar los contenidos conceptuales estructurantes y su progresión en educación parvularia, básica y media según las distintas disciplinas que lo componen.</li> <li>— Reconocer las habilidades científicas y las actitudes en el currículum vigente para su desarrollo y promoción en la clase de ciencias naturales.</li> <li>— Comprender que en el currículum vigente (BBCC) promueve la autonomía docente para su implementación en contexto local.</li> <li>— Proponer modelos de gestión de los O.A. para su enseñanza a través del diseño de secuencias didácticas y actividades de enseñanza en coherencia con la indagación científica.</li> </ul>
Contenidos	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Instrumentos curriculares vigentes; currículum, programas, planes y textos.</li> <li>— Fundamentos del currículum vigente.</li> <li>— Alfabetización científica.</li> <li>— Grandes ideas de la Ciencia.</li> <li>— Enfoque Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS)</li> <li>— Elementos de la naturaleza de la ciencia.</li> <li>— Ejes estructurantes de contenidos científicos y su progresión.</li> <li>— Habilidades y actitudes científicas en el currículo vigente.</li> <li>— Organización de contenidos, habilidades y actitudes.</li> <li>— Actividades propuestas para la enseñanza de las ciencias.</li> <li>— Orientaciones didácticas propuestas: indagación científica.</li> </ul>

Unidad	Indagación Científica
Objetivos Específicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Comprender la indagación científica como aquellos procesos y procedimientos que realizan los científicos para responder preguntas de interés.</li> <li>— Reconocer que la indagación científica involucra procesos científicos, conocimientos científicos, razonamiento científico y pensamiento crítico.</li> <li>— Reconocer la indagación científica como un componente esencial de la formación de los estudiantes para el logro de la alfabetización científica.</li> <li>— Conocer la dimensión valórica, actitudinal, social y colaborativa de la indagación científica y la proyección de estos elementos en el aula.</li> <li>— Apropiarse y valorar la indagación científica como un enfoque de enseñanza de las ciencias naturales.</li> <li>— Identificar principios esenciales de una clase de ciencias naturales basada en la indagación científica.</li> <li>— Diseñar e implementar, evaluar y/o adaptar situaciones de aprendizaje utilizando la indagación científica como estrategia de enseñanza.</li> </ul>
Contenidos	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Indagación científica y el quehacer científico.</li> <li>— Visiones respecto al concepto de indagación científica.</li> <li>— Indagación como contenidos e indagación como metodología en el aula.</li> <li>— Conocimiento pedagógico del contenido de la indagación científica.</li> <li>— La indagación científica como enfoque de enseñanza y aprendizaje.</li> <li>— Indagación científica, desarrollo de habilidades y promoción de actitudes.</li> <li>— Construcción del conocimiento científico en la clase indagatoria.</li> </ul>

Contenidos	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Niveles de implementación de la indagación científica en el aula. Preconcepciones como insumos para la enseñanza-aprendizaje de las ciencias.</li> <li>— Preguntas y su rol en la clase de ciencias indagatoria.</li> <li>— Trabajo colaborativo y solidario para el aprendizaje.</li> <li>— Formación ciudadana en la clase de ciencias.</li> <li>— Clima de aula en la clase indagatoria.</li> <li>— Metacognición en la indagación científica como promotora de aprendizaje.</li> <li>— Cuaderno de ciencias: el aprendizaje conceptual y el desarrollo del lenguaje.</li> <li>— Diseño, implementación y evaluación de clases de ciencias indagatorias.</li> </ul>
<b>Unidad</b>	<b>Evaluación para el Aprendizaje</b>
Objetivos Específicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Indagar y reflexionar sobre las propias prácticas de evaluación utilizadas en ciencias naturales.</li> <li>— Conocer modelos de evaluación existentes con énfasis en el Modelo de Evaluación para el Aprendizaje.</li> <li>— Analizar las propias prácticas de evaluación en relación al modelo de evaluación para el aprendizaje considerando su inserción en tareas de investigación en el aula.</li> <li>— Identificar habilidades científicas que pueden ser evaluadas en las actividades de indagación científica.</li> <li>— Diseñar y aplicar estrategias de evaluación coherentes con la indagación científica.</li> </ul>
Contenidos	<ul style="list-style-type: none"> <li>— La evaluación en ciencias naturales y las propias prácticas evaluativas.</li> <li>— Modelo de Evaluación para el Aprendizaje.</li> <li>— Evaluación y atención a la diversidad.</li> <li>— Indagación científica y evaluación para el aprendizaje.</li> <li>— La evaluación como un insumo para la reflexión y la toma de decisiones.</li> <li>— La metacognición y la autorregulación del aprendizaje</li> <li>— ¿Cuándo, qué y cómo evaluar los aprendizajes en ciencias naturales?</li> <li>— Evaluación formativa y sumativa en el marco de la indagación científica.</li> <li>— Recolección, interpretación y uso de evidencias de resultados de evaluación.</li> <li>— Instrumentos de evaluación para el aprendizaje.</li> <li>— Criterios e indicadores de evaluación para las diversas estrategias de evaluación.</li> <li>— Estrategias para evaluar habilidades científicas</li> <li>— El cuaderno de ciencias como instrumento de evaluación.</li> <li>— Autoevaluación, co-evaluación y heteroevaluación.</li> <li>— Resultados de la evaluación y su uso para el aprendizaje.</li> <li>— La retroalimentación como acción promotora de aprendizajes.</li> <li>— Argumentación científica.</li> </ul>

Unidad	Diseño de Recursos Educativos
Objetivos Específicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Reconocer recursos y/o instrumentos de apoyo a la enseñanza de las ciencias en la escuela.</li> <li>— Conocer diversos recursos educativos para la enseñanza de las ciencias con foco en la indagación científica.</li> <li>— Conocer los módulos didácticos ministeriales para diseñar un plan de implementación en el aula que proponga adaptaciones y mejoras.</li> <li>— Evaluar, adaptar, proponer y/o diseñar recursos educativos de apoyo adaptados al contexto local.</li> <li>— Diseñar nuevos recursos pedagógicos con enfoque indagatorio, de acuerdo a las necesidades propias del contexto escolar.</li> </ul>
Contenidos	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Instrumentos y recursos educativos de apoyo a la enseñanza.</li> <li>— Recursos educativos y estilos de aprendizaje.</li> <li>— Uso de recursos educativos como transformadores de la práctica.</li> <li>— Análisis y evaluación de módulos ministeriales ICEC para el contexto local.</li> <li>— Uso de TIC en el marco de la indagación científica en clases de ciencias.</li> <li>— Materiales de la vida cotidiana como herramientas de aprendizaje en ciencias.</li> <li>— Evaluación de recursos educativos de apoyo a la enseñanza.</li> <li>— Diseño y elaboración de propuestas de material de apoyo a la enseñanza.</li> </ul>
Unidad	Investigación en el Aula
Objetivos Específicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Reconocer el rol del docente como investigador y aprendiz permanente.</li> <li>— Identificar modelos y paradigmas de investigación y aplicación práctica.</li> <li>— Promover la reflexión sobre la práctica pedagógica y la experiencia educativa.</li> <li>— Desarrollar habilidades para la investigación de su práctica pedagógica.</li> <li>— Reconocer el estudio de clases como una estrategia investigativa.</li> <li>— Reformular la práctica pedagógica a la luz del análisis crítico de la misma.</li> <li>— Proponer una investigación pedagógica de aula con foco en la didáctica y orientada al cambio educativo.</li> </ul>
Contenidos	<ul style="list-style-type: none"> <li>— El docente como investigador y aprendiz permanente.</li> <li>— Reflexión pedagógica como pilar de la profesionalización docente.</li> <li>— Modelos y paradigmas de investigación en educación.</li> <li>— Estrategias de investigación: investigación-acción.</li> <li>— Investigación y reflexión como modelo de reformulación de la práctica.</li> <li>— Construcción de conocimientos pedagógicos: coherencia entre teoría y práctica.</li> <li>— Investigación de la experiencia educativa en la propia práctica.</li> <li>— Estudio de clases como estrategia investigativa de la práctica docente.</li> <li>— Bitácoras de clases como instrumentos de investigación de la propia práctica.</li> </ul>

Unidad	Comunidades de Aprendizaje
Objetivos Específicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Reconocer la importancia de las comunidades de aprendizaje para la formación docente continua y el mejoramiento del trabajo en el aula</li> <li>— Identificar/recuperar estrategias de trabajo entre pares que promuevan el aprendizaje colectivo y el trabajo colaborativo.</li> <li>— Promover el liderazgo para movilizar cambios pedagógicos y estrategias de trabajo colaborativo entre docentes.</li> <li>— Establecer comunidades de aprendizaje orientadas a la colaboración y la reflexión pedagógica.</li> <li>— Implementar colaborativamente y difundir planes de mejoramiento del quehacer pedagógico, basado en evidencia.</li> </ul>
Contenidos	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Docente como aprendiz/investigador permanente.</li> <li>— Comunidades de aprendizaje y reflexión pedagógica.</li> <li>— Colaboración colectiva y formación docente continua.</li> <li>— Trabajo colaborativo como proceso para mejorar la práctica pedagógica.</li> <li>— Organización escolar y liderazgo educativo.</li> <li>— Retroalimentación del trabajo pedagógico entre pares.</li> <li>— Estrategias/modelos/experiencias de trabajo colaborativo entre pares.</li> <li>— Plan de trabajo regional en escuelas y liceos en coherencia con el PEI.</li> </ul>

## Progresión de los aprendizajes

Para determinar la secuencia de clases de cada unidad, se define previamente la “hipótesis de progresión”. Estos niveles progresivos de comprensión para los conceptos clave de la unidad, se pondrían de manifiesto cuando los docentes participantes, a medida que avanzan en la unidad, expliciten sus ideas respecto de los contenidos aprendidos. La progresión de aprendizajes orientará a quienes diseñan e implementan las distintas sesiones, así como también a los docentes participantes del curso para un aprendizaje en cierta medida personalizado.

Es posible plantear que la hipótesis de progresión orienta la construcción de los contenidos en el transcurso de la respectiva unidad o secuencia de sesiones. En este caso, las hipótesis de progresión se explicitan en forma de enunciados que representan el conocimiento o comprensión deseable a construir por los docentes participantes al cabo de cada sesión del curso. En ningún caso representan “lo que hay que saber”, sino que se trata, más bien, de una guía que orienta la enseñanza y el aprendizaje. Estos enunciados están formulados en un lenguaje tal que considera las representaciones de los docentes que aprenden. A continuación, dos ejemplos de las progresiones:

## EJEMPLO 1: Unidad 4 Indagación científica

La indagación científica considera la exploración por parte de los estudiantes, la que propicia la discusión y formulación de explicaciones para dar respuesta a una pregunta, lo que lleva a los estudiantes a construir conocimiento científico y desarrollar habilidades de pensamiento científico. La indagación demanda nuevos roles de docentes y estudiantes, así como generar condiciones de aula distintas a la de una *clase tradicional*.

Para aprender ciencias los estudiantes deben enfrentarse a situaciones en las que, a medida que construyen conceptos científicos puedan desarrollar habilidades de pensamiento científico, las que a su vez favorecerán la construcción -de manera activa y colaborativa- de nuevos conceptos científicos.

Se pueden generar estrategias pedagógicas efectivas para que los estudiantes aprendan ciencias en la medida que el profesor comprenda cómo aprenden ciencias los estudiantes.

Las preconcepciones e ideas intuitivas o alternativas de los estudiantes son insumos valiosos para la enseñanza y el aprendizaje, por lo que el profesor debe anticiparlas y utilizarlas, adecuando las estrategias pedagógicas en función de éstas.

Existen distintos enfoques de enseñanza para el aprendizaje de las ciencias, los que se diferencian en las distintas oportunidades de aprendizaje que cada uno ofrece a los estudiantes.

La indagación científica es un enfoque de enseñanza-aprendizaje de las ciencias que ofrece múltiples oportunidades de aprendizaje a los estudiantes, en la medida que el profesor, utilizando las preconcepciones e ideas intuitivas de los estudiantes, genera condiciones de aula que propician la exploración, discusión, argumentación y formulación de explicaciones para dar respuesta a preguntas, promoviendo el desarrollo de habilidades de pensamiento científico que les permite construir los conceptos científicos de manera activa y colaborativa.

El clima de aula de una clase indagatoria es distinto al de una clase tradicional, en tanto el espacio de la sala se reorganiza para que los estudiantes trabajen de manera colaborativa en torno a la formulación de preguntas, explicaciones, análisis, experimentación, argumentación basada en evidencia, promoviendo el desarrollo de competencias ciudadanas.

Para aprender ciencias de acuerdo al enfoque indagatorio es fundamental la colaboración y el trabajo solidario entre los estudiantes, en tanto promueve la organización y el respeto entre estudiantes, así como el desarrollo del pensamiento crítico y de ciudadanía. Se reproduce así en el aula una de las particularidades de la construcción del conocimiento científico: no es un acto individual, sino requiere de los aportes de otros.

La ciencia tiene un lenguaje propio, una "forma particular de hablar y escribir", que se expresa en el modelo de indagación científica a través de la discusión entre pares y en el registro en sus cuadernos de ciencia. Es necesario intencionar el desarrollo las prácticas discursivas de la ciencia en los estudiantes.

La clase indagatoria ofrece oportunidades de aprendizaje de contenidos conceptuales, de habilidades de pensamiento científico y de actitudes. Es posible identificar las acciones docentes específicas que promueven dichos aprendizajes.

A partir de los objetivos de aprendizaje (OA) del currículo nacional vigente y considerando los elementos de la indagación científica los docentes pueden diseñar clases de ciencias indagatorias que promuevan aprendizajes científicos en los estudiantes.

El entorno puede ser utilizado como “laboratorio natural” en la “salida a terreno”, la cual constituye una estrategia pedagógica y didáctica que permite abordar contenidos científicos, habilidades de pensamiento científico y actitudes científicas.

En la salida a terreno es posible construir contenidos científicos específicos que forman parte de las “Grandes Ideas de la Ciencia” (Harlen 2010): “Los organismos necesitan de un suministro de energía y de materiales de los cuales con frecuencia dependen y por los que compiten con otros organismos. Esto implica que los alimentos proporcionan a los organismos materiales y energía para llevar a cabo las funciones básicas de la vida y para crecer. Algunas plantas y bacterias son capaces de utilizar la energía del sol para generar moléculas complejas de nutrientes. Los animales obtienen energía rompiendo las moléculas complejas y son en último término dependientes de la energía proveniente de las plantas verdes. En cualquier ecosistema hay competencia entre las especies por la energía y los materiales que necesitan para vivir y reproducirse”.

Existen diferentes niveles de implementación de la indagación científica en el aula. El nivel de indagación determina su potencialidad y las características de las oportunidades para el aprendizaje de los estudiantes. Las diferencias dependen del grado de autonomía de los estudiantes y del “control” docente. La utilización de un u otro nivel dependerá de factores contextuales (objetivo y contenido de la enseñanza; edad de los estudiantes; experiencia en indagación, entre otros.)

A través de clases indagatorias es posible abordar contenidos que son parte de las “Grandes Ideas de la Ciencia” (Harlen 2010)<sup>5</sup>. Por ejemplo: “Todo material en el Universo está compuesto de muy pequeñas partículas”. Esto implica que los átomos son los bloques estructurales de todos los materiales que constituyen lo vivo y lo no vivo. El comportamiento de los átomos explica las propiedades de diferentes materiales. Las reacciones químicas involucran un reordenamiento de átomos en las sustancias para formar nuevas sustancias. Cada átomo tiene un núcleo, el que contiene neutrones y protones, rodeado por electrones. La carga eléctrica contraria entre protones y electrones hace que se atraigan entre sí, manteniendo los átomos unidos y dando cuenta de la formación de nuevos componentes.

Existen estrategias específicas para la enseñanza de contenidos conceptuales claves relacionados con la gran idea “Todo material en el Universo está compuesto de muy pequeñas partículas”. Estas estrategias deben considerar las preconcepciones de los estudiantes y la progresión de aprendizajes en relación a esta “gran idea”.

Una estrategia clave está dirigida a que el docente formule preguntas “gatilladoras” o productivas que promueven el aprendizaje de los estudiantes en las clases de ciencias. Las preguntas “gatilladoras” o productivas promueven el aprendizaje de los estudiantes en las clases de ciencias, en la medida que los guían y estimulan a ir más allá de su razonamiento. Existen estrategias didácticas específicas y efectivas conducentes a que, a partir de la gran idea “*Todo material en el Universo está compuesto de muy pequeñas partículas*”, el docente formule preguntas productivas que promuevan el diálogo entre los estudiantes, los estimule a pensar más allá de lo que saben y observan; a buscar información, a observar más acuciosamente, a hacer inferencias.

A través de clases indagatorias es posible abordar contenidos que son parte de las “Grandes Ideas de la Ciencia” (Harlen 2010). Por ejemplo: “Los organismos necesitan de un suministro de energía y de materiales de los cuales con frecuencia dependen y por los que compiten con otros organismos”. Esto implica que los alimentos proporcionan a los organismos materiales y energía para llevar a cabo las funciones básicas de la vida y para crecer. Algunas plantas y bacterias son capaces de utilizar la energía del sol para generar moléculas complejas de nutrientes. Los animales obtienen energía

5 I.e. Wynne Harlen, *Principles and big ideas of science education*, Association for Science Education, Hatfield, 2010

rompiendo las moléculas complejas y son en último término dependientes de la energía proveniente de las plantas verdes. En cualquier ecosistema hay competencia entre las especies por la energía y los materiales que necesitan para vivir y reproducirse. (Harlen, 2010).

Existen estrategias específicas para la enseñanza de contenidos conceptuales claves relacionados con la gran idea "Los organismos necesitan de un suministro de energía y de materiales de los cuales con frecuencia dependen y por los que compiten con otros organismos". Todas las estrategias deben considerar las preconcepciones de los estudiantes y la hipótesis de progresión de los aprendizajes.

Una estrategia de aprendizaje específica busca transformar preguntas "no científicas" de los estudiantes en preguntas científicas, por tanto "investigables", de tal manera que los estudiantes se acerquen a los modos del quehacer de la ciencia al mismo momento que aprenden ciencia. Existen preguntas científicas y no científicas. Es importante que los estudiantes aprendan a diferenciarlas y a reformularlas. De esta manera se acercan a la naturaleza y a los procedimientos propios de la ciencia. Existen estrategias didácticas específicas y efectivas conducentes a que, a partir de la gran idea "Los organismos necesitan de un suministro de energía y de materiales de los cuales con frecuencia dependen y por los que compiten con otros organismos", los estudiantes, con el apoyo docente, transformen las preguntas "no científicas" en preguntas investigables.

A través de clases indagatorias es posible abordar contenidos que son parte de las "Grandes Ideas de la Ciencia" (Harlen 2010). Por ejemplo: *"El cambio de movimiento de un objeto requiere que una fuerza neta que actúe sobre él"*. Esto implica que los objetos cambian su velocidad de movimiento sólo si sobre ellos actúa una fuerza neta. La gravedad es una fuerza de atracción universal entre todos los objetos, sin importar lo grande o pequeños que sean, manteniendo los planetas en órbita alrededor del Sol y haciendo que los objetos terrestres sean atraídos hacia el centro de la Tierra. (Harlen, 2010).

Existen estrategias clave para la enseñanza de contenidos conceptuales claves relacionados con la gran idea "el cambio" de movimiento de un objeto requiere que una fuerza neta que actúe sobre él". Entre las estrategias se debe considerar las preconcepciones de los estudiantes y la progresión de aprendizajes en relación a esta "gran idea".

Existen estrategias didácticas clave para que, a partir de la gran idea "El cambio de movimiento de un objeto requiere que una fuerza neta que actúe sobre él", los estudiantes desarrollen habilidades de pensamiento científico, fundamentales para la construcción del conocimiento científico.

Es imprescindible intencionar el desarrollo de habilidades de pensamiento científico, generando oportunidades de aprendizaje específicas.

A través de clases indagatorias es posible abordar contenidos que son parte de las "Grandes Ideas de la Ciencia" (Harlen 2010). Por ejemplo: *"Los organismos están organizados en base a células"*. Esto implica que todos los organismos están constituidos por una o más células. Los organismos multicelulares tienen células que se diferencian según su función. Todas las funciones básicas de la vida son el resultado de lo que sucede en las células que componen un organismo. El crecimiento de un organismo es el resultado de múltiples divisiones celulares. (Harlen, 2010).

Existen estrategias específicas para la enseñanza de contenidos conceptuales claves relacionados con la gran idea "Los organismos están organizados en base a células". Estas estrategias deben considerar las preconcepciones de los estudiantes y la progresión de aprendizajes en relación a esta gran idea.

Existen estrategias didácticas para que, a partir de la gran idea "Los organismos están organizados en base a células", los estudiantes desarrollen habilidades de pensamien-

to científico, fundamentales para la construcción del conocimiento científico. Es posible diseñar actividades de aprendizaje específicas en torno a los contenidos de la “gran idea” para promover una o más habilidades de pensamiento científico

A través de clases indagatorias es posible abordar contenidos que son parte de las “Grandes Ideas de la Ciencia” (Harlen 2010). Por ejemplo: *“La diversidad de organismos, tanto de los actuales como de los extintos, es el resultado de la evolución”*. Esto implica que la vida existente es descendiente directa de un ancestro común y universal que fue un simple organismo unicelular. A través de un sinnúmero de generaciones, se produjeron cambios como resultado de la diversidad natural dentro de una especie que hacen posible la selección de los individuos más aptos para sobrevivir en determinadas condiciones. Los organismos que no pueden responder a los cambios en su entorno se extinguen”. (Harlen, 2010).

Existen estrategias para la enseñanza de contenidos conceptuales claves relacionados con la gran idea *“La diversidad de organismos, tanto de los actuales como de los extintos, es el resultado de la evolución”*. Estas estrategias deben considerar las preconcepciones de los estudiantes y la progresión de aprendizajes en relación a esta gran idea.

El enfoque de la indagación científica propone estrategias que promueven en los estudiantes el desarrollo de competencias ciudadanas, en tanto éstas están directamente vinculadas a la construcción del conocimiento y el desarrollo de las habilidades de pensamiento científico.

Existen principios teóricos que sustentan la indagación científica y que se relacionan con el quehacer docente en el aula. Es posible identificar acciones docentes específicas que se sustentan en los principios teóricos de la indagación.

Utilizando los principios teóricos de la indagación y las experiencias de aprendizajes vividas hasta ahora, es posible establecer un esquema/representación que permite darle sustento teórico a las acciones docentes en una clase indagatoria.

A partir de la visión de enseñanza y aprendizaje que hemos logrado conceptualizar, es posible proponer acciones específicas para promover la indagación científica como enfoque didáctico para la enseñanza de las ciencias en nuestras escuelas

A partir de los OA del currículo nacional vigente y considerando los elementos de la indagación científica el profesor de ciencias puede diseñar clases de ciencias indagatorias que permitan a los estudiantes construir conceptos científicos, desarrollar habilidades y actitudes.

Estrategias como “Estudio de clase” pueden ser usadas para el desarrollo profesional docente en la escuela, mejorando las prácticas pedagógicas.

Existen herramientas teóricas y metodológicas para guiar a los estudiantes en la elaboración de proyectos de investigación científica escolar.

Al hacer un proceso metacognitivo es posible poner en evidencia los aprendizajes construidos y la forma en se fueron construyendo y hacer una síntesis de los mismos.

## EJEMPLO 2: Unidad 5 Evaluación del aprendizaje

Para lograr aprendizajes significativos en nuestros estudiantes, debemos estar conscientes de cuáles son las prácticas evaluativas que utilizamos, para qué evaluamos, y si éstas se enmarcan en el modelo de *evaluación para el aprendizaje* o no.

Para evaluar los objetivos de aprendizaje contemplados en el currículo nacional vigente para ciencias es necesario plantear propuestas evaluativas pertinentes y que consideren el modelo de evaluación para el aprendizaje, en función de los aprendizajes esperados.

Además de considerar el tipo de contenido a evaluar, la evaluación debe considerar los distintos estilos de aprendizaje que pueden tener los estudiantes de un grupo para así hacerse cargo de la diversidad presente en el aula. Esto puede lograrse mediante distintas modalidades de evaluación.

La evaluación no solo puede ser aplicada por el profesor de ciencias, sino que los compañeros pueden coevaluarse respecto de algún trabajo realizado en conjunto e incluso también el estudiante puede realizar una autoevaluación de su propio desempeño. La posibilidad de que los estudiantes participen en su propio proceso de evaluación y el de sus compañeros promueve el desarrollo de actitudes y un juicio crítico en los estudiantes.

Existen distintas modalidades de evaluación promotoras de aprendizajes en ciencias. Conocer estas modalidades y contrastarlas con las formas propias de evaluar aprendizajes en ciencias ofrece la oportunidad de aplicarlas, desarrollando prácticas evaluativas en coherencia con el modelo de *evaluación para el aprendizaje*, generando así más aprendizajes en los estudiantes. Para asegurar la implementación de la evaluación para el aprendizaje se propone diseñar un plan de evaluación y aplicar distintos procedimientos evaluativos que permitan constatar los aprendizajes logrados por los estudiantes.



En base a estas progresiones se elabora la planificación de las actividades. Un ejemplo, el siguiente cuadro:

UNIDAD: Evaluación para el Aprendizaje	Nº DE SESIÓN: 80 (10 EpA)	DURACIÓN: 3 horas pedagógicas	LUGAR: Sala UAH por confirmar	FECHA: viernes 29 de abril de 2016 HORARIO: 17:30-20:00 horas
<b>OBJETIVO GENERAL: Reflexionar sobre las propias prácticas evaluativas en el marco del modelo de evaluación para el aprendizaje con el fin de proponer y elaborar estrategias de evaluación en ciencias naturales coherentes con la indagación científica.</b>				
<b>OBJETIVO DE LA SESIÓN: Aplicar estrategias específicas para retroalimentar de manera efectiva los cuadernos de ciencias de manera que promuevan aprendizajes en ciencias.</b>				
<b>DESCRIPCIÓN DE LAS ESTRATEGIAS DIDÁCTICAS DE LA SESIÓN</b>	<p>Se utilizará la indagación como enfoque didáctico y se realizará la sesión con la modalidad de "taller".</p> <p>La sesión incluirá: el trabajo colaborativo entre pares, definir y aplicar estrategias de retroalimentación para promover el aprendizaje en ciencias.</p>			
<b>ACTIVIDADES DE LA SESIÓN</b>	<p><b>PRESENCIALES (describir las actividades)</b></p> <p>Los docentes serán invitados a retroalimentar páginas de cuadernos con el propósito de promover aprendizajes.</p> <p>Para ello se les propone empezar identificando evidencias de aprendizajes de orden conceptual.</p> <p>Posteriormente, se les solicitará que propongan tres formas de retroalimentar que favorezca la reflexión e invite al estudiante a aprender aún más.</p> <p>Luego, se les invitará a leer un texto breve acerca de la retroalimentación para promover aprendizajes de W. Harlen, y a sistematizar las ideas. Todo esto será mediado por el docente y utilizando un PPT.</p> <p>Por último, se propone aplicar los aprendizajes reformulando las retroalimentaciones iniciales, justificando el porqué de las modificaciones.</p>	<p><b>VIRTUALES</b></p> <p>Asociada a la Actividad virtual 22: "¡A evaluar Cuadernos de Ciencias para aprender!"</p> <p>Los docentes participantes son invitados identificar evidencias de aprendizajes en páginas de cuadernos reales de estudiantes de cursos diferentes. Los docentes se organizarán en grupos por nivel.</p>		
<b>EVALUACIÓN EN LA SESIÓN</b>	La sesión será evaluada en base a las segundas retroalimentaciones y su correspondiente justificación.			
<b>MATERIALES REQUERIDOS</b>	<p>Papelógrafos, plumones.</p> <p>Cinta adhesiva</p> <p>Fotocopias para cada participante de documento con páginas de Cuadernos de Ciencias.</p> <p>Páginas 27-29 de Harlen, (2014) W. "Evaluación formativa asociada a la enseñanza basada en la indagación" en Antología de la indagación.</p>			
<b>BIBLIOGRAFÍA ASOCIADA</b>	<p><b>Bibliografía requerida que será utilizada durante la sesión</b></p> <p><b>Textos de profundización:</b></p> <p>Compilado páginas de cuadernos</p> <p>Harlen, W. (2014) "Evaluación formativa asociada a la enseñanza basada en la indagación" en Antología de la indagación., Págs. 27-29</p>			

## GUIÓN DE SESIÓN PRESENCIAL

	Acciones del docente a cargo de la sesión	Acciones de los docentes participantes
<b>INICIO</b>	<p>El docente invita a los participantes a retroalimentar páginas de cuadernos con el propósito de promover aprendizajes.</p> <p>Para ello les propone empezar identificando evidencias de aprendizajes de orden conceptual.</p>	<p>Los participantes se involucran en la actividad y se disponen a enfrentar el desafío.</p>
<b>DESARROLLO</b>	<p>Luego les solicita que propongan tres formas de retroalimentar que favorezcan la reflexión e invite al estudiante a aprender aún más.</p> <p>Posteriormente, les invita a leer un texto breve acerca de la retroalimentación para promover aprendizajes de W. Harlen y a sistematizar las ideas, con su mediación y utilizando un PPT.</p> <p>Por último, les propone aplicar los aprendizajes reformulando las retroalimentaciones iniciales, justificando el porqué de las modificaciones.</p>	<p>Los docentes analizan las páginas de cuadernos proporcionadas e identifican evidencias de aprendizaje conceptual.</p> <p>Luego elaboran retroalimentaciones que promuevan el aprendizaje de los estudiantes.</p> <p>Para poder evaluar sus retroalimentaciones leen un breve texto de W. Harlen y participan en la sistematización mediada por el docente.</p>
<b>CIERRE</b>	<p>Por último, les propone aplicar los aprendizajes reformulando las retroalimentaciones iniciales justificando el porqué de las modificaciones. Le indica que escriban las retroalimentaciones iniciales y finales en un papelógrafo para poder compararlas.</p> <p>Para terminar, responden a la pregunta ¿Qué aprendimos?</p>	<p>Aplican sus aprendizajes evaluando su retroalimentación a la luz de los nuevos saberes y proponen una modificación de la primera evaluación.</p> <p>Escriben las retroalimentaciones iniciales y finales en un papelógrafo y los pegan en la pared para su lectura, análisis y comparación.</p> <p>Con la mediación docente, llegan a consenso y responden la pregunta ¿Qué aprendimos?</p>

## Evaluación y calificación de los docentes y evaluación del curso

La evaluación se concibe como una parte integral de curso y no como una etapa separada posterior. En ese sentido, tiene dos dimensiones. La primera está referida a la evaluación y calificación de los *logros de los docentes* de acuerdo a los objetivos de aprendizaje establecidos y a la progresión hipotética de aprendizaje propuesta. La segunda, en cambio, busca determinar el grado de avance del *diseño del curso*, tal como se manifiesta a través de las actividades concretas de los participantes.

Evaluación pre-  
post

"Grandes  
elaboraciones"

Evaluación de  
desarrollo de  
competencias  
docentes

## Evaluación y calificación de los logros de los docentes

El centro de la evaluación del curso es de carácter formativo, basado en el modelo de evaluación para el aprendizaje. Se utilizan distintos instrumentos como intervenciones en foros, trabajos grupales de integración de contenidos, elaboración de secuencias didácticas, entre otros. Todas las actividades evaluativas tienen carácter obligatorio.

La calificación final del Curso se obtiene a partir de la ponderación de cinco elaboraciones, construidas a partir de variados insumos generados tanto en actividades presenciales como virtuales. Los propósitos de las elaboraciones calificadas son las siguientes:

**Manual de indagación científica en el aula:** Es un documento que recopila actividades, análisis y reflexiones que dan cuenta, principalmente, de la visión de ciencia y de la enseñanza de la ciencia que los docentes participantes han ido construyendo durante el curso. Es un trabajo que se realiza en equipos por escuela y solo en algunos casos particulares, es posible trabajarlo en grupos inter-escuela.

"Destacamos el significado que tiene el trabajo en equipo, la importancia de comunicar las debilidades y fortalezas de las prácticas, la reflexión del cómo estamos avanzando en la construcción de mejores aprendizajes, y los beneficios para la comunidad educativa: inversión en la persona, ambiente enriquecedor, construcción social del conocimiento, aprendizajes compartidos, perspectivas múltiples, centradas en mejorar el aprendizaje de todos y cada uno de los niños, niñas y jóvenes. Para cada uno de nosotros existe el compromiso como educadores de enseñar ciencias para que todos los estudiantes se conviertan en ciudadanos informados en términos científicos, que puedan tener opinión y participar en la toma de decisiones con base científica. Este trabajo es el inicio de un grupo de educadores de diferentes colegios (comunidades educativas), quienes seguiremos elaborando en conjunto clases secuenciadas, que les permitan a otros enseñar ciencias

e introducir cambios de acuerdo a sus propias necesidades e intereses contribuyendo a mejorar nuestras propias prácticas”.

Reflexión en Manual de Indagación científica en el aula. Equipo de docentes curso ICEC 2015-2016

**Secuencia de clases:** Las educadoras y profesores elaboran una secuencia de 4 a 6 clases de ciencias con enfoque indagatorio, para un contenido específico, poniendo así en juego los aprendizajes logrados en las distintas unidades y respondiendo a un procedimiento de elaboración y retroalimentación continuo. Este trabajo se realiza en grupos por nivel educativo en el cual se desempeñan los docentes (Educación parvularia, básica o media).

### Progresión de Aprendizajes 3° básico

Objetivo de Aprendizaje de la secuencia: Diseñar y construir modelos tecnológicos para explicar eventos del Sistema Solar, como la sucesión de las fases de la Luna y los eclipses de la Luna y del Sol, entre otros.

Fabiola Jaramillo, Blanca Plaza, Cecilia Vergara, Germana Castillo, Cohorte 2016-2017

La Luna y el Sol que vemos en el cielo son cuerpos celestes que forman parte del Sistema Solar. La Tierra y otros planetas también son parte del Sistema Solar.

El Sistema Solar forma parte de la Vía Láctea.

Si observamos la Luna todos los días, vemos que se ve diferente. A veces la vemos completa, como una esfera (o pelota), otras veces parece una medialuna, otras veces es casi solo una línea. Los científicos le llaman “fases” a los distintos aspectos de la Luna.

Las distintas fases de la Luna pueden explicarse por los movimientos de rotación de la Luna y de traslación alrededor de la Tierra. A medida que la Luna se traslada alrededor de la Tierra recibe diferentes iluminaciones del Sol, es decir, la Luna refleja la luz del Sol, a medida que cambia de posición. La luna es siempre una esfera (o pelota) solo que desde la tierra la vemos distinta.

Un eclipse se produce cuando el Sol, la Luna y la Tierra quedan alineados y la Luna bloquea o tapa el Sol, produciendo oscuridad en la Tierra.

Si ponemos en una caja una pelota de *plumavit* que representa a la Tierra y otra más pequeña que represente a la Luna en una línea y con una linterna (que representa al Sol) alumbramos por un orificio al interior de la caja, podemos ver un eclipse, pues la Luna tapa la luz que viene del Sol y la Tierra parece estar a oscuras.

**Proyecto anual de mejoramiento de los aprendizajes en ciencias en la escuela de indagación científica en el aula:** Educadoras y profesores, en equipos por escuela o inter-escuela, elaboran una propuesta de mejoramiento de los aprendizajes en ciencias, posible de ser aplicado tanto a corto como a mediano plazo, a nivel de aula y de la escuela.

“Lo que menciona cada autor, nos da luces que de alguna forma nuestro plan de mejora escolar tiene significado y es realizable, en el cual debemos realizar un seguimiento y constancia en la recopilación de los diferentes resultados para verificar los avances de los estudiantes y el cambio de actitud de cada docente en la realización de actividades de indagación y trabajo colaborativo.”

Docentes: Valeria Bifani\* (Ed. Media), Karina Ogalde\*\* (Ed. Básica) y Teresa Sepúlveda\*\*\* (Ed. Parvularia)

\*Liceo Antonio Hermida Fabres \*\*Centro Educacional Valle Hermoso \*\*\*Colegio Santa María de Peñalolén - Peñalolén

“Como equipo docente que trabajo en este PME podemos concluir y proyectar, que los estudiantes que participan en clases indagatorias, son más críticos en sus argumentaciones, ya que analizan y contrastan sus respuestas antes de contestar. De esta manera el educando es partícipe de su propio aprendizaje, sabe lo que aprendió y cómo lo aprendió.”

Docentes: Manuel Astudillo\* (Ed. Básica, 1er ciclo, matemáticas), Cecilia Coliñir\* (Ed. Básica, 1er ciclo, ciencias), Daniela Lobos\* (Ed. Parvularia) y Claudia Moncada\*\* (Ed. Parvularia)

\*Centro Educacional Ernesto Yáñez Rivera \*\*Escuela Adelaida La Fetra

**Proyecto de investigación en el aula:** En equipos por escuela (algunos casos inter-escuela), las educadoras y profesores realizan un trabajo de investigación-acción, en el cual, a partir de un problema detectado en sus aulas, intentan buscar soluciones a partir del análisis y reflexión de la propia práctica, proponiendo un plan de acción. Esta elaboración está íntimamente relacionada con el Plan de Mejoramiento.

“Creemos que es importante generar interacciones donde los niños y niñas tengan que expresarse y aprendan a comunicarse utilizando el lenguaje oral, escrito y gráfico, ya que para aprender ciencias hay que aprender formas nuevas de hablar y de escribir usando un lenguaje científico. Asimismo estas interacciones permiten a los y las estudiantes describir, justificar, y argumentar científicamente. En esta investigación pudimos también evidenciar que la afectividad y las emociones tienen mucha importancia en las interacciones, tanto de nuestros estudiantes como de nosotros mismos como docentes, y que no solo es importante el procedimiento de investigación y las preguntas si no, los sentimientos, el generar un clima de equidad y confianza con nuestros estudiantes, la imagen que los niños y niñas tienen de sí mismos y el cómo creen que los ven los demás, su autoestima, sus intereses, sus valores personales y motivaciones son de suma importancia a la hora de generar interacciones con nosotros como docentes y entre pares cuando trabajan en grupo.”

Docentes: Claudia Araya\* (Ed. Básica), Bárbara Lazo\* (Ed. Básica) y Sylvia Polanco\* (Ed. Parvularia)

\*Colegio Matilde Huici Navas - Peñalolén

“Finalmente observamos, desde el fuero interno, que el concepto de estudiantes inmigrantes luego de aplicar esta investigación acción coge otra arista: nos referimos al que tomamos el tema de inmigración como un elemento más en nuestra sala de clase y desde allí lo utilizamos reflexionando y profundizando. Hemos mejorado nuestra propia mirada en torno a ellos y esta nueva mirada nos permite no sólo valorar la inmigración como lo hacíamos antes, sino que también nos hace ver lo importante que es ayudar a nuestros compañeros de trabajo, docentes y asistentes la educación, a realizar reflexión a través de una mirada valorativa el niño como una persona en proceso de formación y no con la etiqueta de un país o lugar de procedencia.”

Docentes: Ester Aguilar\* (Ed. Básica, 2º ciclo) y Nicole Troncoso\* (Ed. Básica, 1º ciclo)

\*Liceo Gabriela Mistral - Independencia

## Evaluación del desarrollo del curso

Como ya señalado, la evaluación del desarrollo del curso se enfoca en actividades individuales y grupales de los participantes para determinar en qué medida los objetivos del curso, entendido como un proceso colectivo, se cumplen.

Para ello se emplearon dos instrumentos: una evaluación de aprendizaje pre-post y una evaluación de proceso.

## Evaluación de proceso

El propósito de la evaluación de proceso es conocer en qué medida los docentes desarrollan aquellas capacidades que corresponden a los objetivos centrales del curso, es decir:

- Establecer una práctica colaborativa reflexiva de desarrollo profesional;
- Comprender el proceso de aprendizaje de los estudiantes;
- Desarrollar acciones pedagógicas coherentes que lo promuevan.

El instrumento de evaluación se aplicó a grupos de un máximo de cinco docentes en tres momentos: al inicio, en una etapa intermedia y al final del curso.

Para la evaluación se presenta un desafío científico a resolver por los distintos grupos de docentes (por ejemplo, en la evaluación inicial, deben predecir qué pasaría si se dejan caer desde la misma altura dos papeles iguales, uno de ellos extendido y el otro, doblado por la mitad). Los participantes deben, en conjunto, resolver el desafío y registrar sus ideas. El propósito de este ejercicio inicial es simplemente que los docentes se compenetren con el problema que, posteriormente, deberán analizar con respecto a la interacción con los alumnos. Justamente, la siguiente etapa consiste en la observación de un video en que un niño de 4° básico debe resolver exactamente el mismo desafío.

Sin embargo, los docentes sólo verán el video hasta un punto crítico, aquel en que el niño ya puede dar una explicación primaria sobre el fenómeno en cuestión, pero aún no resuelve el problema planteado.

A partir de lo observado -y, adicionalmente, de una transcripción del diálogo con el alumno- los docentes deben reflexionar, discutir y proponer hipótesis y acciones pedagógicas que favorezcan que el niño pueda dar el paso hacia una explicación *científica*, adecuada para un escolar de 4° básico,

Esta discusión entre los docentes está mediada por una serie de preguntas. Por ejemplo: ¿Cómo entiende el estudiante las fuerzas que están actuando en la caída del papel? ¿Qué preguntas le haría al alumno para promover la transformación de sus conceptos científicos? ¿Por qué esas preguntas fomentarían una mayor comprensión científico-conceptual?

Todas las interacciones de los docentes son grabadas; como registro base del análisis para la evaluación de proceso.

### Transcripción de las interacciones entre un escolar de 4° básico y un adulto en relación al desafío científico planteado

A: Vamos a tirar al suelo una hoja de papel estirada y otra hoja dóblala por la mitad para ver si caen o no al mismo tiempo. ¿Qué crees que va a pasar?

E: Yo digo que una puede caer como más lento, y otra más rápido porque cuando ésta está como más doblada le da como más peso y se va más rápido y en cambio ésta (la estirada) se puede ir más lento

A: A ver, hagamos la prueba (lanzas las hojas). ¿Qué pasó?

E: La doblada se fue más rápido

A: ¿Por qué crees que pasa eso?

E: Porque cuando la voy doblando, si es que la doblo así (en 4), le da como más fuerza para que, cuando se va doblando se pone más dura y eso le da más peso

A: Entonces eso le da más peso, pero, ¿qué tienen de distinta éstas dos hojas?

E: Que una está doblada

A: Y ¿qué tienen de iguales?

E: Que las dos son hojas, y son de papel

A: Sí, y ¿son (abre la hoja doblada) la misma hoja o no? (la estudiante asiente con la cabeza)

A: Entonces, son la misma hoja, y ¿qué tienen de distintas?

E: Que una está doblada y la otra esta derecha

A: Entonces, ¿cómo ésta (la estirada) va a pesar más que ésta (la doblada), si son la misma hoja?

E: Si es que, yo doblaría ésta (la estirada) serían como iguales. Pero con ésta cuando se va doblando, cuando están así (estiradas) y yo las doblo, les tiro más, pero para un lado y el otro queda con el mismo peso que tenía antes ésta.

A: Y si ésta (la hoja doblada por la mitad) la doblamos en cuatro, y la dejamos caer al mismo tiempo que ésta (la extendida) ¿qué crees que va a pasar?

E: ¿Que la doblada se va a caer como con más velocidad hacia abajo?

A: A ver, ¿hagamos la prueba? (lanzan ambas hojas). ¿Pasó lo que creías?

E: Asiente con la cabeza

A: ¿Por qué crees que las hojas de papel dobladas caerían más rápido que la estirada?

E: Porque cuando yo la doblo, a veces cuando yo he doblado en mi casa algunas a veces se me caen y caen súper rápido y algunas que se me quedan así (extendidas) y se caen súper lento.

A: ¿Por qué creerías que las estiradas caen más lentas?

E: Porque como toman más el aire, se van como así (hace gesto de hoja cayendo lento, moviéndose hacia los lados).

A: Y ¿Por qué ésta (la doblada) caería más rápido?

E: Porque ésta no toma tanto el aire, se va más para abajo, porque tiene más peso, y lo que tiene más peso, el aire no lo puede así que se va hacia abajo

A: Y si usáramos una balanza para ver la masa, ¿cuánto pesan estas hojas, ya? ¿Qué crees que pasaría?

E: Que las dos pesarían como lo mismo, porque son la misma hoja

A: Porque son la misma hoja, y ¿qué te hace pensar eso?

E: Es que, si las dos son la misma hoja, yo no digo que les cambiaría el peso solo es que cuando las doblo, se caen mucho más rápido que cuando están estiradas

A: Entonces ¿éstas hojas pesan lo mismo?

E: Sí

A: Y entonces ¿por qué ésta (la doblada) cae más rápido que ésta (la estirada)?

E: Es que el peso se va acumulando en un solo lado y en ésta esta como estirado en todo. Y cuando si es que yo la pongo doblada ésta (la estirada), y la doblo en más partes como si ésta (la doblada) la doblara más para acá, le daría más peso, porque se va acumulando el peso, en un solo lado

A: Aunque si las pesamos en la balanza, ¿pesaban?

E: Lo mismo

## Análisis y resultados

Para el análisis, las interacciones de los docentes son descritas a nivel grupal y se organizan en cinco categorías:

1. Noción de los docentes sobre el aprendizaje en ciencias;
2. Descripción que realizan los docentes sobre el pensamiento del estudiante;
3. Formulación de preguntas de los docentes al estudiante;
4. Justificación que proponen los docentes acerca del potencial de las preguntas para el desarrollo de las explicaciones científicas del estudiante;
5. Tipo de interacción predominante en los grupos de docentes.

Como ya indicado, este análisis se realiza para cada una de las aplicaciones del instrumento de evaluación (inicial, intermedio y final). El resultado de la evaluación de proceso surge, por ende, de la comparación de esos hallazgos.

### Evaluación inicial<sup>6</sup>

#### *Noción de los docentes sobre el aprendizaje en ciencias*

Los grupos no discuten de manera explícita sobre cómo ellos comprenden el aprendizaje en ciencias. Sin embargo, al reiterar la importancia de que los estudiantes “se den cuenta de lo que piensan” y del rol del pensamiento en el aprendizaje en ciencias demuestran de manera implícita, que su noción de aprendizaje está ligado a un proceso de descubrimiento. Sin embargo, al mismo tiempo insisten en que los profesores deben explicar y entregar información, induciendo así la formulación de una respuesta correcta. Por otra parte, en la mayoría de los grupos, conocimiento y habilidades son considerados como elementos independientes, y no como aspectos íntimamente relacionados de un proceso de aprendizaje.

#### *Descripción que realizan los docentes sobre el pensamiento del estudiante*

La descripción del pensamiento del estudiante en la casi totalidad de los grupos intenta ir más allá de la mera literalidad de las respuestas del alumno. Los docentes sostienen que el problema del alumno, en el ejercicio ya mencionado, reside en la contradicción de la idea de un “peso concentrado” que causaría que la hoja doblada cayera más rápido, a pesar de aceptar que ambas hojas tienen el mismo peso, y a que percibe que el aire interviene en la caída. Para estos docentes, la dificultad consiste en que al alumno *le falta el concepto* que permitiría resolver la contradicción. En otras palabras, de acuerdo a los docentes, el estudiante tiene conocimientos previos, pero carece de conceptos, entendidos como los términos que los designan. En consecuencia, no valoran la comprensión adecuada de los fenómenos si no va unida a un término correcto. Los docentes no logran describir el pensamiento perceptual del alumno, en particular la dificultad de concebir la acción del aire -cuya importancia el estudiante sí reconoce- como fuerza de roce contraria a la gravedad.

#### *Formulación de preguntas de los docentes al estudiante y la justificación de su potencial para el desarrollo de las explicaciones científicas del alumno*

La mayoría de los grupos de docentes son capaces de formular preguntas específicas para promover la reflexión del estudiante, pero no justifican claramente por qué dichas preguntas promoverían la transformación del pensamiento del estudiante. Las

<sup>6</sup> Debido a razones organizativas, esta etapa de la evaluación se realizó cuando los docentes ya habían participado en varias sesiones; por lo tanto, no corresponde de manera estricta a una evaluación *inicial*.

preguntas buscan enfrentar al alumno con el “vacío” de su conocimiento, guiándole a nociones que *le faltan*, en vez de enfrentarlo a sus contradicciones. En la mayoría de las preguntas piden que el niño formule explicaciones, sin contemplar la utilidad de poner en evidencia las contradicciones. Los grupos de docentes muestran grandes dificultades para anticipar posibles respuestas del estudiante y diseñar preguntas consecutivas que podrían llevar a la transformación del pensamiento del niño. No se tematiza en ningún caso por qué las preguntas ayudarían a transformar el pensamiento de estudiante. Al ser interpelados al respecto, los grupos indicaron que la función de las preguntas sería apoyar al niño a llegar al conocimiento, mostrándole aquello que no sabe y que no está considerando.

*Tipo de interacción predominante en los grupos de docentes*

Prácticamente todos los grupos de docentes se involucran de manera sostenida y sustantiva en la tarea. La mayoría colabora en la formulación de las respuestas, aporta y hace preguntas. En ocasiones aisladas se contraponen ideas. Los grupos, en su mayoría, hablan de manera relevante acerca de la tarea durante toda la evaluación.

En las interacciones grupales de la evaluación inicial se aprecia el predominio de una *noción de aprendizaje en ciencia* en parte empiricista, esto es, centrada en la experimentación como principal fuente de aprendizaje, una concepción que ha sido documentada como predominante en la enseñanza en ciencias a nivel mundial<sup>7</sup>. Pero también se aprecian ciertas nociones constructivistas intuitivas o no formuladas de manera clara y consiste. Se presume que el estudiante tiene preconcepciones y saberes que le ayudan a entender el problema, y que necesita pensar para aprender, pero se plantea que le falta conocimiento, información y explicaciones. Si bien aparecen rasgos del rol del pensamiento científico, no hay un vocabulario específico que aluda al aprendizaje ligado a un proceso de quehacer científico (problema, pregunta, hipótesis, descubrimiento, explicación). Subsisten, entonces, dos nociones: una vinculada al desarrollo de procesos activos de pensamiento, y otra, relacionada con la transmisión-asimilación de información. No aparecen menciones al rol del lenguaje en el aprendizaje.

En cuanto a la capacidad de describir el *pensamiento del estudiante*, los docentes reconocen que éste posee ciertas nociones basadas en experiencias y conocimientos previos, aunque le “falten las palabras” para conceptualizarlas correctamente. Se insiste, no obstante, en centrar el problema en el “déficit de conocimiento”. Solo en algunos casos, se reconoce la contradicción que expresa el estudiante.

Con respecto a la *formulación de preguntas de los docentes al estudiante y la justificación de su potencial para el desarrollo de las explicaciones científicas del alumno*, se hacen preguntas específicas que demandan explicaciones que apuntan a aquellas nociones que el estudiante muestra no conocer. No hay un fundamento claro sobre el potencial transformador de las preguntas. Tampoco aparece la anticipación de posibles respuestas del niño, ni la elaboración de una secuencia de preguntas consecutivas.

En lo referente al *tipo de interacción predominante en los grupos de docentes*, en general, las interacciones son sostenidas, sustantivas y de carácter colaborativo. Aun teniendo ideas diferentes, más que explorarlas (lo que ocurre puntualmente), se tiende a acordar y sumar contribuciones. Esto en sí mismo aparece como una potencialidad importante para el proceso de aprendizaje del grupo durante el curso.

<sup>7</sup> cfr. Rosalind Driver; Paul Newton; Jonathan Osborne, “Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms”, *Science Education*, vol. 84, 3, 2000

## Evaluación intermedia

### *Noción de los docentes sobre el aprendizaje en ciencias*

La noción implícita, en la mayoría de los grupos de docentes, es que los estudiantes necesitan plantearse preguntas y problemas para avanzar en la comprensión y llevar a cabo un proceso activo de indagación. La necesidad de que los alumnos reciban información aparece ahora menos marcada que en la evaluación inicial; y cuando se menciona, está supeditada a contribuir a un proceso activo de construcción de conocimiento. En contraste con la evaluación inicial, en que se insistía en la necesidad de que el profesor entregue conocimientos correctos, ahora se percibe una apropiación de la noción de aprendizaje como un proceso activo de construcción en que la figura del docente es clave, pero no como transmisor, sino como quien diseña y propone a los estudiantes la experiencia indagatoria.

### *Descripción que realizan los docentes sobre el pensamiento del estudiante*

En este eje no se observan avances consistentes. Los grupos tienen dificultad para ponerse en el lugar del niño y describir concretamente cómo piensa, qué preconcepciones le impedirían avanzar. La mayoría de los docentes afirman que el estudiante tiene preconcepciones. Algunos grupos de docentes sostienen que esas nociones le impedirían comprender el problema (como la noción de “peso”). En el diálogo, se refieren a lo arraigado de las preconcepciones de los estudiantes, cuestión que no se había mencionado en la evaluación anterior.

### *Formulación de preguntas de los docentes al estudiante y la justificación de su potencial para el desarrollo de las explicaciones científicas del alumno*

Se observa consistentemente que las preguntas que exigen nuevas *explicaciones* son reemplazadas por el planteamiento de *nuevas experiencias* que interpelen al estudiante a pensar por sí mismo acerca de la situación y abandonar sus preconcepciones. Los docentes demuestran que comprenden que las situaciones de experimentación tienen un potencial para transformar preconcepciones. Sin embargo, tienen dificultades para elaborar preguntas específicas en el contexto de estas experiencias. En el grupo en el que sí se formulan, no se define con claridad para qué y en qué sentido las preguntas serían efectivas para promover la transformación del pensamiento del estudiante.

### *Tipo de interacción predominante:*

A diferencia de la evaluación inicial, si bien todos los grupos se involucran sustantivamente, algunos lo hacen de manera más sostenida que otros. Se observan interacciones más co-constructivas que intentan contribuir a la construcción de explicaciones. En los grupos no se registran discusiones en que se defiendan puntos de vista distintos.

Las interacciones grupales de la evaluación intermedia se aprecia el predominio de una *noción de los docentes sobre el aprendizaje en ciencias* que ha avanzado desde la evaluación inicial. Los grupos dan cuenta de una noción de aprendizaje activo y constructivo que no se confunde con una noción receptiva de aprendizaje. Prácticamente no se plantea la idea de que al estudiante le “falte conocimiento”, sino que, al contrario, tiene preconcepciones muy enraizadas que se deben transformar con experiencias concretas indagatorias. Se ha abandonado, entonces, la noción de aprendizaje como la transmisión-asimilación de información y se manifiesta una noción de aprendizaje íntimamente ligada al desarrollo de procesos activos de pensamiento.

No se observan avances claros en la capacidad de *describir el pensamiento del niño*, con excepción del reconocimiento y la valoración del rol de las preconcepciones de los estudiantes. Se observa una toma de conciencia y un asombro sobre lo arraigadas de las preconcepciones y cómo éstas pueden impedir la transformación del pensamiento del estudiante, si no son identificadas y se trabaja sobre ellas.

Se detecta un cierto avance en la *formulación de preguntas* de los docentes al estudiante y la *justificación de su potencial para el desarrollo de las explicaciones científicas del alumno*, en el sentido de que se abandonan las preguntas que exigen más explicaciones, y que se plantea la necesidad de presentar nuevas o distintas experiencias de indagación. No aparecen formulaciones específicas de preguntas clave.

Con respecto al *tipo de interacciones predominantes*, en general, se trata de interacciones sostenidas y sustantivas, de carácter colaborativo. Hay grupos que se distraen por períodos prolongados. Aun teniendo ideas diferentes, más que profundizarlas, se tiende a buscar consensos y sumar contribuciones, en vez de discutirlos. No se observan avances claros.

## Evaluación final:

### *Noción de los docentes sobre el aprendizaje en ciencias*

Los grupos se refieren al aprendizaje como un proceso de construcción (en un grupo le llaman *descubrimiento*) de significados, guiada y colaborativa. Prácticamente todos los grupos asignan un rol central a las preguntas, considerándolas como vehículos clave de aprendizaje. Aunque en las evaluaciones previas se había mencionado el término “construcción”, ahora se define este proceso claramente como *construcción de significados*, realizado, a la vez, de manera colectiva y guiada. Ya no aparece la noción de transmisión de conocimiento, como ocurría en la evaluación inicial. Así, se confirma una apropiación de la noción de aprendizaje como un proceso activo de construcción en que la figura del docente es quien propone el diseño de la experiencia indagatoria, y en la que el colectivo juega un papel fundamental.

Se observa, entonces, cierto grado de profundización de la noción de aprendizaje como proceso activo en comparación con la evaluación inicial, y colectivo, en comparación con la evaluación intermedia.

### *Descripción que realizan los docentes sobre el pensamiento del estudiante*

Se observan claros avances. En esta oportunidad, todos los grupos son capaces de describir con detalle el pensamiento del estudiante y sus contradicciones. En la evaluación intermedia se reconocía la existencia de preconcepciones firmes, pero sin describirlas. Ahora, los docentes muestran capacidad para ponerse en el lugar del estudiante. Todos los grupos transitan del foco del déficit de conocimiento a la concepción de que el estudiante comprende, tiene nociones clave, y realiza un proceso bien encaminado, aunque con ciertas dificultades.

### *Formulación de preguntas de los docentes al estudiante y la justificación de su potencial para el desarrollo de las explicaciones científicas del alumno*

Consistente con la evaluación intermedia, más que preguntas, los docentes proponen experiencias de indagación nuevas que enfrenten al estudiante con sus contradicciones. Ahora, sin embargo, la mayoría de los grupos formula experiencias concretas y pertinentes, que realmente tienen potencial de transformar conceptos. Además, las preguntas en el contexto de actividades de indagación en la mayoría de los grupos no sólo son pertinentes, sino que tienen un potencial de transformación.

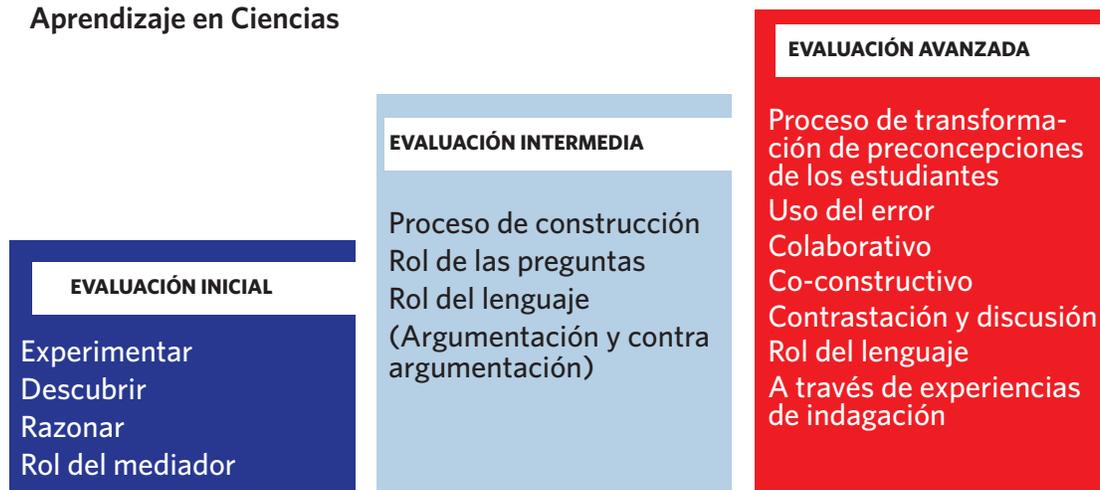
### *Tipo de interacción predominante:*

De manera similar a la evaluación intermedia, los grupos se involucran sustantivamente, pero algunos lo hacen de manera más sostenida que otros. Es común, en todo caso, observar interacciones más co-constructivas que intentan contribuir a la construcción de explicaciones. No se observan discusiones ni defensas de distintos puntos de vista.

En síntesis, en las interacciones grupales de la evaluación final se aprecia un avance claro en aspectos muy relevantes, lo que indica que, como grupo, se involucraron en un proceso consistente de transformación. Con respecto a la *noción de los docentes sobre el aprendizaje en ciencia*, se evidencia un cambio desde una visión que combinaba una noción de aprendizaje como transmisión-incorporación de conocimiento y de un proceso de transformación y pensamiento, a una noción de aprendizaje como construcción de significados, colectiva y guiada. Esta se realiza mediante la participación activa en experiencias de indagación, en las cuales las preguntas juegan un papel central. Si bien en la evaluación

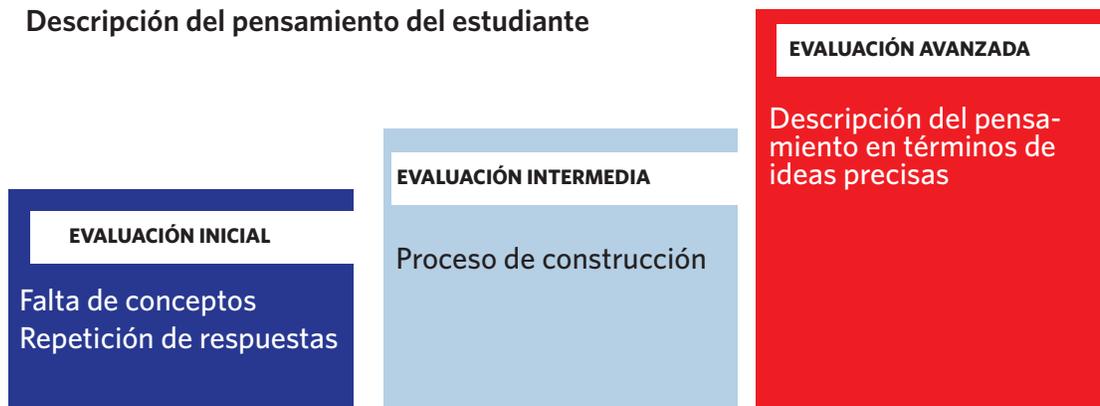
inicial los profesores ya podían dar cuenta de ciertas nociones generales de aprendizaje como descubrimiento y proceso de pensamiento, no podían formular ideas más específicas al respecto. A diferencia de la evaluación intermedia, ahora el proceso de construcción ya no es presentado de manera genérica. Se tiene una noción clara de que este proceso dependerá del tipo de intervenciones del adulto: colaboración, co-construcción, preguntas. Las referencias a la *falta de concepto* han dado paso a referencias a la *presencia de un proceso* descrito de manera específica. El proceso se ilustra en el siguiente cuadro:

### Aprendizaje en Ciencias



Con respecto al *pensamiento del estudiante*, recién en la evaluación final se logra una descripción precisa y suficiente riqueza, centrada ya no en el déficit de conocimiento, sino en el proceso de construcción. Es interesante constatar cómo los docentes progresaron de una visión centrada en las carencias de conocimiento y la relevancia de los términos, a una valoración de la comprensión que muestran los niños en el proceso de aprendizaje, más allá del uso correcto de los términos.

### Descripción del pensamiento del estudiante



Se muestran claros avances en la *formulación de preguntas de los docentes al estudiante y la justificación de su potencial para el desarrollo de las explicaciones científicas del alumno*. Mientras en la evaluación intermedia los grupos de docentes ya eran capaces de plantear la necesidad de proponer nuevas experiencias a los estudiantes, en la evaluación final van más allá, diseñando experiencias concretas, pertinentes y relevantes. Además, la mayoría de los grupos formula preguntas coherentes con esas experiencias y con alto potencial para promover la transformación de conceptos. Estas preguntas se diferencian radicalmente de aquellas de la evaluación inicial, centradas en la formulación de explicaciones y clarificaciones.

## ¿Qué preguntas le haría?

### EVALUACIÓN INICIAL

No formulan preguntas específicas

### EVALUACIÓN INTERMEDIA

No formulan algunas preguntas específicas, pero manifiestan la necesidad de contrastar estudiantes con sus propias creencias a través de nuevas situaciones.

(Ayudar a los estudiantes para que por sí mismos construyan respuestas)

### EVALUACIÓN AVANZADA

Formulan preguntas precisas, siguiendo como criterios:

- partir de las palabras de los estudiantes;
- enfrentarlos a sus contradicciones o nuevas evidencias

(¿Qué pasaría sí? ¿por qué no está involucrada la gravedad? ¿por qué tú no te elevas?)

En cuanto a *por qué estas preguntas promueven el aprendizaje*, los grupos son capaces de atribuir el potencial de aprendizaje de las preguntas al hecho de que éstas enfrentarían a los estudiantes con sus propias contradicciones y preconcepciones, impulsando un proceso de transformación. Además, se plantea que las preguntas orientan esta transformación en una senda de descubrimiento.

## ¿Por qué estas preguntas promueven el aprendizaje?

### EVALUACIÓN INICIAL

Dificultad para justificar:

- comprender mejor en general
- guiar hacia las respuestas correctas
- sirve para tener nuevas experiencias y comparar
- tener nuevas hipótesis

### EVALUACIÓN INTERMEDIA

Prácticamente no se discute

### EVALUACIÓN AVANZADA

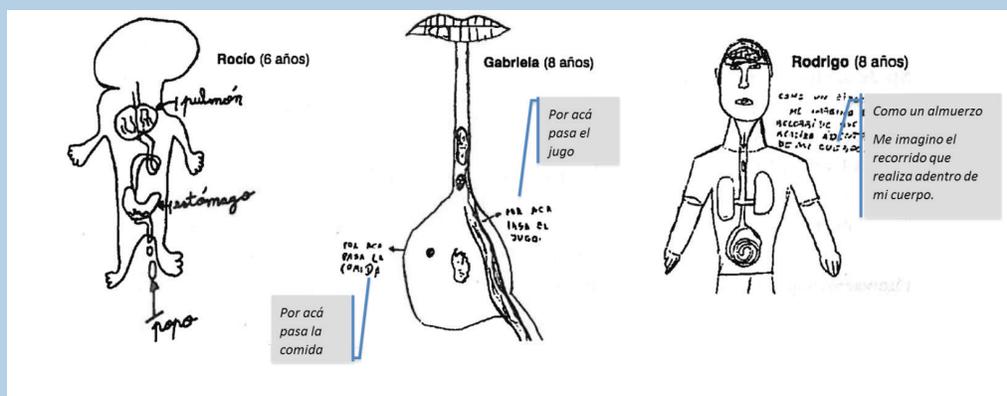
Preguntas desafían y promueven el conflicto interno, y dan orientaciones o pistas para continuar la búsqueda (sin dar respuestas)

Promueven metacognición

## Evaluación de aprendizaje pre-post

Para esta evaluación se creó un instrumento que consiste en una prueba escrita que se aplicó al inicio y final del curso de especialización de nivel intermedio. Se trata de un instrumento único, previamente pilotado para garantizar que los ítems sean de nivel de dificultad y discriminación adecuados y, en conjunto, confiable. Incluye preguntas cerradas y de respuestas breves, y se incorporan ítems con estímulos de distinto grado de extensión y carácter. Por ejemplo, se describen situaciones de aula, situaciones de la vida cotidiana, extractos de prensa, entre otros. La prueba definitiva consta de 24 ítems comunes y 3 específicos de acuerdo los distintos niveles en que enseñan los docentes (educación parvularia, básica y media). De este total de ítems, 5 son de respuesta abierta breve, mientras 22 son de respuesta múltiple. A continuación, un ejemplo de pregunta abierta de respuesta breve.

A partir de las tres representaciones (preconcepciones, ideas intuitivas) del “recorrido que hace la comida en el cuerpo” realizadas por escolares entre 6 y 8 años<sup>41</sup> que se presentan a continuación:



Compare las representaciones de Rocío y de Rodrigo respecto del “recorrido de la comida en el cuerpo”.

- ¿Qué tienen en común?
- ¿Cuál o cuáles son las diferencias?

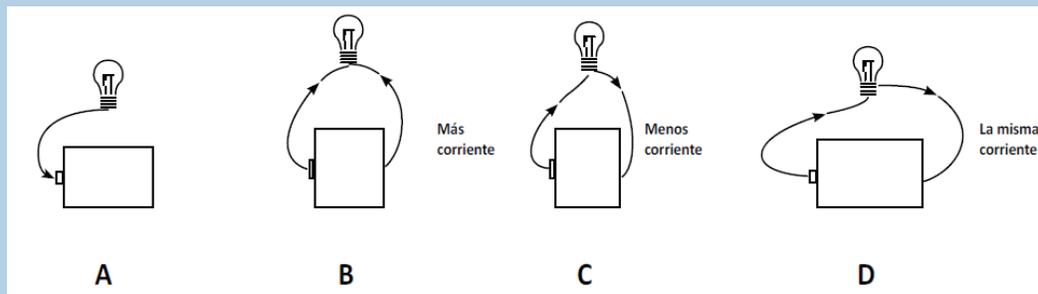
Rúbrica	<p><b>Respuesta totalmente correcta:</b></p> <p>a. La respuesta incluye las ideas siguientes:</p> <p>En ambos modelos aparece una vinculación entre el tubo digestivo y los pulmones. No hay evidencia de vinculación del tubo digestivo con el sistema circulatorio.</p> <p>B. La respuesta incluye las ideas siguientes:</p> <p>La representación de Rocío corresponde a un modelo abierto, pues se percibe un tubo con una apertura superior y una apertura inferior.</p> <p>La representación de Rodrigo corresponde a un modelo cerrado, o de bolsa, que carece de salida y el estómago aparece como el órgano central.</p> <p>El modelo de Rocío incluye órganos diferenciados, en cambio el de Rodrigo solo contempla una bolsa.</p>
	<p><b>Respuesta parcialmente correcta o incompleta:</b></p> <p>a. Se hace alusión solo a la vinculación-en ambos modelos- con los pulmones, o bien solo a la ausencia de vinculación con el sistema circulatorio.</p> <p>b. La respuesta refiere sólo a una diferencia entre ambos modelos: Sistema cerrado o bolsa (Rodrigo, D) y sistema abierto, (Rocío, A), sin referirse a la presencia (Rocío) o ausencia (Rodrigo) de órganos diferenciados o viceversa.</p>

En conjunto se espera que los ítems evalúen los siguientes objetivos:

- Comprender y valorar la ciencia como el resultado de una actividad humana, realizada a través de distintos procedimientos, que se constituye como un cuerpo de conocimientos, empírico, dinámico, susceptible a cambios frente a nueva evidencia e influido por el contexto político, social y cultural donde se desarrolla.
- Comprender que la enseñanza de las ciencias contribuye a la alfabetización científica de los estudiantes para que estos participen de manera informada en la toma de decisiones con base científica que influyan en su bienestar personal, el de su comunidad y del medio ambiente.
- Comprender la indagación científica como un componente esencial del quehacer científico que se proyecta como enfoque de enseñanza que permite a los estudiantes alcanzar el desarrollo y la comprensión de ideas científicas involucrándolos en los procedimientos propios del hacer ciencias.
- Desarrollar recursos educativos con foco en la indagación científica reconociendo su potencialidad y pertinencia para ser utilizados en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias naturales en el contexto local.
- Reflexionar sobre las propias prácticas evaluativas en el marco del modelo de evaluación para el aprendizaje con el fin de proponer y elaborar estrategias de evaluación en ciencias naturales coherentes con la indagación científica.
- Promover el uso de herramientas metodológicas que estimulen la reflexión y la investigación sobre la práctica pedagógica para el mejoramiento continuo de los procesos de enseñanza y aprendizaje en un espacio de trabajo colaborativo entre docentes de distintos niveles educativos.

Varios investigadores han estudiado las respuestas tempranas (preconcepciones, modelos mentales) de niños y niñas frente a la electricidad. Los estudios reportan los siguientes modelos o representaciones de los alumnos cuando se les plantea el desafío de que, utilizando una batería, cables y ampolleta, logren que esta se encienda.

Las flechas indican el sentido que tendría la corriente.



Seleccione el modelo de la figura C y proponga una actividad que posibilite a los estudiantes que tienen esa preconcepción confrontar sus ideas con evidencias que resultan de la indagación.

Rúbrica	<p><b>Respuesta totalmente correcta:</b></p> <p>La propuesta incluye una actividad para confrontar la preconcepción de los estudiantes que adscriben al modelo C de "corriente atenuada", es decir, que la ampolleta consume corriente y por eso hay menos en el cable que vuelve a la pila.</p> <p>La actividad propuesta contempla la realización de actividades como, por ejemplo, poner más de una ampolleta en el circuito, de tal manera que los estudiantes constaten que la intensidad de la luz de las ampolletas es la misma y se enfrenten así a una contradicción con su preconcepción.</p>
	<p><b>Respuesta parcialmente correcta o incompleta:</b></p> <p>La respuesta esboza una actividad que se contrapone a la preconcepción de los estudiantes que adscriben al modelo C, sin embargo, no muestra cómo esa actividad es efectivamente contraintuitiva. Menciona, por ejemplo, que los estudiantes armarán circuitos con más de una ampolleta, pero no explica cómo las observaciones de esa actividad se contraponen con la preconcepción.</p> <p>O bien, la respuesta define con precisión cuál es la preconcepción de los estudiantes que adscriben a este modelo, sin embargo, la actividad propuesta no muestra cómo podrá entregar evidencias que contradicen las preconcepciones de los estudiantes.</p>

Como primer paso de la construcción del instrumento, se elaboró la tabla de especificaciones de la prueba. Esta consiste en la especificación de los objetivos de aprendizaje a evaluar, los contenidos, el tipo de habilidad cognitiva, la cantidad de ítems respectivos y la ponderación en la prueba total. A partir de esta tabla, se construyeron 33 ítems (24 comunes y 3 específicos para cada nivel) y una rúbrica que fue probada para realizar una revisión evaluativa de los resultados del test.

La aplicación piloto se realizó con 17 estudiantes de 10° semestre de la carrera de Educación Básica, mención Ciencias, de la Universidad Alberto Hurtado. Los resultados Como primer paso de la construcción del instrumento, se elaboró la tabla de especificaciones de la prueba. Esta consiste en la especificación de los objetivos de aprendizaje a evaluar, los contenidos, el tipo de habilidad cognitiva, la cantidad de ítems respectivos y la ponderación en la prueba total. A partir de esta tabla, se construyeron 33 ítems (24 comunes y 3 específicos para cada nivel) y una rúbrica que fue probada para realizar una revisión evaluativa de los resultados del test.

La aplicación piloto se realizó con 17 estudiantes de 10° semestre de la carrera de Educación Básica, mención Ciencias, de la Universidad Alberto Hurtado. Los resultados mostraron que, en general, los ítems elaborados eran claros y que la prueba se podía responder en aproximadamente 2 horas. Luego del piloto, se introdujeron las modificaciones necesarias para formular la versión definitiva.

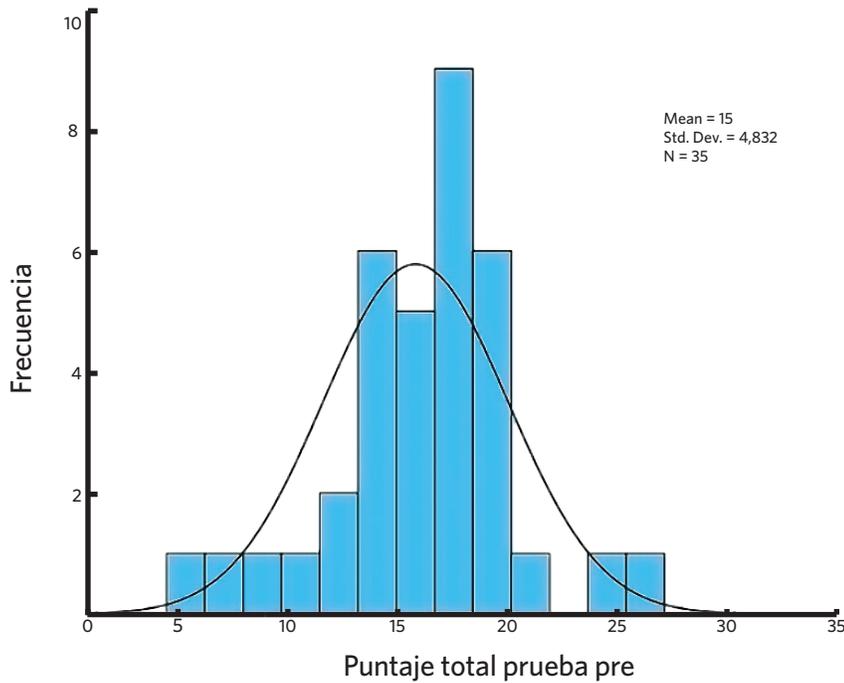
#### *Análisis psicométrico*

Se realizaron análisis psicométricos, tanto para el pre test como para el post test, para evaluar la calidad del instrumento. Los análisis se realizaron sobre los 30 casos que rindieron el test. Esos resultados son provisionales debido a que el escenario ideal es contar sobre 80 casos. Estos análisis incluyeron una valoración del grado de dificultad y discriminación, confiabilidad y dimensiones, y de distractores.

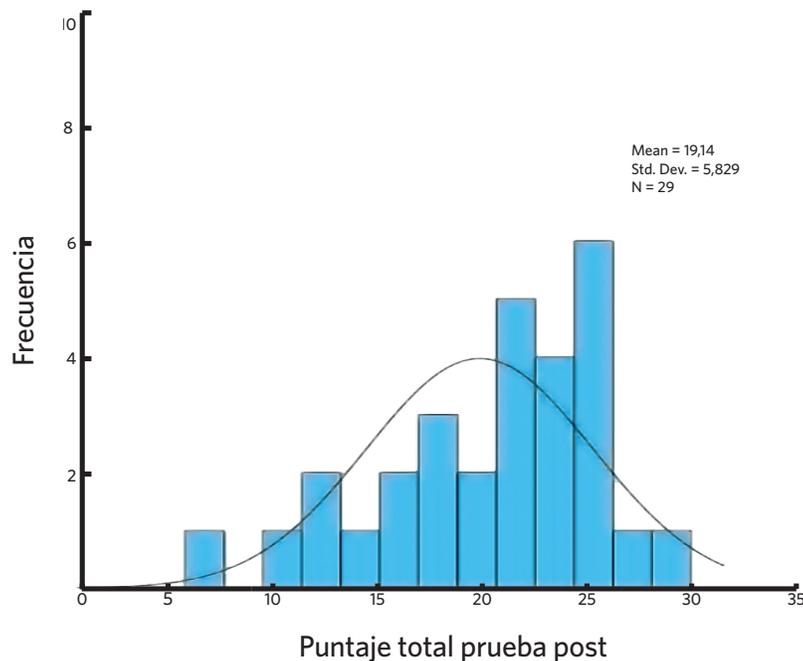
#### *Resultados*

La prueba *pre* fue rendida por 35 docentes. El puntaje mínimo obtenido fue de 3 puntos y el máximo, de 26, sobre un máximo posible de 31 puntos. El promedio fue de 15 puntos

(lo que corresponde a un 48.4% de logro), con una desviación típica de 4,8 puntos. Como se muestra en el gráfico, la distribución tiende a ser normal.

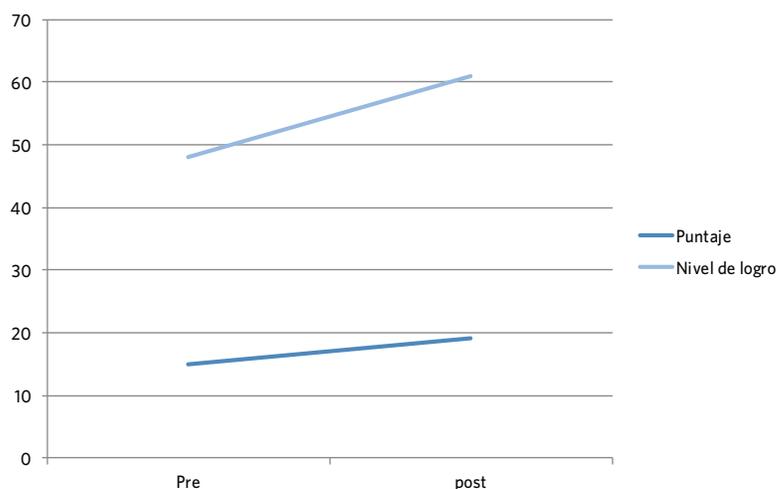


La prueba *post* fue rendida por 30 docentes. El puntaje mínimo obtenido fue de 5 puntos y el máximo, de 28, sobre un máximo posible de 31 puntos. El promedio fue de 19,14 puntos (lo que corresponde a un 61.7% de logro), con una desviación típica de 5,8 puntos. La distribución tiende a ser normal, aunque, como se puede esperar, levemente tendiendo hacia el puntaje máximo.



Se observa, entonces, un claro avance entre los puntajes pre y post (3,59 puntos promedio) que representa un 13,3% de nivel de logro en promedio:

### Avance pre-post en nivel de logro



Si diferenciamos por nivel educativo en el que se desempeñan los docentes, en educación parvularia, el puntaje total mínimo obtenido en el post-test es de 5; el máximo, 27; y la media es de 18 puntos (58% de logro), un avance de 4,33 puntos en promedio. En Educación Básica, el puntaje mínimo fue 8; el máximo, 28; con una media de 18,22 (58,7% de logro); un aumento de 3,59 puntos en promedio. En Educación Media, el puntaje mínimo fue 24 y el máximo 25, con una media de 24,3 puntos (78,38% de logro), un crecimiento de 1,3 puntos en promedio. Así, mientras los docentes de parvularia y básica muestran avances bastante parejos, es notable el mayor porcentaje de logro promedio que obtienen los docentes de educación media. Sin embargo, como ese porcentaje también era más alto en el pre-test, el avance fue, comparativamente, menor.

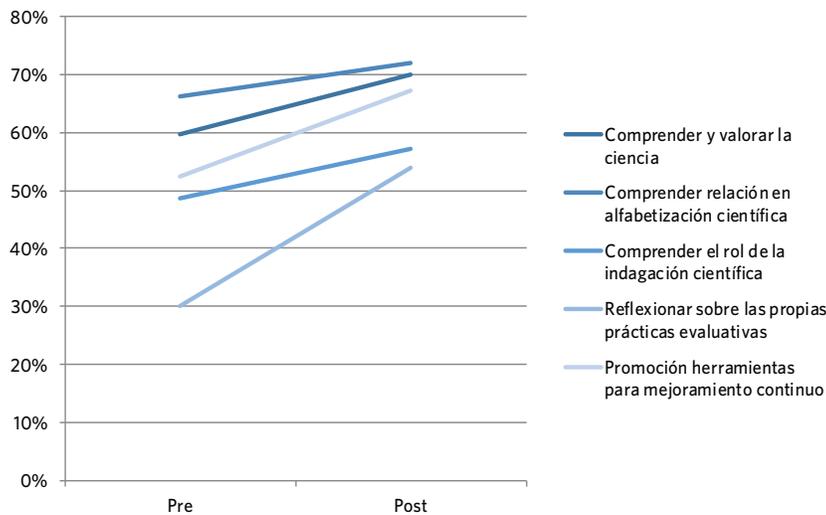
### Porcentaje de logro por objetivo de aprendizaje

Nº	Objetivo de aprendizaje	Nivel de logro promedio pre	Nivel de logro promedio post	Cantidad de preguntas
1	Comprender y valorar la ciencia como el resultado de una actividad humana, realizada a través de distintos procedimientos, que se constituye como un cuerpo de conocimientos, empírico, dinámico, susceptible a cambios frente a nueva evidencia e influido por el contexto político, social y cultural donde se desarrolla.	59,6%	70%	3 (1-3)
2	Comprender que la enseñanza de las ciencias contribuye a la alfabetización científica de los estudiantes para que estos participen de manera informada en la toma de decisiones con base científica que influyan en su bienestar personal, el de su comunidad y del medio ambiente.	66,2%	72%	5 (4-8)
3	Comprender la indagación científica como un componente esencial del quehacer científico que se proyecta como enfoque de enseñanza que permite a los estudiantes alcanzar el desarrollo y la comprensión de ideas científicas involucrándolos en los procedimientos propios del hacer ciencias. Desarrollar recursos educativos con foco en la indagación científica reconociendo su potencialidad y pertinencia para ser utilizados en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias naturales en el contexto local.	48,7%	57,26%	14 (9-19 + 25-27)

4	Reflexionar sobre las propias prácticas evaluativas en el marco del modelo de evaluación para el aprendizaje con el fin de proponer y elaborar estrategias de evaluación en ciencias naturales coherentes con la indagación científica.	30%	54%	2 (20, 21)
5	Promover el uso de herramientas metodológicas que estimulen la reflexión y la investigación sobre la práctica pedagógica para el mejoramiento continuo de los procesos de enseñanza y aprendizaje en un espacio de trabajo colaborativo entre docentes de distintos niveles educativos.	52,5%	67,25%	3 (22-24)

Como se aprecia en el siguiente gráfico, el mayor avance se observa en el objetivo de aprendizaje ligado a la reflexión en torno a las prácticas pedagógicas y promoción de herramientas para el mejoramiento continuo; y el menor, en la comprensión del rol de la enseñanza en ciencias en la promoción de alfabetización científica. En ese último aspecto, los profesores iniciaron el curso con un grado de competencia alto. En cualquier caso, se aprecia un avance y logro en todos los objetivos.

#### Avance pre-post en términos de nivel de logro por objetivo de aprendizaje



En términos de los avances evidenciados en la *evaluación de proceso*, este grupo muestra claras fortalezas que contrastan con los resultados más limitados en la evaluación pre post. Es probable que el mayor potencial de desempeño haya inducido a los participantes a dudar más en el test escrito y a cometer más errores. Esta paradoja podría ser un signo de lo que Karmiloff-Smith concibe como un punto esperable del logro de maestría conductual al inicio de un proceso de desarrollo, que no se condice con el nivel representacional. A medida que el manejo representacional aumenta, sostiene la autora, y justamente por eso, se tiene más dudas en el desempeño, lo que lleva a una mayor propensión al error que cuando se sabe menos.<sup>9</sup>

En síntesis, tanto la evaluación escrita pre-post, como la evaluación de proceso, muestran que los docentes se encuentran en un proceso de aprendizaje y avances consistentes. Estos aprendizajes deben ser profundizados y consolidados, y para eso la práctica, y el análisis de ésta en función de lo aprendido, es central. Destaca el logro de una noción de la enseñanza y el aprendizaje como un proceso indagatorio, respetuoso del pensamiento de los niños y tendiente a su transformación, que debe ser promovido por un diseño cuidadoso de actividades y experiencias, y por uso de preguntas clave.

9 Karmiloff-Smith, Annette, Más allá de la modularidad: la ciencia cognitiva desde la perspectiva del desarrollo, Alianza Editorial, Madrid, 1994

## Muestras comunales de aprendizaje

### Instancias de aprendizaje, evaluación y ejercicio ciudadano

La Muestra Comunal de Aprendizaje es una actividad en la que escolares y docentes presentan ante la comunidad sus aprendizajes y, especialmente, la forma en que estos se lograron.

Esta posibilidad de compartir el trabajo escolar con padres, apoderados y vecinos de la comuna, se organiza según los criterios de la “Clase Magistral”, actividad importante en el modelo pedagógico de la indagación para la enseñanza de las ciencias. En las Muestras Comunales realizadas en el marco de este programa los docentes y estudiantes de las diferentes escuelas de la comuna instalaron módulos apropiados para compartir sus aprendizajes en locales de fácil acceso para la comunidad. En los módulos referidos, los escolares, emulando el rol de docente en la clase indagatoria, invitan a los visitantes a participar en las actividades ofrecidas y les incentivan a formular predicciones o a ensayar posibles respuestas al problema planteado. El formato *clase magistral*, presentado en las Muestras Comunales, posibilitó la interacción entre escolares y visitantes y difundió las ideas centrales del modelo indagatorio para la educación en ciencias.

Los docentes anfitriones tuvieron la posibilidad de relacionarse con sus pares de otras escuelas y comunas y discutir con ellos las ventajas del modelo y los requisitos necesarios para su aplicación en el aula.

El estilo de implementación de la Muestras Comunales favorece el acercamiento de padres y apoderados al trabajo de la comunidad escolar e instala la inquietud de participar, más allá de aspectos meramente formales, en el quehacer pedagógico y sus posibilidades de apoyar a los escolares en el logro de sus aprendizajes.



Escolares participan en Muestra Comunal de Aprendizajes de Independencia (cohorte 1)

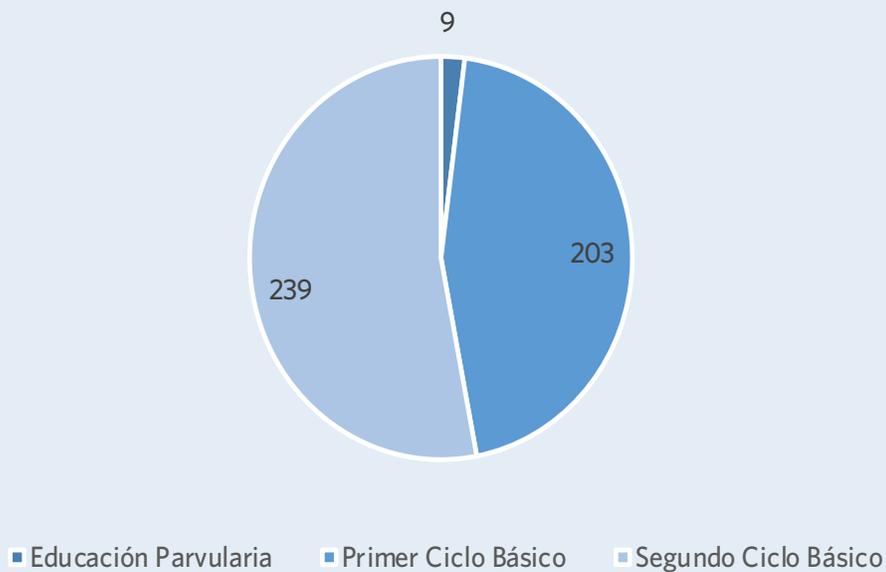
## Muestra Comunal de Aprendizajes de Huechuraba (cohorte 1)

La Muestra de Aprendizajes de Estudiantes se realiza en la jornada del día 19 de mayo en el Gimnasio Municipal de la comuna de Huechuraba, mientras que la de los docentes participantes del curso ICEC-UAH se efectúa en la biblioteca del Centro Educacional de Huechuraba.

La Muestra de aprendizajes de los estudiantes se extiende entre las 10:30 y las 12:30 horas, recibiendo a 451 estudiantes visitantes junto a docentes y apoderados acompañantes, de seis establecimientos de la comuna, los que se concentran principalmente en los niveles primer y segundo ciclo de educación básica.

El gráfico siguiente muestra la representación de visitas a la muestra de aprendizajes de estudiantes:

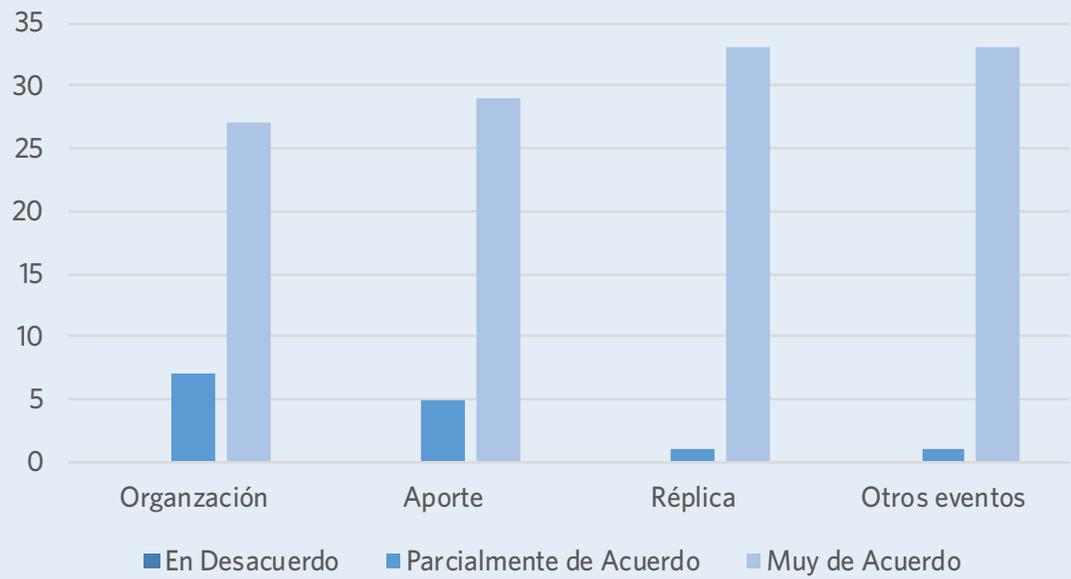
### Estudiantes Visitantes - Huechuraba



Entre las 15:30 y las 17:30 horas se realiza de la Muestra de Aprendizajes de docentes de la Comuna, participantes del Curso ICEC-UAH, recibiendo la visita de colegas, autoridades de la Comuna y de la Universidad Alberto Hurtado.

Se le solicita a quienes visitan la muestra que expresen su opinión sobre la Muestra, utilizando los criterios: Organización de la Muestra, Aporte de el o los Talleres visitados, su opinión sobre la replicación de eventos de este tipo y su interés por asistir a eventos similares. A continuación, se presentan gráficamente las respuestas:

## Evaluación de Muestra - Huechuraba

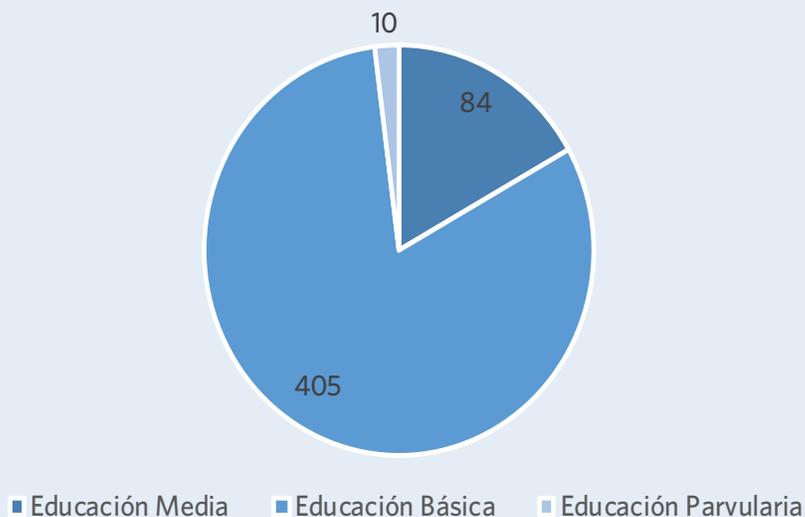


## Muestra Comunal de Aprendizajes de Independencia (cohorte 2)

La Muestra Comunal de Aprendizajes, se realiza el 22 de noviembre en el Liceo San Francisco de Quito, de la comuna de Independencia. La Muestra se extiende entre las 10:00 y las 13:00 horas, recibiendo a 506 visitantes, entre los que se cuentan delegaciones de estudiantes de establecimientos educacionales de la comuna, docentes y apoderados acompañantes, y autoridades comunales. Los estudiantes visitantes provienen de siete establecimientos de la comuna.

El gráfico siguiente muestra la representación de visitas a la muestra de aprendizajes de estudiantes:

Estudiantes Visitantes- Independencia



Los asistentes destacan la muestra con una valoración positiva al evento destacando opiniones como: "...Los niños ven más valorado su trabajo y se involucran con este"; "Me gustaría que se realice a lo menos dos veces al año".



## Congresos

Como parte del programa ICEC-UAH-MINEDUC se realizaron dos congresos, uno por cohorte, “Compartiendo experiencias de indagación científica para enseñar y aprender ciencias”.

Se convocó a educadoras de Párvulos, profesores de ciencias de Educación Básica y de Educación Media, estudiantes de Pedagogía en Ciencias, investigadores y expertos en educación en ciencias. Los docentes del Curso ICEC-UAH fueron invitados en forma preferencial.

El objetivo general de estos eventos es promover la reflexión y el intercambio entre estudiantes de pedagogía, docentes e investigadores en educación del ámbito nacional e internacional. El eje de la actividad se centró en torno a la indagación para la educación en ciencias y la generación de comunidades de aprendizaje que contribuyan al mejoramiento continuo de la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias.

Como objetivos específicos, se buscó promover el desarrollo de competencias profesionales para la enseñanza de las ciencias basada en la indagación, con énfasis en el desarrollo de habilidades del pensamiento científico y competencias ciudadanas y motivar la generación de redes colaborativas entre docentes, científicos e investigadores en educación.

En el segundo de estos congresos, a modo de ejemplo, expertos presentaron ponencias y los participantes tuvieron la oportunidad de debatir con los panelistas y exponer visiones y propuestas en relación con el mejoramiento de enseñanza y el aprendizaje de las ciencias. Se realizaron diversos talleres simultáneos de indagación a cargo de académicos, científicos y estudiantes de las carreras de Pedagogía en Biología y Ciencias Naturales y de la Mención Ciencias de Educación Básica de la UAH.

En la segunda parte del congreso, se presentó una “Muestra de aprendizajes docentes”, a cargo de educadoras y profesores, tanto de la cohorte 1 como de la cohorte 2, quienes pudieron compartir aprendizajes logrados en el curso del Programa ICEC.

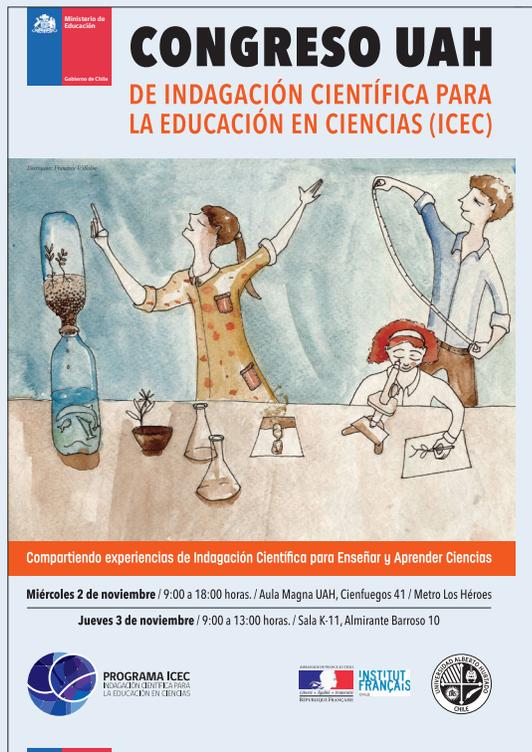
Se presentaron tres ponencias, nueve *posters* y tres muestras didácticas centradas en temas como: diseño del aprendizaje indagatorio; ejecución de la estrategia indagatoria en la clase de ciencias; reflexión pedagógica sobre la secuencia didáctica; proyectos de investigación-acción desarrollados en el curso; reflexiones sobre el cuaderno de ciencias, entre otros.

Estudiantes de la carrera de Pedagogía en Biología y Ciencias Naturales de la UAH presentaron siete *posters* elaborados en el Laboratorio de Indagación Científica en Biología Animal.

En las listas de asistencia a los congresos se registraron docentes del curso de Especialización de nivel intermedio ICEC, docentes de ciencias de otras escuelas y colegios de la Región Metropolitana y otras regiones, estudiantes de Pedagogía en Ciencias, académicos y científicos.

Los docentes asistentes, se desempeñan en establecimientos municipales, particulares subvencionados y particulares pagados. Los académicos provienen de la Universidad de Chile, Universidad Cardenal Silva Henríquez, Universidad de las Américas y Universidad Alberto Hurtado. También asistieron representantes de instituciones como el DEMRE, MINEDUC, SECREDOC y Corporación del Arzobispado de Santiago.

La realización de los congresos contó con el apoyo de la carrera de Pedagogía en Biología y Ciencias Naturales especialidad en indagación científica escolar de la UAH.



Afiche del segundo congreso del programa ICEC UAH Mineduc

## Actividades del Congreso

### Conferencias

#### *“Indagación para enseñar y aprender ciencias: un ejemplo”*

Patricia López Stewart,  
Universidad Alberto Hurtado.

El modelo de indagación científica como enfoque didáctico busca contribuir a que niñas, niños y jóvenes accedan a una educación en ciencias de calidad que le facilite el acceso al conocimiento y desarrollen habilidades de pensamiento para la construcción de sus saberes, aproximándose al dominio de contenidos y conceptos propios de la ciencia. Los saberes y habilidades que niñas y niños adquieren con el modelo indagatorio se traducen en competencias que promueven y facilitan la integración al conjunto ciudadano y favorecen la cohesión social mediante el trabajo colaborativo y solidario, la comprensión de la diversidad y la necesidad de proteger el medio ambiente.

El ejercicio metódico de la indagación, como modelo pedagógico, favorece el desarrollo de la reflexión, el pensamiento crítico, la argumentación y la formulación de juicios fundamentados. Estas características enriquecen el trabajo en el aula y se proyectan como instrumentos necesarios para la vida ciudadana y la integración y la cohesión social.

A través de ejemplos, se muestra cómo las clases de ciencias indagatorias pueden contribuir a que niñas, niños y jóvenes desarrollen el pensamiento científico, aprendan ciencias y se formen como ciudadanos reflexivos que puedan participar activamente en la construcción de una sociedad mejor.

#### *“El desacuerdo para aprender juntos en el aula de ciencias”*

Elisabeth Plé, Université Reims Champagne Ardenne, Francia.

A menudo decimos que las actividades científicas en la escuela desarrollan el lenguaje y la capacidad de “vivir juntos”. Sin embargo, este proceso no es automático.

A través de tres ejemplos de situaciones de clase con niños de 4 a 15 años, analizaremos las condiciones necesarias e insistiremos en la necesidad de prever (y de administrar!) situaciones de clase que generen el desacuerdo entre los alumnos. Es una paradoja: desarrollar la cohesión social promoviendo el desacuerdo.

#### *“Tabla de las 4 áreas como recurso didáctico en evolución”*

Ángel Spotorno, Universidad de Chile.

Las teorías evolutivas han experimentado sucesivamente una compleja expansión de dominios, contenidos y métodos, lo que facilita la persistencia de ideas erróneas, y dificulta su aprendizaje integrado, riguroso y sucinto. En este sentido, en esta conferencia se presentan esquemas facilitadores, con foco en el uso y utilidad de una tabla que muestra las cuatro mayores áreas de la Biología (con sus respectivas causas aristotélicas): 1. Mecanismos (causas materiales); 2. Ontogenia (causas formales); 3. Filogenia (causas eficientes); y 4. Adaptación o mal adaptación (causas finales).

## Poster presentado por docentes participantes del curso ICEC UAH Mineduc

### Secuencia de aprendizaje basado en la indagación científica: "Diversidad animal"

Bastías C.\*; Faúndes B.\*\*; Ramírez N.\*; Rojas M.\*\*

\*Liceo San Francisco de Quito, Independencia, Región Metropolitana, Chile

\*\*Escuela General Carlos Prats González, Huechuraba, Región Metropolitana, Chile



Estudiantes observando el entorno.

#### RESUMEN

Esta planificación curricular se basa en una progresión hipotética de aprendizajes, que muestra qué sabría o sabría hacer un niño o niña que aprendió en cada una de las clases. La principal finalidad es desarrollar una visión holística del contenido trabajado, permitiendo que los estudiantes logren relacionar los aspectos abordados y les otorguen sentido, esto les permitirá desarrollar actitudes y habilidades del pensamiento científico, en forma progresiva, con el fin de fomentar la formación de ciudadanos críticos y comprometidos con el mundo que los rodea.



Estudiante trabajando en su cuaderno, después de observar el entorno.

#### DESARROLLO DE LA PROPUESTA

La secuencia de aprendizaje se elaboró considerando aspectos como la elección del nivel a trabajar, selección de objetivos de aprendizajes extraídos de las bases curriculares, creación de la progresión de los contenidos, donde se ajustaron los niveles de dificultad de modo ascendente. Para continuar, se diseñaron los objetivos específicos para cada clase, en concordancia a una o más actitudes y habilidad de pensamiento científico, lo que permitió crear las actividades, culminando en el desarrollo de guiones conjeturales que muestran las acciones del docente y los estudiantes. Este modelo pone énfasis en la construcción progresiva de aprendizajes y mediante él, se pretende lograr que los educandos adquieran los conocimientos relativos a la disciplina que se trabaja y que puedan ser críticos y vincular este conocimiento a otras disciplinas fomentando una visión global y transversal.

#### INTRODUCCIÓN

En la construcción de la secuencia didáctica, se incorporó un enfoque indagatorio, considerando los requerimientos del currículo nacional, los planteamientos trabajados en el curso ICEC y autores como W. Harlen y P. López, desde donde se rescataron estrategias para la realización de clases de ciencias dinámicas, en las cuales los estudiantes son protagonistas en la construcción de su aprendizaje (Harlen, 2003).



La imagen muestra la progresión hipotética de los aprendizajes.

#### REFLEXIONES ACERCA DE LA IMPLEMENTACIÓN

La secuencia de aprendizaje fue implementada en dos escuelas municipales. En ambas instituciones se logró ejecutar a cabalidad cada clase, logrando a través de las actividades que los estudiantes participaran activamente, generando discusiones en torno al objetivo planteado, reflexionando en conjunto, lo que se reflejó posteriormente en los resultados de las evaluaciones aplicadas.



Grupo de trabajo, pensando cómo clasificar diversos animales.

“Esta planificación curricular se basa en una progresión hipotética de aprendizajes, que muestra qué sabría o sabría hacer un niño o niña a partir de los aprendizajes de cada clase. La principal finalidad es desarrollar una visión holística del contenido trabajado, permitiendo que los estudiantes logren relacionar los aspectos abordados y les otorguen sentido. Este estilo de trabajo les permitirá desarrollar actitudes y habilidades de pensamiento científico, en forma progresiva, que fomentará, además, la formación de ciudadanos críticos y comprometidos con el mundo que los rodea.”

Carol Bastías\*, Bárbara Faúndes\*\*, Natalia Ramírez\* y María Isabel Rojas\*

\*Liceo San Francisco de Quito, Independencia; \*\*Escuela General Carlos Prats González, Huechuraba

## Talleres

### “Iluminando la oscuridad: Modelando agujeros negros en la escuela”

Jorge Pinochet, Universidad Alberto Hurtado.

Los agujeros negros son una de las predicciones más espectaculares y misteriosas de la teoría de la relatividad de Einstein. Sus extrañas propiedades y sus misterios aparentemente insondables han atraído la atención de científicos y profanos, y han cautivado la imaginación de millones de personas en el mundo. El presente taller busca “llevar” los agujeros a la sala de clases, para que los niños puedan develar por sí mismos sus misterios. Para ello se desarrollan dos sencillas actividades que permiten “visualizar” las propiedades de los agujeros negros. Como el vehículo para llevar los agujeros negros al aula son los docentes, el taller busca entregar a los asistentes las herramientas que les permitan implementar la actividad en su escuela. La primera parte del taller está destinada a conocer un poco del desarrollo histórico de la noción de agujero negro. La segunda parte busca responder preguntas como: ¿Qué son los agujeros negros? ¿Hay realmente agujeros negros? ¿Podría la Tierra o el Sol convertirse en un agujero negro? Finalmente se desarrollan las actividades prácticas, donde la participación de los asistentes resulta fundamental. Por lo tanto, están todos invitados a iluminar la oscuridad para develar los secretos de los agujeros negros.

### “Incoloros pero diferentes”

Elisabeth Plé. Université Reims Champagne Ardenne, Francia.

Los participantes podrán identificar tres líquidos incoloros que se les presentarán, a través de la proposición de métodos diseñados por los participantes para diferenciarlos (sin utilizar el olfato ni el gusto). Las propuestas serán discutidas antes de que sean experimentadas.

### *“¿Por qué flotan las hojas de hiedra? Análisis desde la fisiología vegetal”*

Florencia Bravo, Valentina Leiva y Eugenia Lira. Estudiantes de la carrera de Pedagogía en Biología y Ciencias Naturales, Universidad Alberto Hurtado. Profesora guía: Mariela Norambuena

Utilizando las hojas de hiedra como modelo experimental, se analizarán, desde una perspectiva biológica, pedagógica y didáctica, los contenidos relacionados de fisiología vegetal y las habilidades de pensamiento científico asociadas.

### *“La ecocolumna como recurso para la comprensión del funcionamiento de los ecosistemas”*

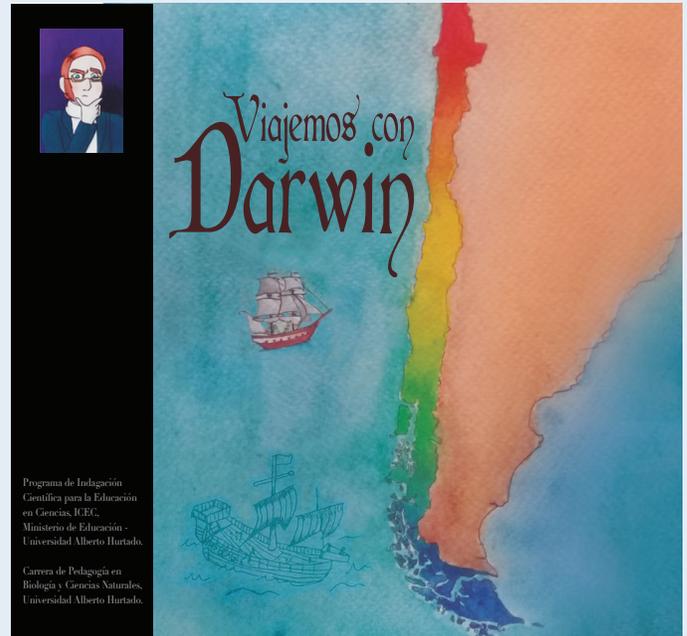
Constanza Godoy, Denisse León, María José Riffo y Valentina Vargas. Estudiantes de la carrera de Educación Básica mención Ciencias, Universidad Alberto Hurtado. Profesora guía: Pamela Medina

La actividad de este taller permitirá indagar en torno a qué se puede aprender y enseñar sobre Ecosistemas, a partir de la construcción de una *Ecocolumna*. Se utilizarán materiales sencillos que brindarán la posibilidad de analizar y reflexionar sobre su aplicabilidad en el aula y/o laboratorio de la escuela y sin duda en la enseñanza de la Biología.

### **Desafío científico “¡Viajemos con Darwin!”**

La carrera de Pedagogía en Biología y Ciencias Naturales con Especialidad en Indagación Científica Escolar de la Facultad de Educación de la Universidad Alberto Hurtado realizó la segunda versión del concurso denominado Desafío Científico, destinado a alumnos y alumnas de educación parvularia, básica y media de nuestro país. El principal objetivo de esta iniciativa es dar oportunidades para que nuestros niños y jóvenes en etapa escolar se acerquen a la ciencia y a su forma particular de razonamiento.

El Desafío Científico ¡Viajemos con Darwin! fue una de las actividades del Congreso de Indagación Científica para la educación en Ciencias 2016, que nuestra carrera realizó en el marco del Programa ICEC del Mineduc, implementado por nuestra universidad.





*cap. 4*

**Conclusiones y perspectivas**



# Conclusiones y perspectivas

La realización del Programa ICEC del Mineduc, implementado por la UAH, representa un hito cualitativo en los esfuerzos en pos del mejoramiento de la enseñanza y los aprendizajes en ciencias en la educación parvularia y en escuelas y liceos.

Aunque la participación, en esta primera etapa, de 60 docentes de cuatro comunas de la Región Metropolitana puede parecer poco significativa, resulta más correcto proyectar el impacto con que los aprendizajes logrados por los docentes se incrementarán en los establecimientos en que ellos se desempeñen, preponderantemente al incentivar el funcionamiento de Comunidades de Aprendizaje e introducir en sus aulas y en la interacción con sus pares otros fundamentos del modelo pedagógico de la indagación.

Esta afirmación se sustenta en el fenómeno percibido desde los inicios del Programa de Educación en Ciencias Basada en la Indagación (ECBI), período en el cual, docentes incluso de otras asignaturas introdujeran en sus clases lineamientos de la indagación escolar y, en el entonces trabajo conjunto con universidades, algunas de ellas incluyeran la indagación científica en los planes de estudio para la formación docente. Asimismo, el incremento paulatino de la aplicación del modelo se facilitó en cuanto el Ministerio de Educación debió responder a las solicitudes de otras escuelas del sistema para ser incorporadas al programa ECBI.

Al evaluar los resultados de las primeras dos cohortes de participantes en el Programa ICEC, es posible percibir que los planteamientos del modelo son suficientes para superar las conocidas aprensiones ante la introducción de innovaciones en el uso y tradición del desempeño docente y en la necesaria modificación de la organización en la escuela.

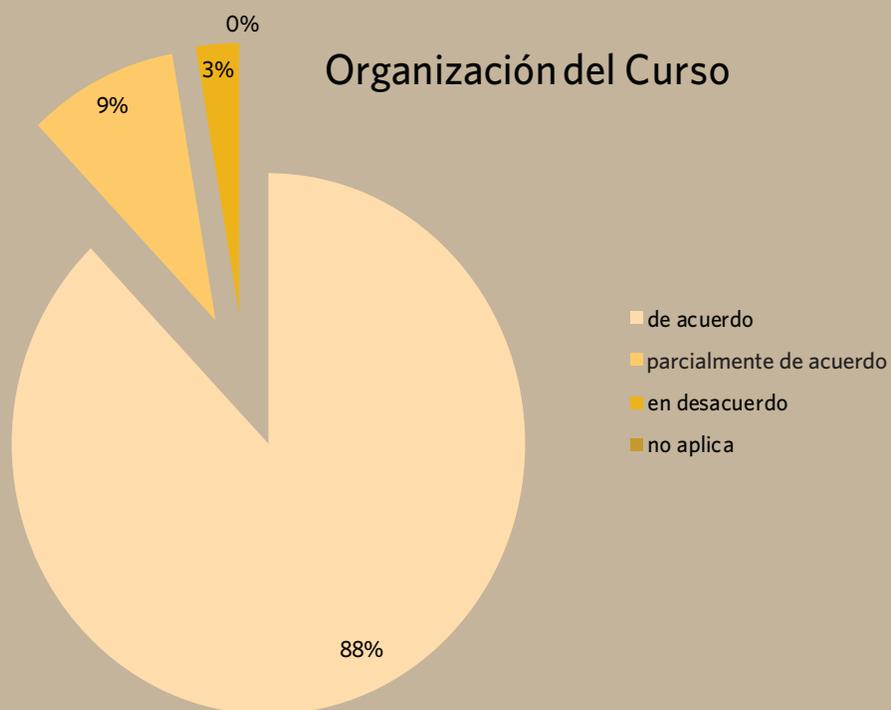
El propósito de esta innovación en la clase de ciencias es otorgar a los estudiantes la posibilidad de lograr conocimientos y saberes, participando protagónicamente en la construcción de los mismos. En este proceso de construcción de sus saberes, los estudiantes, en interacción y debate con sus pares, desarrollan habilidades de pensamiento científico, de expresión oral y escrita de sus ideas, aprenden a respetar visiones y experiencias de otros, reconocen el valor de la argumentación respaldada por evidencias y toman conciencia de su responsabilidad individual en el quehacer colectivo.

Fue evidente apreciar que, paulatinamente desde los primeros encuentros los docentes participantes, muchos de ellos con años de desempeño profesional, se abocaron con entusiasmo y dedicación a participar activa y reflexivamente en las actividades propuestas.

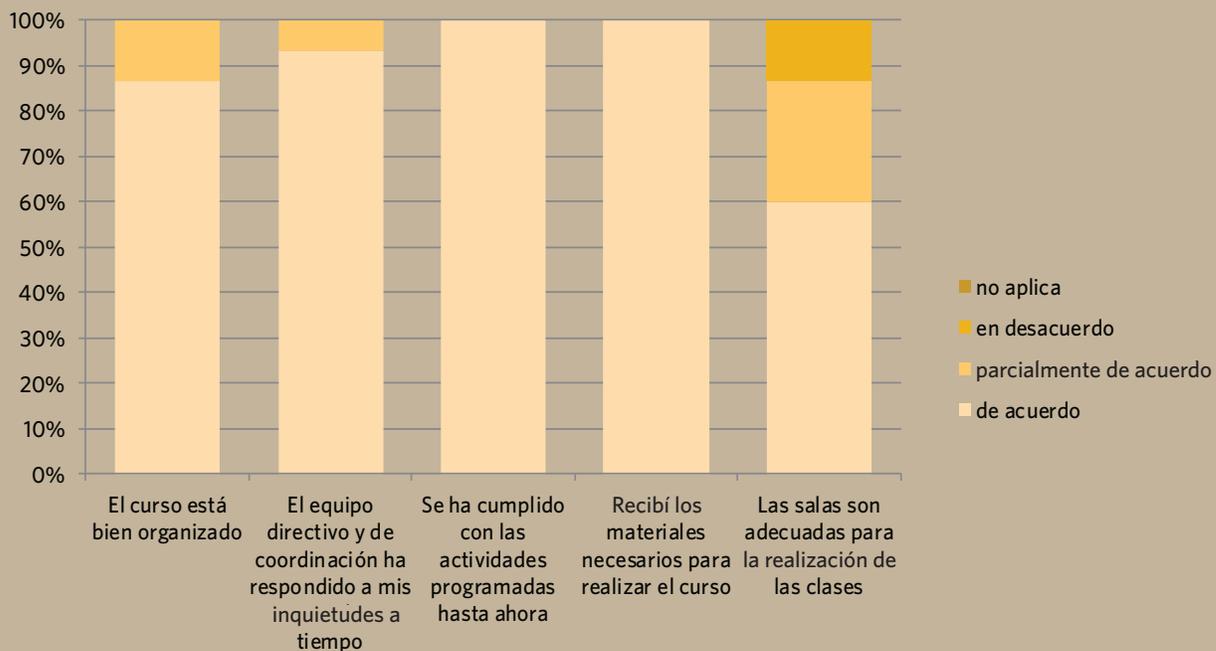
Aun cuando no se ha realizado una evaluación externa de la implementación del programa ICEC, es razonable plantear que las distintas actividades que lo conforman han tenido una muy favorable y entusiasta recepción por parte de los docentes-alumnos participantes. Esta afirmación puede respaldarse con las reiteradas manifestaciones de aprobación por parte de los docentes en los distintos momentos de reflexión y análisis del trabajo realizado.

**Ejemplo de evaluación de la percepción de los profesores participantes acerca del curso**

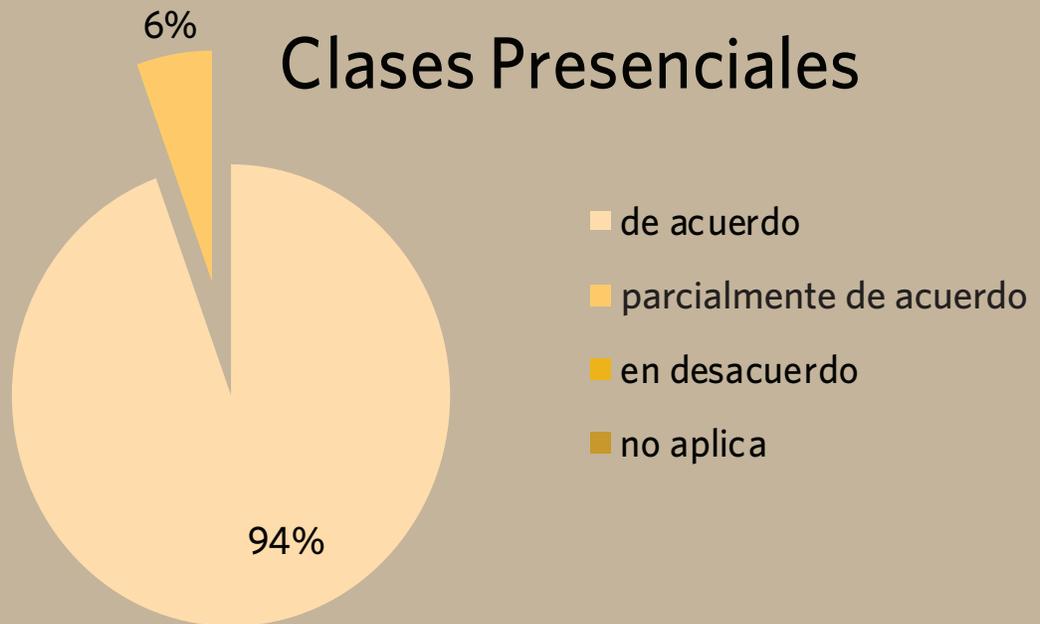
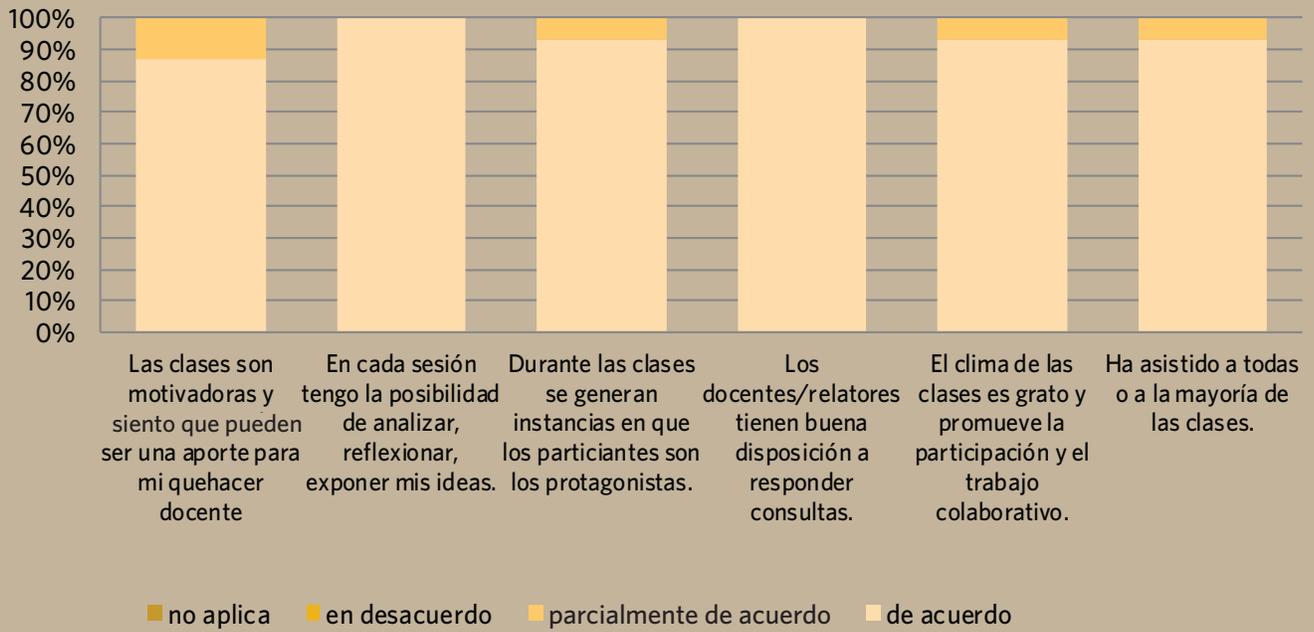
(evaluación intermedia, cohorte 2016-2017)



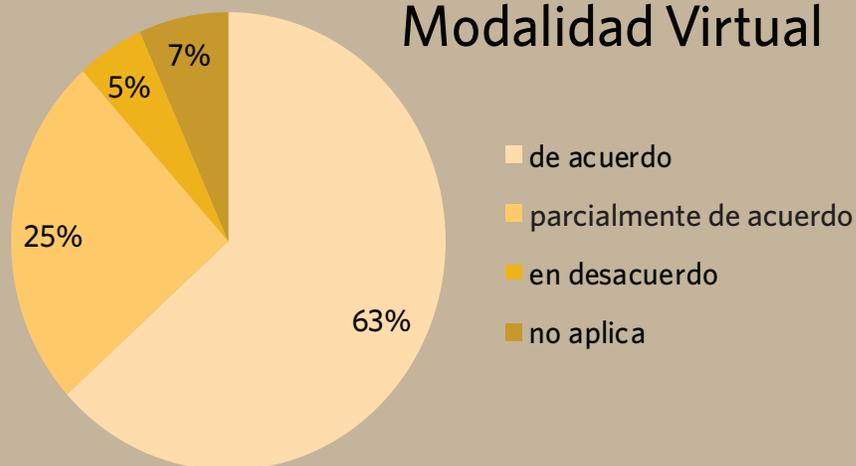
### Organización del Curso



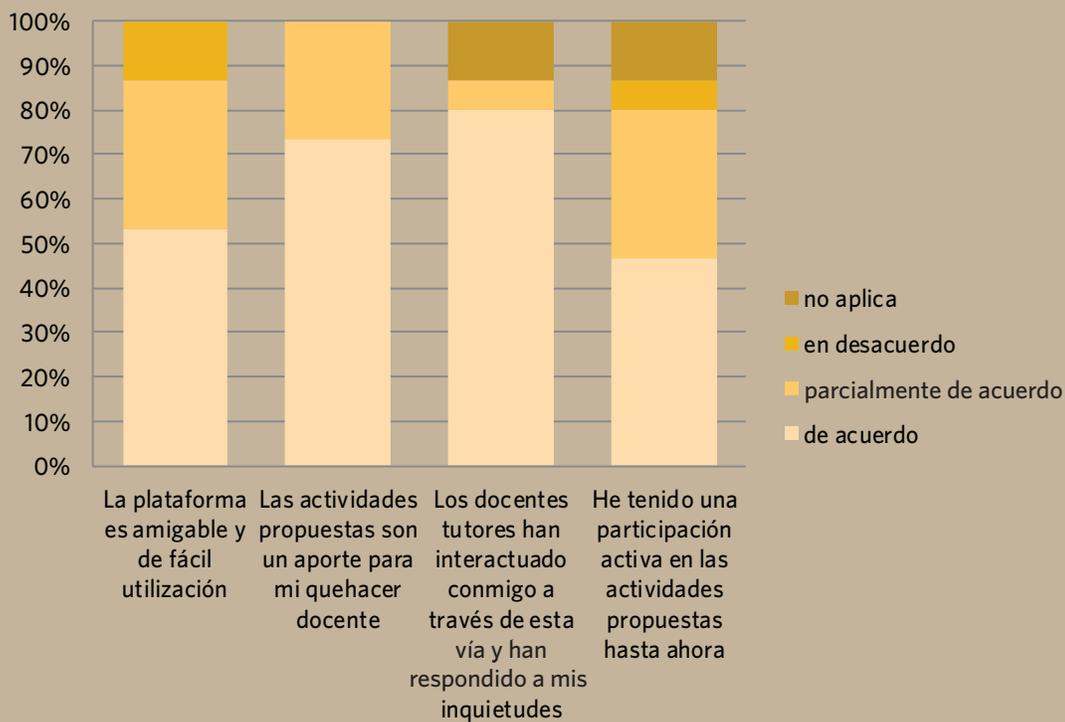
## Clases Presenciales



## Modalidad Virtual



## Modalidad Virtual



La cantidad de docentes interesados en continuar profundizando los contenidos y principios didácticos de la indagación científica, también es evidencia de la acogida de los cursos y actividades del programa ICEC.

Desde la perspectiva del desarrollo profesional docente, los cursos de especialización de nivel intermedio implementados, evidencian muy buenos resultados. Las evaluaciones aplicadas tanto pre-post, como de proceso avalan estas afirmaciones.

Especial relevancia tienen los resultados de la evaluación formativa, que muestra el desarrollo de competencias docentes centrales para la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias en el modelo indagatorio.

Adicionalmente, deben considerarse como evidencias de los aprendizajes logrados, las elaboraciones colaborativas de los docentes que, en su oportunidad, fueron sometidas a análisis, retroalimentación y evaluación. Entre ellas, la construcción del *manual de indagación científica en el aula*, el diseño de una *secuencia de clases indagatoria*, la propuesta de un *plan de mejoramiento de los aprendizajes de ciencias en la escuela y la comuna*, entre otros.

Asimismo, la participación de algunos docentes ICEC en proyectos de investigación-acción promovidos por la UAH y su aporte como profesores guía en actividades del programa de Experiencias Laborales de estudiantes de Pedagogía en Biología y Ciencias Naturales de la Facultad de Educación de la Universidad Alberto Hurtado, es también evidencia de los progresos alcanzados por docentes.

En el transcurso de las sesiones con los docentes, el equipo UAH reiteró, practicando en cada sesión en forma efectiva, el fundamento teórico de las comunidades de aprendizaje, destacando que, mediante éstas, se rompe el aislamiento en el desempeño docente, prolonga y profundiza los aprendizajes alcanzados en el transcurso de las sesiones presenciales y virtuales. Desde esta dimensión se busca superar la frecuente crítica a los programas de perfeccionamiento docente en las que se formula que, terminado el evento, se vuelve a la práctica habitual.

El modelo de indagación requiere para su adecuada implementación que profesoras y profesores asuman un rol diferente en el quehacer del aula e incorporen como método de trabajo la colaboración y autoevaluación permanente de su quehacer. Se trata de generar una cultura colaborativa como estrategia para romper el aislamiento de los docentes, que genere un clima que facilite el trabajo compartido. La colaboración, según Hargreaves se ha constituido en un “metaparadigma del cambio educativo y de la organización en la era postmoderna, en un principio articulador e integrador de la acción, de la planificación, la cultura, el desarrollo, la organización y la investigación”.<sup>1</sup> El equipo a cargo del programa ICEC de la UAH compromete su participación en la construcción de la mencionada *cultura colaborativa*.

1 Serra, J. (2004) *El campo de la capacitación docente. Políticas y tensiones en el desarrollo profesional*. España: Miño y Dávila. p. 49



# Bibliografía

- Abd-El-Khalick, Fouad, “Developing deeper understandings of nature of science: the impact of a philosophy of science course on preservice science teachers’ views and instructional planning”, *International Journal of Science Education*, vol. 27, n.º 1, 2005, pp. 15-42
- Abell, Sandra K; Smith, Deborah C; y otros, “Inquiry In Science Teacher Education”, en Lawrence B Flick, Norman G Lederman (eds.) *Scientific Inquiry and Nature of Science*, vol. 25, Springer Netherlands, Dordrecht, 2004, pp. 173-199
- Amunátegui, Miguel Luis, *Ignacio Domeyko*, Imprenta de la República, Santiago de Chile, 1867
- Barnes, Barry; Bloor, David; y otros, *Scientific knowledge: a sociological analysis*, University of Chicago Press, Chicago, 1996
- Bell, Daniel, *The Coming of Post-industrial Society*, Basic Books, Nueva York, 2008
- Bhaskar, Roy, *A realist theory of science*, Routledge, Londres, 2008
- Brandwein, Paul F, *Teaching high school biology: a guide to working with potential biologists*, American Institute of Biological Sciences, Washington D.C., 1962
- Castells, Manuel, *The rise of the network society*, 2, Wiley-Blackwell, Chichester, 2010
- Chinn, Clark A; Malhotra, Betina A, “Epistemologically authentic inquiry in schools: A theoretical framework for evaluating inquiry tasks”, *Science Education*, vol. 86, n.º 2, 2002, pp. 175-218
- Depew, David J; Weber, Bruce H, *Darwinism evolving: systems dynamics and the genealogy of natural selection*, MIT Press, Cambridge, Mass., 1997
- Driver, Rosalind; John Leach; y otros, *Young people’s images of science*, Open University Press, Bristol, PA, 1996
- Driver, Rosalind; Newton, Paul; y otros, “Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms”, *Science Education*, vol. 84, n.º 3, 2000, pp. 287-312
- Driver, Rosalind; Newton, Paul; y otros, “Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms”, *Science Education*, vol. 84, n.º 3, 2000, pp. 287-312
- Duschl, Richard, *Improving science education: the contribution of research*, Open University Press, Philadelphia, 2000
- Duschl, Richard, “The Assessment of Argumentation and Explanation”, en Dana L Zeidler (ed.) *The Role of Moral Reasoning on Socioscientific Issues and Discourse in Science Education*, Springer Netherlands, Dordrecht, 2003, pp. 139-161
- Duschl, Richard; Schweingruber, Heidi A; y otros (eds.), *Taking Science to School: Learn-*

- ing and Teaching Science in Grades K-8*, National Academies Press, Washington, D.C., 2007
- Feyerabend, Paul, *Against method*, Verso, Londres, 2010
- Flick, Lawrence Blaine; Lederman, Norman G (eds.), *Scientific inquiry and nature of science: implications for teaching, learning, and teacher education*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht ; Boston, 2004
- Giere, Ronald N, *Explaining science: a cognitive approach*, The Univ. of Chicago Press, Chicago, Ill., 1997
- Golombek, Diego, *Aprender y enseñar ciencias*, Fundación Santillana, Buenos Aires, 2008
- Gutiérrez, Claudio; Gutiérrez, Flavio, “Física su trayectoria en Chile (1800-1960)”, *Historia (Santiago)*, vol. 2, n.º 39, 2006, pp. 477-496
- Harlen, Wynne, *Principles and big ideas of science education*, Association for Science Education, Hatfield, 2010
- Henry Barnes; David Bloor; y otros, *Scientific Knowledge: A sociological analysis*
- Jarret, Denise, *Inquiry strategies for science and mathematics learning: it's just good teaching*, Northwest Regional Educational Laboratory; U.S. Dept. of Education, Office of Educational Research and Improvement, Educational Resources Information Center, Washington, DC, 1997
- Karmiloff-Smith, Annette, *Más allá de la modularidad: la ciencia cognitiva desde la perspectiva del desarrollo*, Alianza Editorial, Madrid, 1994
- Khishfe, Rola; Abd-El-Khalick, Fouad, “Influence of explicit and reflective versus implicit inquiry-oriented instruction on sixth graders' views of nature of science”, *Journal of Research in Science Teaching*, vol. 39, n.º 7, 2002, pp. 551-578
- Kuhn, Deanna, “Children and adults as intuitive scientists.”, *Psychological Review*, vol. 96, n.º 4, 1989, pp. 674-689
- Kuhn, Thomas S, *La estructura de las revoluciones científicas*, Fondo de Cultura Económica, Ciudad de México, 1989
- Lakatos, Imre, *La metodología de los programas de investigación científica*, Alianza, Madrid, 1998
- Latour, Bruno; Woolgar, Steve, *Laboratory life: the construction of scientific facts*, Princeton University Press, Princeton, N.J, 1986
- Lehrer, Richard; Schauble, Leona, “Scientific thinking and scientific literacy: Supporting development in learning contexts”, en K Ann Renninger, William Damon (eds.) *Child psychology in practice*, vol. 4, Wiley, Hoboken, NJ, 2006 (Handbook of child psychology)
- Lemke, JL, *Talking science: language, learning, and values*, Ablex Pub. Corp, Norwood, N.J, 1990
- Liguori, Liliana; Noste, María Irene, *Didáctica de la ciencias naturales: enseñar ciencias naturales*, Homo sapiens, Santa Fe, 2005
- “Making the nature of science explicit”, en *Improving science education: the contribution of research*, Open University Press, Buckingham ; Philadelphia, 2000
- National Research Council, *National Science Education Standards*, National Academies

- Press, Washington, D.C., 1996
- OECD, *Trends Shaping Education 2016*, OECD Publishing, Paris, 2016
- Patricia López, “Ciencias en la Escuela: Educación básica para la participación ciudadana y la cohesión social”, *Cuaderno de Educación Universidad Alberto Hurtado*, vol. 29, 2010
- Pianta, Robert C; Burchinal, Margaret; y otros, “A cross-lag analysis of longitudinal associations between preschool teachers’ instructional support identification skills and observed behavior”, *Early Childhood Research Quarterly*, vol. 29, n.º 2, 2014, pp. 144-154
- Pomeroy, Deborah, “Young People’s Images of Science. Rosalind Driver , John Leach, Robin Millar, Phil Scott”, *American Journal of Education*, vol. 105, n.º 4, 1997, pp. 497-503
- Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, *Evaluación internacional formativa de la implementación del programa ECBI*, 2008
- Schizas, Dimitrios; Psillos, Dimitris; y otros, “Nature of Science or Nature of the Sciences?”, *Science Education*, vol. 100, n.º 4, 2016, pp. 706-733
- Schwab, JJ; Brandwein, PF, *The Teaching of science: The teaching of science as enquiry*, Harvard University Press, 1962
- Schwartz, René S; Lederman, Norman G, “«It’s the nature of the beast»: The influence of knowledge and intentions on learning and teaching nature of science”, *Journal of Research in Science Teaching*, vol. 39, n.º 3, 2002, pp. 205-236
- Urrutia, M Teresa; Concha, Ximena; y otros, “Conocimientos y conductas preventivas sobre cáncer cérvico-uterino y virus papiloma humano en un grupo de adolescentes chilenas”, *Revista chilena de Infectología*, vol. 29, n.º 6, 2012, pp. 600-606
- Vosniadou, Stella; Mason, Lucia, “Conceptual change induced by instruction: A complex interplay of multiple factors.”, en Karen R Harris, Steve Graham, Tim Urdan, Sandra Graham, James M Royer, Moshe Zeidner (eds.) *APA educational psychology handbook, Vol 2: Individual differences and cultural and contextual factors.*, American Psychological Association, Washington, 2012, pp. 221-246, consultado el 14 marzo 2017,
- Windschitl, Mark, “Inquiry projects in science teacher education: What can investigative experiences reveal about teacher thinking and eventual classroom practice?”, *Science Education*, vol. 87, n.º 1, 2003, pp. 112-143

# Anexos

## Establecimientos participantes Programa ICEC cohortes 1 y 2

Comuna	Establecimiento
Huechuraba	Escuela Adelaida La Fetra Escuela General Carlos Prats González Centro Educacional Ernesto Yáñez Rivera Escuela Las Canteras Escuela Santa Victoria Escuela Santiago de Guayaquil
Independencia	Escuela de Párvulos Antú Huilén Liceo Gabriela Mistral Liceo Polivalente Pdte. José Manuel Balmaceda Liceo Rosa Ester Alessandri Liceo San Francisco de Quito
Macul	Escuela Julio Barrenechea Liceo Manuel Rojas Escuela Millantú
Peñalolén	Liceo Antonio Hermida Fabres Centro Educacional Eduardo de la Barra Colegio Juan Bautista Pastene Colegio Likankura Colegio Luis Arrieta Cañas Colegio Matilde Huici Navas Colegio Santa María de Peñalolén Colegio Tobalaba Centro Educacional Valle Hermoso

## Docentes participantes Programa ICEC cohortes 1 y 2

Ester Raquel Aguilar Aliaga	Alex Pablo Guzmán Guzmán
Argelia Valentina Araneda Briones	Nilza Elena Hernández Lara
Claudia Araya Rubina	Gabriela Andrea Hernández Sandoval
Elba Rosa Arenas Amaro	Fabiola Andrea Jaramillo Cisternas
Manuel Alejandro Astudillo Figueroa	Fernando Javier Jorquera Becker
Jaime Ricardo Avaca Tapia	Bárbara Catalina Lazo Caniullán
Carol Daniela Bastias Jara	Daniela Maritza Lobos Pérez
Margarita Ester Bermedo Contreras	Jaime Alejandro Magún Solano
Valeria Julia Bifani Ihl	Maricela Andrea Merello Cartagena
Germana Pía Castillo Corvalán	Giannina Luciana Molina Martínez
Rosa Jazmín Castillo Hernández	Claudia Margarita Moncada Vicencio
Ana Orfelina Celedón Poblete	Karina Lorena Ogalde Narea
Isabel Trinidad Chirino Castañeda	Blanca Jenniffer Plaza Camilo
Cecilia Eugenia Coliñir Curin	Sylvia Polanco Ugalde
Andrea Concha Avendaño	Natalia Magdalena Ramírez Méndez
Verónica del Carmen Díaz Pavez	María Fernanda Retamal Reyes
María Fernanda Dubó Sánchez	Marcia Eliana Riquelme Cifuentes
Nicole Jennifer Constanza Espinoza Ibarra	María Isabel Rojas Fernández
Carla Beatriz Farías Mora	Mary Rosa Sánchez Rojas
Bárbara Paz Faúndes Sobarzo	Teresa de Lourdes Sepúlveda Cornejo
Jennifer Daniela Fernández Trujillo	Samanta Alejandra Silva Silva
Juan Ricardo Figueroa Huinca	Mónica Roxana Soto Sepúlveda
María Paz Figueroa Medina	Nicole Francesca Troncoso Torres
Elizabeth Carola Garay Ramos	Ángel Patricio Valladares Espinoza
Fedora Tatiana Godoy Marín	Cecilia Judith Vergara Serrano
Wendoline Ignacia González Muñoz	María Eugenia Verges Soto
Mayerline del Carmen González Olgún	