

Indagación científica para la educación en ciencias, participación y acción ciudadana



**Un modelo
para armar**

**Indagación científica para
la educación en ciencias,
participación y acción
ciudadana**

Un modelo para armar

Elaboración:
Patricia López Stewart
Claudio Álvarez Infante

Ilustración:
Carlos Ossandón

Santiago de Chile, julio de 2020

La presente publicación se elaboró en el marco del convenio de colaboración N°1452 del 26 de noviembre de 2019 entre el Ministerio de Educación y la Universidad Alberto Hurtado para el desarrollo del Programa de Indagación Científica para la Educación en Ciencias (ICEC), 2019-2021.

El contenido de la publicación es responsabilidad exclusiva del equipo a cargo del programa ICEC 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.

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 equipos de educación de los municipios de Huechuraba, Independencia, Macul, Recoleta, Santiago y Peñalolén; a sus escuelas y directivos.

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

A los estudiantes de Pedagogía en Biología y Ciencias Naturales especialidad en Indagación Científica Escolar de la Universidad Alberto Hurtado.

A las educadoras, profesoras y profesores que participaron en el Programa en el período 2017-2019.

¿Cuál es (o puede ser) la contribución de la educación en ciencias a la formación integral de niñas, niños y jóvenes? ¿Cómo lograr que los estudiantes aprendan ciencias en forma entusiasta y comprometida y, a partir de ello, se formen como ciudadanos y ciudadanas para ser parte de una sociedad democrática? ¿Cómo formar ciudadanos capaces de responder, responsable y conscientemente, a los demandantes desafíos socio científicos que plantea el mundo globalizado en que vivimos (pandemias, cambio climático o escasez de recursos para la supervivencia humana)?

Esta publicación no pretende dar respuestas finales ni absolutas a estas preguntas. Sí busca hacernos pensar, reflexionar y analizar propuestas que promuevan prácticas pedagógicas en pos de “formar ciudadanos”.

Anticipamos que este no es un libro convencional. No es lineal. Plantea preguntas, hace propuestas y aporta evidencias, en función de que cada uno de nosotros elabore sus propias respuestas. Y nos insta a compartirlas.

Su título alude a una obra de Cortázar¹, en la cual, cada capítulo es un segmento separado por espacios en blanco para ser completados por el lector.

¹ Cortázar, J. (1968) *62/Modelo para armar*. Buenos Aires: Alfaguara

Cada apartado de este libro contiene conceptos, evidencias, ideas y propuestas. Sin embargo, el “montaje final” es tarea del lector. Nosotros, en lugar de espacios en blanco, les dejamos preguntas para responder y compartir. Este libro es esencialmente un proyecto colectivo. Su idea se gestó en el marco de una experiencia vivida por un grupo de docentes de aula, de docentes universitarios y de estudiantes de Pedagogía en Biología y Ciencias Naturales de la Universidad Alberto Hurtado, en el marco de la implementación del curso de Profundización en Indagación Científica para la Educación en Ciencias, ICEC. Este curso fue implementado por la Universidad Alberto Hurtado el año 2017, de acuerdo con el convenio de colaboración con el MINEDUC, con el fin de desarrollar el Programa de Indagación Científica para la Educación en Ciencias, ICEC.



Necesarias palabras iniciales...

“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”. Este texto es parte de la introducción de un libro sobre indagación científica para el desarrollo profesional docente, que publicamos en el año 2017².

Mientras escribíamos esas palabras, confesamos, no atisbábamos la posibilidad de que, poco tiempo después, nos veríamos enfrentados a un desafío como la pandemia de COVID-19 y que esa demanda para la educación en ciencias se haría imperiosamente evidente para muchos.

² López, P. (2017) *Indagación Científica para la Educación en Ciencias: Un modelo de desarrollo profesional docente*. Programa ICEC, Universidad Alberto Hurtado, pág. 11

Cuando se hacía referencia a la necesidad de “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 compleja”, reconocemos no haber imaginado cuán compleja puede ser esa “nueva forma” en la que deberemos ser capaces de relacionarnos y la exigencia que significa para la educación en ciencias. En estos tiempos, probablemente cada uno de nosotros se siente o se ha sentido enfrentado a demandas nuevas, a situaciones inciertas, a temores, a dolores... Sin embargo, este punto de inflexión de la sociedad también nos muestra que el enemigo real no es el virus en sí mismo. Más bien, pareciera, como plantea Harari³ que el enemigo es la humanidad misma que no reacciona con suficiente solidaridad mundial, sino que con codicia e ignorancia.

Es interesante constatar que las nuevas demandas han llevado a que, incluso aquellas personas que se sentían “lejos de la ciencia”, hayan percibido en forma abrupta su relevancia. Más aún, han requerido “aprender ciencias” para desenvolverse más fácilmente durante la pandemia. Muchos entienden ahora cómo el coronavirus infecta y, por tanto, cuáles son las medidas de prevención más adecuadas; que los virus no tienen el estatus de ser vivo; que la esperanza está centrada en las vacunas y que estas son complejas de diseñar... Y han aprendido más que eso. Ahora saben que el conocimiento científico se construye; que los científicos más renombrados no saben muchas cosas; que es necesario trabajar en colaboración para lograr los objetivos. También hemos constatado en carne propia que pertenecemos a una sociedad global, que somos “ciudadanos mundia-

³ Harari, Y.N. (2020, 23 de abril) Entrevista con Anna Carthouse en Deutsche Welle. Recuperado de: <https://p.dw.com/p/3bKRC>

les”, como plantea la UNESCO⁴, y que ese ciudadano del mundo no deja (o no debería dejar) espacio al chauvinismo ni a la xenofobia.

Estamos en una situación de cambio que nos remece, nos muestra la fragilidad de nuestras vidas y la de los demás, y la poca importancia que tienen aquellas cosas relacionadas con el “tener”. Podría esperarse que estos “remezones de cambio” nos insten a reflexionar sobre la importancia que tiene cada una de las dimensiones de nuestras vidas. Es posible que valoremos, más que antes, vivir en comunidad, ser parte, contribuir, construir redes, proponer.

Los invitamos, justamente, a pensar en una de las dimensiones: ¿Cómo podemos aportar, desde la educación en ciencias, para que las personas logren desenvolverse en esta sociedad con nuevas exigencias?

⁴ UNESCO (2015). *Educación para la ciudadanía mundial. Temas y objetivos de aprendizaje*. París, UNESCO

**¿Formar
ciudadanos?**

Antes de empezar, una aclaración: este diálogo no ha tenido lugar... sin embargo, las posiciones atribuidas a cada participante son elaboraciones hechas a partir de sus publicaciones. A pie de página podrán informarse acerca de la procedencia de sus textos.

Probablemente, hoy nadie discutiría respecto de la importancia de que niñas, niños y jóvenes, egresen de la escuela con conocimientos y habilidades sustanciales acerca de las ciencias... No obstante, es también probable que las razones de unos y otros para responder afirmativamente a la pregunta inicial sean diferentes... no necesariamente contrapuestas, sino más bien complementarias, miradas desde distintas perspectivas, con énfasis propios y ojos diferentes.

Veamos, ¿por qué sería importante aprender ciencias?

Aprender ciencia, ¿Para qué?

Wynne Harlen⁵, probablemente, respondería la pregunta diciendo que lo importante es el “encantamiento y el placer que se experimenta cuando se interactúa con el entorno natural”, enfatizando en la importancia de la dimensión emocional en el aprendizaje y en las oportunidades que la ciencia ofrece a sus aprendices.

Beatriz Macedo⁶, por su parte, intervendría argumentando la importancia de que el aprendizaje de la ciencia contribuya a “terminar con la inequidad e injusticia” por la distribución del conocimiento científico. Macedo entonces, recalca la dimensión normativa del aprendizaje científico aduciendo que ofrecer acceso a todas y todos a ese conocimiento es “un compromiso ético”.

Sí, ciencia para la vida... acotaría Melina Furman⁷, porque las clases de ciencias deben invitar a los alumnos a curiosear, a hacerse preguntas, a pensar de manera autónoma y a tener ideas maravillosas que expanden sus horizontes y así, cambiar nuestro mundo. Los niños podrán participar activamente de las alegrías, las frustraciones y desafíos que conlleva hacerse preguntas, buscar respuestas, proponer explicaciones para lo que ven, confrontar sus puntos de vista con otros, analizar información proveniente de diversas fuentes y, en ese proceso, comprender cómo funciona el mundo.

⁵ Harlen, W. (2003). *Enseñanza y aprendizaje de las ciencias*. Madrid: Ediciones Morata.

⁶ Macedo B., Katzkowicz, R. y Quintanilla, M. (2006) La educación de los derechos humanos desde una visión naturalizada de la ciencia y su enseñanza: aportes para la formación ciudadana. En: *Construyendo ciudadanía a través de la educación científica*. Unesco. Disponible en: <http://unesdoc.unesco.org/images/0015/001595/1595375.pdf>.

⁷ Furman, M. y Podestá, M.E. (2009). *La aventura de enseñar ciencias naturales*. Buenos Aires: Aique. p.34

Un requisito indispensable para poder cambiar el mundo

Aquí es probable que Wynne Harlen pidiera la palabra... y retomando las ideas de Melina, añadiría que, justamente, a partir del proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias descrito, se evitaría correr el riesgo de que se abra una brecha insalvable entre quienes entienden y manejan la compleja tecnología científica del mundo de hoy y aquellos que no las entienden ni manejan, pero cuyas vidas están gobernadas por ella. Para evitar ese riesgo, se necesita una educación científica que se inicia desde la infancia...

Evitar la brecha, reafirmaría Beatriz... Expresión de equidad, de justicia... Es decir, ciencia para todos.

Elisa Meinardi⁸, en este punto, manifestaría la intención de intervenir en la discusión. Tal vez, plantearía que no todos subscriben a la idea de ciencias para todos. De hecho, algunos arguyen posibles inconveniencias resultantes de la alfabetización científica para todos. Otros argumentan, que aquella alfabetización sería imposible e incluso califican de mito su imperativo.

Elisa Meinardi propondría dos perspectivas de análisis respecto a la cuestión: una pragmática y, la otra, democrática. Mientras la posición pragmática centra su argumentación en que los futuros ciudadanos se desenvolverían mejor si adquiriesen una base de conocimientos científicos, especialmente si se considera que las sociedades están influidas crecientemente por las ideas y productos de la

⁸ Meinardi, E. (2010) *Educación en ciencias*. Buenos Aires: Paidós, p.22-23

tecnociencia, la posición democrática postula que la alfabetización científica sería un requisito para hacer posible la participación ciudadana en la toma de decisiones...

Elisa Meinardi introduce la noción de ciudadanía como una dimensión esencial de la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias. Ella continuaría argumentando que, más allá de esa discusión, es evidente que la enseñanza de las ciencias es un área en la que se han multiplicado los abordajes, debido a que ya existe un convencimiento básico acerca de la necesidad de que cada ciudadano posea una cultura científica mínima que le permita entender el mundo y la sociedad, así como interactuar con ellos.

Alguien podría apuntar ahora que también hay otras palabras, otras posturas. Diego Golombek⁹ utilizaría este espacio para afirmar con vehemencia que lo bueno del enfoque alfabetizador es que es absolutamente inclusivo, lo que comprende además a los futuros aprendices de científicos, tan ciudadanos como el que más. Asimismo, no debe olvidarse, acotaría, que la alfabetización científica no se agota en la escuela, ni mucho menos, sino que incluye la educación no formal, la educación continua y, sobre todo, los diferentes modos de comunicación pública de la ciencia.

Sí, de acuerdo, plantearía Sara Michaels¹⁰. Poseer conocimientos científicos nos confiere el poder para ser actores y no meros espectadores.

⁹ Golombek, D. (2008) *Aprender y enseñar ciencias: del laboratorio al aula y viceversa*. Buenos Aires: Santillana.

¹⁰ Michaels, S., Shouse, A. W. y Schweingruber, y H. A. (2014). *En sus marcas, listos, ciencia. De la investigación a la práctica en las clases de ciencias en la educación básica*. Santiago de Chile: Academia Chilena de Ciencias

Pero redundaría, como Elisa Meinardi, en la idea de que las ciencias son un recurso para convertirnos en ciudadanos comprometidos y cruciales para la democracia. ¿Cómo? se pregunta. Cuando aprendemos ciencia, ponemos en acción un conjunto de conocimientos y estrategias que nos sirven para examinar la evidencia de manera sistemática, interpretarla y así controlar nuestro entorno. La alfabetización científica nos permite pensar de manera crítica y estructurar nuestras preguntas de manera productiva. Por el contrario, sin esta alfabetización dependemos de los “expertos” y delegamos a otros el saber y las decisiones que definen nuestro porvenir.

Resulta casi imposible pensar en una discusión sobre la importancia de aprender ciencias sin la participación de científicos como Pierre Léna, George Charpak, Yves Quéré¹¹... ¿Qué aportarían ellos? Probablemente, en función de generar debates fructíferos, plantearían más preguntas que respuestas: ¿Acaso (en la clase de ciencias) no se estimula la imaginación durante la búsqueda de hipótesis? ¿No se enseña a dudar de las pseudo evidencias que una autoridad o un vago consenso social validaron y difundió? ¿A desconfiar de los impulsos, y sobre todo de las certezas, que lleven al mediocre camino de la arrogancia? ¿A tener en cuenta la realidad palpable de los objetos, de los fenómenos en contraposición a las imágenes que nos presentan de ella en nuestras pantallas? ¿A escuchar las ideas de los otros y, en el curso del trabajo experimental, a trabajar en equipo, a reconocer y apreciar la diversidad de los seres humanos? ¿A buscar con ellos, con el maestro y en una vivida fascinación, una parcela de la verdad del mundo para captar así su carácter universal?

11 Charpak, G., Léna, P., Quéré, I. (2006). *Los niños y la ciencia. La aventura de “La mano en la masa”*. Buenos Aires: Siglo XXI.

Claramente, la conversación podría desde aquí tomar diversos rumbos: seguir centrándose en la educación en ciencias para la formación ciudadana; polarizarse en torno a los enfoques para enseñar o aprender ciencia; discutir cuál es la perspectiva central o dominante, si es que la hay...

Y podríamos seguir y ... seguir. Incluir a otros expertos y expertas, responder la pregunta desde nuevas perspectivas y, probablemente, volver a la pregunta inicial: Aprender ciencias ¿Para qué?

Para empezar a pensar...

¿De qué hablamos cuando hablamos de ciudadanía? ¿Y de aprendizaje en ciencia? ¿Puede la indagación servir de puente entre la ciencia y la ciudadanía? ¿Y de qué hablamos cuando hablamos de indagación?

Estamos seguros de que, si cada uno de nosotros intentara responder esas preguntas, tendríamos distintos tipos de respuestas que, probablemente, podríamos organizarlas de acuerdo a ciertos criterios. Es probable, también, que pudiésemos llegar a ciertos consensos mínimos para dar respuesta a las preguntas. Pero no somos un grupo de estudio, somos un grupo de personas a quienes nos motiva la educación en ciencia y que tenemos ciertas convicciones compartidas respecto de su relevancia para la formación de todos, de todas. Adscribimos, con más o menos fuerza a una idea de Ciencias para todos.

Cuando pensábamos sobre cómo presentar nuestra publicación, reconocemos, tuvimos la fuerte tentación de incluir la imagen de un puente. Pero nos resistimos, pues pensamos que sería más apropiado que cada uno de nosotros imaginara cómo podría ser ese puente entre la ciencia y la ciudadanía.

Pensemos en ese puente...

Para algunos, será un puente colgante, de esos que es necesario afirmarse fuertemente para evitar un peligroso bamboleo. Otros imaginarán soportes sólidos, pero un puente más bien estrecho y probablemente no demasiado seguro. Tal vez haya algunos que

imaginen construcciones solidísimas, puentes muy largos, de madera. Ojalá nadie haya imaginado el puente Cau Cau.

Tratemos de construir, entre todos, al menos los cimientos de ese puente.

Permítannos afinar las preguntas iniciales:

¿Ciencia para la ciudadanía?

¿Es posible que la educación en ciencias forme para la ciudadanía?

“La ciudadanía no llega por casualidad: es una construcción que, jamás terminada, exige luchar por ella. Exige compromiso, claridad política, coherencia, decisión. Es por esto mismo por lo que una educación democrática no se puede realizar al margen de una educación de y para la Ciudadanía”. La ciudadanía como construcción permanente, nos dice Paulo Freire¹².

“Formar ciudadanos científicamente cultos no significa hoy dotarles sólo de un lenguaje, el científico –en sí ya bastante complejo– sino enseñarles a desmitificar y decodificar las creencias adheridas a la ciencia y a los científicos, prescindir de su aparente neutralidad, entrar en las cuestiones epistemológicas y en las terribles desigualdades ocasionadas por el mal uso de la ciencia y sus condicionantes sociopolíticos.”

Marco, B. (1999). *Alfabetización científica y educación para la ciudadanía*. Madrid: Narcea.

¹² Freire, P. (2008) *Cartas a quien pretende enseñar*. Siglo XXI. Pág. 18

Pero, Paulo Freire nos insta a imaginarnos cómo se “hace visible” la formación ciudadana:

“Cuanto más respetemos a los alumnos y a las alumnas independientemente de su color, sexo y clase social, cuantos más testimonios de respeto demos en nuestra vida diaria, en la escuela, en las relaciones con nuestros colegas, con los porteros, cocineras, vigilantes, padres y madres de alumnos, cuanto más reduzcamos la distancia entre lo que hacemos y lo que decimos, tanto más estaremos contribuyendo para el fortalecimiento de las experiencias democráticas.”¹³

“.. Los problemas socio-científicos son una manera de aprender ciencias integrando una multiplicidad de saberes (conceptuales, actitudinales y procedimentales) hacia la elaboración de una respuesta. Reflexionando, en particular sobre este último aspecto, creo que son una estrategia para *aplicar las ciencias, es decir, darle un sentido al saber científico, al utilizarlo como respuesta a una necesidad o problemática de una comunidad en particular*”.

Docente del curso de Profundización en Indagación Científica ICEC-UAH 2017

A partir de las observaciones de múltiples clases de ciencias, de la interacción fructífera con docentes en formación y docentes en servicio, la lectura de distintas aproximaciones, podríamos proponer algunas ideas iniciales, que implica, como siempre, definir posiciones: Para empezar, podríamos entender ciudadanía como aquellos conocimientos, habilidades y actitudes que hacen posible que las personas participen en la construcción de una sociedad democrática, justa e incluyente.

¹³ Freire P., op.cit., pág. 133

Si aceptamos, al menos en forma preliminar, esa definición, podríamos imaginar que, en el aula, sería necesario promover el desarrollo de ciertas capacidades o “competencias”, por ejemplo:

- Capacidades de resolver un conflicto de manera conjunta a partir de un trabajo colaborativo.
- Escuchar a otros, argumentando, aceptando y valorando la diferencia de opiniones.
- Comunicarse asertivamente.
- Establecer y mantener relaciones cordiales con los pares y con otros integrantes de la comunidad escolar, independientemente de cualquier diferencia, entre otras.

“.. Los problemas socio-científicos ofrecen oportunidades a los niños, niñas y jóvenes para explorar, incentivar, motivar y nutrir sus intereses respecto de las ciencias, pues entenderían el valor de la ciencia como un aporte al contexto en el que se sitúan; asimismo, los estudiantes que se sientan menos familiarizados o atraídos por el área científica pueden participar desde el inicio del planteamiento del problema socio científico en el aula, revalorizando las ciencias escolares como un medio de respuesta a necesidades sociales concretas; finalmente, ofrece a los docentes que ejecutan esta estrategia un nicho muy poco desarrollado en las escuelas, como lo es la formación ciudadana desde la transversalidad e integralidad de los estudiantes”.

Docente del curso de Profundización en Indagación Científica ICEC-UAH 2017

La pregunta que surge, si es que aceptamos la hoja de ruta propuesta, es: ¿En qué medida, la indagación científica aporta al desarrollo de dichas capacidades o habilidades?

Veamos, para ello, una bitácora de una observación silenciosa de una clase:

Ejercicio ciudadano en el aula

“Observando una clase por la ventana”

Una observadora silenciosa relata el acontecer en un aula de ciencias de una escuela del país.

Los niños esperan ansiosos fuera de la sala. El recreo ya terminó y esperan a la profesora para que les abra la puerta y los haga entrar. Empiezan a formar una fila y a programar cómo trabajarán.

A mí me toca ser vocero hoy, dice un escolar. Y yo buscaré los materiales, agrega una niña. Todos parecen motivados e inquietos.

La profesora se acerca y niños y niñas desordenan la fila y se agolpan a su alrededor. Yo tengo una pregunta, dice una escolar. Nosotros tenemos una propuesta para probar la hipótesis de la clase pasada, dice otro. Calma, dice la maestra, esperen a que entremos a la sala y empiece la clase.

Ya en grupos de trabajo, con sus cuadernos de ciencia sobre la mesa, los niños se disponen a indagar.

¿Cuál es la pregunta que guía nuestra investigación? pregunta la docente. Varios niños levantan la mano. ¿Qué dices tú, Pedro?

Pedro se levanta y plantea: en realidad, son muchas las preguntas, pero estamos tratando de saber si la contaminación del aire es la misma en distintas partes de la escuela. Cuando sepamos eso, podremos pensar cómo disminuir la contaminación con el aporte de todos.

La profesora pregunta: ¿Están de acuerdo con esas ideas? ¿Quién tiene una idea diferente o quiere complementar esta?

¿Qué necesitamos saber, entonces? pregunta la profesora.

María levanta la mano y responde: tenemos que entender qué es la contaminación del aire, cómo se produce y cómo afecta a las personas. Y a otros seres vivos, agrega, Juan.

¿Alguien tiene otra idea? pregunta la profesora.

Anotemos las preguntas que queremos responder, propone la profesora. Los niños van diciendo, una a una las preguntas. Algunos completan o mejoran las preguntas de sus compañeros.

¿Qué podemos hacer para responderlas? inquiera la profesora.

Investigar, dicen los escolares en coro. Bien, pero ¿qué significa investigar aquí? replica la profesora. Veamos la primera pregunta: ¿Qué es o en qué consiste la contaminación del aire? Es decir, ¿cuándo se considera que el aire está contaminado?

¿Qué grupo quisiera hacerse cargo de buscar respuestas a esas preguntas? dice la profesora.

Varios niños levantan sus manos. La docente propone que el grupo que se ubica cerca de la ventana sea el responsable. Les propongo que discutan, dice la profesora, dirigiéndose al grupo, y lleguen a consenso respecto del procedimiento a seguir para responder esas preguntas. Los integrantes del grupo se disponen a conversar. Uno de los estudiantes abre su cuaderno y empieza a escribir. Anota, primero, las preguntas. Luego dice: ¿qué ideas proponen?

Entre tanto, la profesora continúa interactuando con los demás estudiantes.

Supongamos que ya tenemos una aproximación de respuesta a esas preguntas ¿qué hacemos con esa información? ¿Para qué nos será útil?

Rosario responde: si sabemos qué es la contaminación del aire, podemos idear una forma para medir donde hay más contaminación, por ejemplo. La profesora no asiente ni valida la respuesta. Pregunta: ¿alguien tiene una idea diferente?

Y si supiéramos dónde hay más contaminación, ¿qué podríamos hacer con esa información?

Rodrigo apunta: si lo sabemos, podemos averiguar qué tiene de especial ese lugar que provoca esa mayor contaminación y tratar de investigar si es posible atacar las causas. ¿Están de acuerdo?, pregunta la profesora.

¿Podremos, nosotros, el quinto B de la escuela modificar o atacar las causas?

Se percibe un murmullo de “Nooo”. ¿Qué proponen, por tanto?

Varios estudiantes comentan en voz baja. Pensemos, dice la profesora. Finalmente, Sara pide la palabra y propone: tenemos que dar a conocer nuestros hallazgos. Compartirlos con todos. Y convencerlos, agrega Fernando. Y hacer una campaña anticontaminación, añade, Constanza. ¿Alguna otra idea? pregunta la profesora.

¿Cómo propondrían compartir su investigación? Con algo de temor, Rosario pregunta: ¿y si hiciéramos un seminario? Como ese que se hizo en el colegio el año pasado y vinieron científicos. Sí, dice con entusiasmo Roberto, pero ahora nosotros seremos los científicos. Y científicas, agrega Constanza.

Creo que es tiempo de ponernos todos, todas, manos a la obra. Veamos, cada grupo analice, discuta y proponga, una vez alcanzado el consenso, ¿cómo podrían tener evidencias respecto de dónde hay más o menos contaminación?

Veamos, el grupo que está investigando qué es la contaminación del aire, ¿tiene algún avance para compartir?

El vocero del grupo plantea: ya tenemos algo. Sabemos que la contaminación del aire tiene que ver con las partículas que están suspendidas en él. Y que estas pueden ser...

Si ya tenemos esa información, ¿cómo podríamos llegar a saber, con evidencias, dónde hay más partículas en el aire y dónde hay menos?

Cada grupo propondrá un procedimiento, luego los compartiremos y analizaremos cuál o cuáles son los más apropiados para realizarlos y obtener evidencias.

¿Les parece? Algunos niños asienten, otros ya empezaron a pensar en una propuesta de diseño.

Ha transcurrido media hora. La profesora ha estado en cada uno de los siete grupos y escuchado sus propuestas. Con preguntas, los ha instado a reflexionar si esos procedimientos permitirán obtener evidencias y si son factibles de realizar.

¿Es hora de compartir sus propuestas, dice la profesora? Cada grupo presentará el procedimiento diseñado y discutiremos para llegar a un consenso. Veamos. No olviden que es muy importante plantear lo que piensan con argumentos, explicando claramente qué les hace pensar eso. Todas las ideas serán útiles.

Los grupos, uno a uno, presentan sus propuestas. La profesora da un espacio para que los integrantes de los demás grupos discutan acerca de la factibilidad de cada propuesta. A partir de esa discusión, se va delineando el procedimiento más apropiado.

Nosotros pensamos que podríamos poner algo que capturara la contaminación en distintas partes y, después, compararlos.

Bien, dice la profesora. ¿Qué piensan los demás de esta propuesta? Pedro, de otro grupo, levanta la mano y dice: nosotros habíamos pensado algo parecido; pondríamos papeles del mismo tamaño en lugares bien distintos de la escuela. Y los observaríamos todos los días...

María pide la palabra y dice: “tendríamos que registrar nuestras observaciones, para compararlas después”. Sí, responden en coro.

Los demás grupos colaborativos aportan algunas ideas y refuerzan las ya planteadas. La profesora propone que definan, entre todos, cuáles serán los “requisitos” que deberá tener la planificación de su investigación. Niños y niñas aportan sus ideas y la profesora las registra en un papelógrafo:

- Que se pueda comparar la cantidad de contaminación que hay en distintos lugares.

- Para eso, es necesario buscar una forma de “capturar” los contaminantes (papeles de igual tamaño con vaselina, por ejemplo)

- Que se observe cada cierto tiempo los papeles y se lleve un registro.

- Que definamos una forma para identificar cuándo hay mucha contaminación en un lugar y cuando poca.

- Que pongamos papeles donde no haya contaminación (encerrado en una caja, por ejemplo), para poder compararlos con los otros.

Niñas y niños se abocan a discutir y consensuar el diseño de su investigación. Pronto estarán en condiciones de iniciarla. En la sala no hay silencio, se escuchan voces que evidencian participación y entusiasmo.

Suena el timbre y la clase termina: en la pizarra luce un dibujo que muestra el esbozo del procedimiento de consenso.

La próxima clase construirán sus “atrapa contaminación” de consenso y serán colocados en distintos lugares de la escuela. La aventura recién ha comenzado...

“Estamos de acuerdo en la importancia de la educación científica como fuente de placer, pero, como hemos intentado mostrar, la preparación de los ciudadanos y ciudadanas para la toma de decisiones no constituye ninguna ingenua pretensión, sino una necesidad fundamentada. Por otra parte, ¿acaso los mayores goces no están asociados a la acción, más allá de la mera contemplación? Poder participar en la superación de algún desafío, ¿no produce un placer superior al de simplemente conocer lo que otros hicieron? Contribuir, como ciudadanas y ciudadanos responsables, a la orientación de nuestro futuro, ¿no es fuente de pasión y de satisfacciones? El disfrute de la cultura científica es un derecho que es preciso promover en toda su plenitud, a través de una inmersión que no se limite a una contemplación externa; un derecho que es preciso garantizar en beneficio de toda la humanidad”.

Gil Pérez, D. y Vilches, A. (2006). Educación ciudadana y alfabetización científica: mitos y realidades. *Revista iberoamericana de educación*, 42, 31-53.

Veamos nosotros, ahora, cuáles son las oportunidades que ofrece esta clase indagatoria para el desarrollo de la ciudadanía.

Pensemos:

El clima de aula, ¿Reafirma un esquema ciudadano-democrático?

¿Es posible percibir la colaboración entre los estudiantes y entre ellos y la maestra?

¿Hay evidencias de integración y participación de los estudiantes?

¿Hay evidencias de que se promueve la argumentación?

¿Se percibe que el docente no espera silencio sino organización?

¿Aprecian los estudiantes el respeto de sus pares?

¿Se valora la creatividad y el aporte?

¿Los aprendizajes se proyectan como valor social?

¿Se plantean problemas?

¿Se formulan preguntas?

¿Se diseñan esquemas metódicos para buscar respuestas?

¿Se percibe que los niños no temen equivocarse?

¿Hay evidencias de trabajo conjunto y de búsqueda solidaria de soluciones?

Modelo indagatorio y el ejercicio ciudadano

La indagación como sistema pedagógico para las clases de ciencias aborda aprendizajes específicos indispensables para el ejercicio de la ciudadanía. Aunque claramente su objetivo primordial es la consecución de los objetivos curriculares relativos al aprendizaje de las ciencias, la concepción didáctica de la indagación se basa en principios que pueden proyectarse como elementos característicos para el ejercicio de una ciudadanía democrática. Evidentemente, el modelo indagatorio no postula que los escolares decidan mediante votación si un concepto o que una conclusión es correcta o falsa. Más bien, uno de los principios que guía el modelo indagatorio es el de “igualdad ante el saber”, en el sentido que todos los alumnos tienen los mismos derechos para acceder a equitativas oportunidades de participar, de aportar, de escuchar y de ser escuchados, independientemente de su condición socio-económica, familiar, étnica, religiosa o de cualquier otra índole. Adicionalmente, los docentes que utilicen el modelo indagatorio deben presuponer que todos los escolares son capaces de aprender y por ende capaces de desarrollar las habilidades y destrezas consignadas en el marco curricular y en las orientaciones del modelo.

El principio metódico de “igualdad ante el saber” no pretende desconocer la diversidad en los ritmos y estilos de aprendizaje propios de cada estudiante. El modelo indagatorio busca responder a esas diferencias estimulando el trabajo colaborativo y solidario en equipo. Los aprendizajes de cada clase serán, entonces, tal como en el trabajo científico o en cualquier emprendimiento humano, un “producto” que incorpora los aportes de todos los integrantes del grupo de trabajo, en este caso, de los escolares que participaron en la indagación propuesta al curso. En las clases indagatorias los do-

centes desempeñan, por una parte, un rol de guía que mantiene el trabajo de los escolares dentro del marco y el objetivo diseñado para la clase y, por otra parte, un rol 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 del trabajo y del debate.

El aludido trabajo escolar en equipo, modalidad esencial en una clase indagatoria, se enfrenta valorando 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 la responsabilidad colectiva, 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. La concepción de orden/disciplina en que se basa el modelo indagatorio gira en torno a un manejo cuidadoso de los materiales e instrumentos, a escuchar sin interrumpir a los pares que exponen 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 concepción del orden y la disciplina 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 aquellos pares que entorpecen el trabajo o dificultan la atención, invitándoles a hacerse partícipes del trabajo colaborativo

En torno a la formación para la ciudadanía

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. 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 ese “espacio público”. Justamente a la escuela, como institución socializadora, la sociedad le confiere entre otras funciones, la función integrativa. Esta función se condice con el proceso de democratización, en pos de promover la participación reflexiva y fortalecer un sentido de pertenencia social en los estudiantes, a través de la reproducción de normas, valores y visiones del mundo validadas dentro de la sociedad. De hecho, ya al incorporarse a la escuela, es decir durante el primer año, niñas y niños perciben que cierran un “contrato social” que establece su rol de aprendices que les posibilitará ejercer su derecho a participar en la sociedad. Perciben también que la escuela desde la función calificadora que se le ha conferido, en función de transmitir los conocimientos y habilidades, que son relevantes tanto para el ejercicio de la futura profesión como para la sociedad en sí. 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 la sociedad no le ofrece explícitamente espacios para recibir sus aportes, su trabajo, su entusiasmo.

Los enunciados precedentes buscan destacar la trascendencia, factibilidad y beneficio de que la escuela adopte una orientación más activa y explícita en torno a una de las funciones que desde su invención se le ha conferido, su función socializadora e integrativa en pos de formar ciudadanos. A través de esta propuesta pedagógica, se persigue entender la formación y el ejercicio ciudadano de los escolares, más allá del tratamiento teórico de contenidos relacionados con la “educación cívica”. Es decir, se trata de promover pedagógicamente la evolución desde el “ser parte” a la categoría de participantes activos, cuyos aportes son considerados y valorados... Cabe destacar, que la introducción de adecuaciones en el trabajo de aula que concuerden con esta visión de formación ciudadana no requiere de reformas del marco curricular ni de una reingeniería de la organización escolar. Basta con incorporar en el trabajo de aula las ideas y los conceptos referidos a la formación ciudadana contenidos en el mencionado marco curricular, tal como se implementa en el marco del modelo de indagación científica.

Formación ciudadana e indagación científica escolar

“Al parecer, el ideal de ciudadano/a no es ya alguien que ‘sigue las normas’ y ejerce como consumidor y votante particular, sino alguien movilizado permanentemente, que ejerce su ciudadanía como miembro activo y en comunidad, sin considerar necesariamente la mediación de los estados o poderes políticos convencionales”¹⁴.

La influencia del entorno próximo y del contexto social torna más complejo el desafío que la escuela debe asumir en la formación de una conciencia ciudadana en niños, niñas y jóvenes. 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 estar existencialmente marcados por la pobreza, pueden estar siendo guiados por la creencia intrínseca de que la pobreza es un estado imposible de revertir. Esta creencia debe entenderse como la internalización de prejuicios marcadamente clasistas y racistas, pero extendidos, que definen la pobreza como una condición merecida, ya sea por ausente o precario esfuerzo, o por baja “inteligencia” heredada. Es probable que allí resida el trasfondo de la aseveración formulada a menudo por docentes de escuelas municipalizadas: “Los niños no quieren aprender” o también, “los niños no pueden aprender”.

Ambas creencias se traducen en una sensación compartida por muchos docentes, alumnos y apoderados, que los aprendizajes escolares no pueden conducir a un cambio significativo en la precaria condición de los escolares.

¹⁴ Anason (2013) En: Turner B.S. (1999). *The sociology of citizenship*. London, Sage.

Sin embargo, por compleja que parezca la tarea, la escuela básica y especialmente la escuela pública no debe soslayar su obligación de ocupar con decisión y adecuada preparación el tratamiento de los valores democráticos y ciudadanos indispensables para el funcionamiento integrador de la sociedad. Le corresponde, asimismo, un rol determinante para equilibrar la influencia de las variables, como la familia y el entorno, que intervienen en la formación de las personas y su expresión ciudadana. Tampoco es adecuado que postergue la formación para el ejercicio de la ciudadanía aduciendo que debe abordarse en niveles posteriores, con alumnos mayores. Tal argumento resultaría falaz en razón a que reduce la formación ciudadana a la adquisición de un cúmulo de conocimientos y preceptos de índole jurídica, cuyo dominio además no implica automáticamente su ejercicio o proyección conductual.

Los aportes y proyecciones que el modelo indagatorio ofrece a la formación ciudadana, son los siguientes: en primer lugar el modelo indagatorio promueve a partir de su organización didáctica, el ejercicio de la libertad individual y responsabilidad social; valores primordiales del ejercicio ciudadano democrático. 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 visión didáctica de la indagación promueve además la internalización de la responsabilidad y su proyección social, más allá del deber de responder por juicios o actos individuales. Este proceso de responsabilización es fomentado específicamente por el trabajo en grupo. Este estilo de trabajo se basa en el supuesto que cada integrante comprenda que su participación entusiasta y el aporte creativo de cada cual son fundamentales para el logro de resultados del

quehacer colectivo. Uno de los efectos colaterales de las clases indagatorias es la mitigación del excesivo individualismo estimulado por la educación tradicional, un efecto que puede proyectarse además al ámbito social y laboral en general.

“La educación para la ciudadanía mundial desempeña un papel importante al inculcar el sentido de la responsabilidad compartida en aras de un futuro común. Es vital reafirmar los valores comunes clave, tales como la inclusión y la paz, con miras a establecer nuevas formas de solidaridad basadas en los derechos humanos y la tolerancia.”

Giannini, S., *Aprender para una nueva era: promover el estado de derecho mediante la educación*. UNESCO. Recuperado de: <https://es.unesco.org/news/aprender-nueva-era-promover-estado-derecho-mediante-educacion>

En segundo lugar, el modelo indagatorio promueve e incentiva a través del quehacer docente la reflexión, individual y colectiva como principio que asegura resultados más consistentes del trabajo en el aula. Esta práctica reflexiva conlleva el desarrollo de habilidades y destrezas que ofrecen a los escolares instrumentos que los capacitan para intervenir en forma consciente y libre en el quehacer ciudadano. La convicción y certeza de que en el aula es posible y necesario cuestionar el sustento y proyección de preconceptos y saberes de origen informal, puede proyectarse hacia otros ámbitos del quehacer social. Así, será posible analizar la validez de ciertos enunciados que el cuerpo social, con demasiada frecuencia, acepta como correctos por la simple razón de haber sido formulados por una figura de autoridad, repetido por los medios de comunicación u otros actores hasta alcanzar el rango de verdad indiscutible. También, redundará en cuestionar aquellas ideas que no se ajustan a verdades

objetivas, las llamadas postverdades, y que son difundidas a través de las redes sociales con claros fines políticos. O, en el mismo sentido, cuestionar la inmutabilidad de situaciones que, también con insistencia, se aceptan “porque siempre ha sido así”. La reflexión y el cuestionamiento, pilares metódicos esenciales de la pedagogía indagatoria, pueden entenderse como un aprendizaje fundamental para participar activamente en el ejercicio de la ciudadanía democrática.

El propósito del enfoque indagatorio 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.

López, P. (2017) *Indagación Científica para la Educación en Ciencias: Un modelo de desarrollo profesional docente*. Programa ICEC, Universidad Alberto Hurtado. Santiago de Chile (p. 25)

El modelo indagatorio es un aporte a la formación de niñas, niños y jóvenes en el ejercicio de la ciudadanía en la medida que se implemente conjugando adecuadamente todos sus principios metódicos: la participación de todos los alumnos de un aula; el trabajo en grupo colaborativo y solidario; la reflexión y el aporte fundamentado; el debate y la argumentación como instrumento de construcción social de conocimientos; la indagación y la experimentación como mecanismo de aproximación a la evidencia; la evaluación como instancia de aprendizaje y la disciplina y el orden como expresión de respeto mutuo y como marco funcional al trabajo individual y grupal.

Aunque en el desarrollo del trabajo de aula estos principios son interdependientes y sólo su adecuada dosificación asegura una aplicación exitosa del modelo, una “buena” clase indagatoria depende en gran medida de que niñas, niños y jóvenes aprendan a preguntar y a preguntarse. El esfuerzo motivador inicial está centrado en seña-

“A pesar de que el mundo está cada vez más interconectado, la paz y el desarrollo sostenible siguen estando amenazados por las violaciones de los derechos humanos, las desigualdades y la pobreza”.

“La Educación para la Ciudadanía Mundial (ECM) es la respuesta de la UNESCO a este reto. Mediante su labor, la Organización pone a disposición de los educandos de todas las edades los medios para reflexionar acerca de estos desafíos mundiales, tanto local como globalmente, y para que se vuelvan contribuyentes, en una actitud proactiva, de un mundo más pacífico, tolerante, seguro y sostenible”.

Educación para la ciudadanía mundial, UNESCO, recuperado de: <https://es.unesco.org/themes/ecm>

lar, clara e indistintamente, que la curiosidad es el inicio del saber y que no podrá haber respuestas si no hay preguntas. Este incentivo al cuestionar y cuestionarse es un avance hacia la indagación, una invitación a querer saber y una reposición de aquella necesidad del “¿por qué?” de los primeros años. Esa necesidad que perdió intensidad cada vez que los niños recibieron por respuesta un “porque es así”. Con la revitalización y relegitimación de aquellos “¿por qué?” sublimados, los escolares comienzan a atisbar que en su vida y en el mundo que los rodea “nada es así porque es así”, que todo fue resultado de la construcción y la destrucción, del consenso y del conflicto, de la convicción y del cuestionamiento. Que todo debe tener una explicación razonada y una respuesta fundamentada. Especialmente en la vida ciudadana.



Una estrategia de formación

Este apartado nos entrega una visión sobre aproximaciones y estrategias que permiten basar el aprendizaje de la ciencia en problemas y fenómenos del espacio local. Recoge la invitación a docentes y educadoras para abordar problemas socio científicos, desde una propuesta guiada a indagar y explicar fenómenos, hasta la propuesta autónoma de grupos colaborativos de docentes para aproximarse a problemas de interés social, desde la explicación científica de fenómenos.

Pensando en formación docente para la ciudadanía

No es fácil vivir en el mundo de hoy. El mundo en el que vivimos y la sociedad en la que nos desenvolvemos nos presentan desafíos, que con frecuencia requieren de la toma de decisiones que nos comprometen integralmente. La complejidad de los problemas nos invita a tomar posturas éticas o valóricas, a decidir sobre la calidad de vida que queremos o podemos llevar; nos insta a modificar nuestro entorno a medida que nos hacemos conscientes de nuestra posición en el sistema en que nos desenvolvemos. Pareciera necesario, entonces, formarnos como ciudadanos informados, responsables y participativos. Tarea nada fácil, porque aquella tarea implica disponer de sustentos éticos, disciplinares, procedimentales, sociales y afectivos para actuar.

El aula de ciencias indagatoria aparece como un espacio potencial para que estudiantes y docentes se enfrenten a desafíos que propicien el desarrollo integral de los alumnos como futuros ciudadanos. Un espacio en el que sea posible aprender conceptos y desarrollar habilidades, tales como argumentar decisiones y tomar posiciones frente a controversias. Un camino posible para asegurar que ese espacio se transforme en un lugar de formación ciudadana es enfrentarse a controversias o problemas socio científicos, intentar comprenderlos y, eventualmente, resolverlos. Para enfrentar un problema socio científico se requiere identificar situaciones del espacio local, que sean interesantes para la comunidad. El problema identificado deberá ofrecer oportunidades para plantear y diseñar procedimientos para someter a prueba preguntas, obtener evidencia, elaborar ideas basadas en el análisis de esa evidencia y proponer vías de solución. Así, el aula se transformaría en un espacio colabo-

rativo y democrático, en el que todas y todos son capaces de plantear inquietudes, resolver curiosidades, aportar a las ideas de otros y modificar las propias.

Niñas, niños y jóvenes se enfrentan a situaciones en las que se requiere tomar posición y decisiones desafiando aquello que creen, les gusta o valoran.

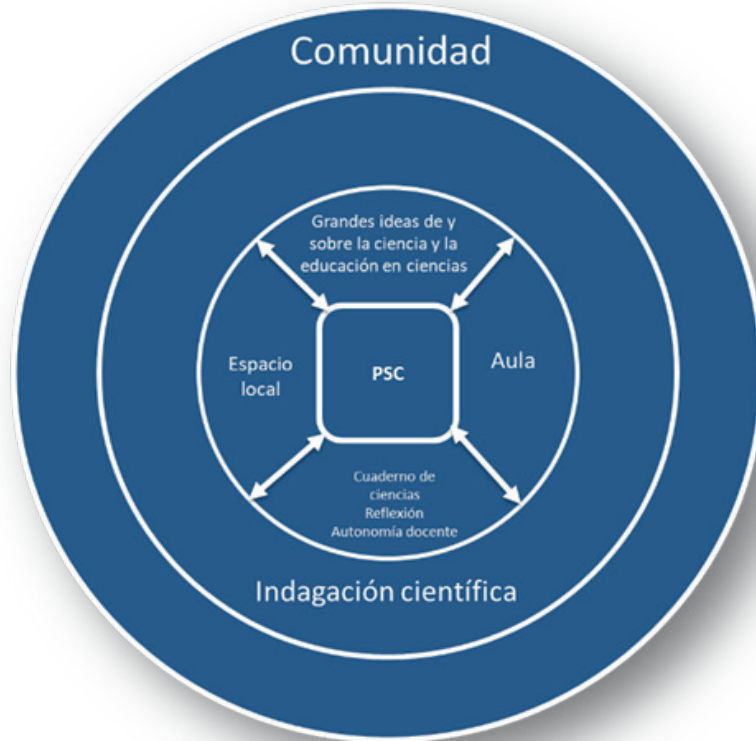
Trabajar sobre problemas socio científicos, de diversa complejidad, es algo que hacemos con cierta frecuencia, dentro y fuera del aula, prácticamente sin darnos cuenta: por ejemplo, cuando decidimos qué hacer con la basura que generamos; al tratar de comprender la complejidad del sistema de transporte en la ciudad; al participar en discusiones sobre nuestra salud e incluso decidir a qué tipo de medicina recurrir, cuando una enfermedad lo requiere.

Los adultos tenemos, en el mejor de los casos, saberes, herramientas y competencias que nos permiten tomar esas decisiones. Para las decisiones más complejas, integramos saberes y quehaceres de diversa procedencia u origen, para enfrentar los desafíos de nuestro entorno.

Niñas, niños o jóvenes en formación desarrollarán, paulatina y crecientemente, diversas herramientas que les permitan explicar fenómenos del entorno y, paralelamente, estarán en condiciones de argumentar y tomar decisiones que impacten su vida y la de los demás. En el espacio de aprendizaje requerido se considerarán desafíos del entorno local, es decir, aprenderán en contextos reales, de tal manera que los saberes, procedimientos, incluso creencias, contribuyan para desarrollar competencias que se pondrán en juego en “la vida real”. Los problemas socio científicos, o controversias en contexto, ofrecen, además, un espacio comunicativo privilegiado

que promueve el uso de pruebas o evidencias, la comprensión de modelos científicos y la explicitación de ideas alternativas.

El desafío es, entonces, formar estudiantes-ciudadanos, aplicando la indagación científica como enfoque didáctico y pedagógico y, utilizando como estrategia la resolución de problemas socio científicos en el marco de la formulación de un proyecto.



Un modelo en construcción

El desafío descrito -que invita a los estudiantes a conocer, comprender y modificar su entorno, natural, social, cultural, tecnológico, aplicando saberes y herramientas del quehacer científico- se sustenta en el vínculo que se establece entre una forma de explicar e impactar en el entorno (problemas socio científicos); saberes y habilidades propias del quehacer científico (“grandes ideas de la ciencia” e indagación científica); el entorno real y cercano, fuente y sostén de observaciones, ideas, proyectos y propuestas (espacio local); y por cierto, el espacio donde confluyen interpretaciones, explicaciones, construcciones y creaciones (el aula de ciencias). La interacción entre estos elementos puede configurar un “proyecto”, que tiene el potencial de resolver problemas y cuestionamientos de interés social del entorno, en el que es posible construir y desafiar concepciones de fenómenos y conceptos científicos. Estos proyectos se transforman en espacios de desarrollo, aprendizaje y comunicación para los estudiantes. Los proyectos, como han sido descritos, surgen, se planifican y ejecutan en el aula de ciencias. Y, a la vez, implican superar los límites del aula y de la escuela, “transformando sus murallas en horizontes”, ampliando así el ámbito en que los aprendizajes pueden aplicarse. Este espacio supone la colaboración entre docentes, de estos con los distintos miembros de la comunidad-escuela, de la escuela con el vecindario y podríamos seguir y seguir ampliando nuestra comunidad que aprende.

Las propuestas de aprendizaje, surgidas de esta interacción colaborativa, consideran oportunidades de desarrollo para todas y todos, y son concebidas como un espacio de colaboración democrática, capaz de proveer oportunidades inclusivas, respetuosas y desafiantes.

Otra configuración del aula de ciencia

Los límites, protagonistas, participantes, contenidos y formas de interacción de la clase de ciencia se ven desafiados a cambiar, de tal manera que llegue a convertirse en un espacio que ofrece las condiciones para que los proyectos se piensen, se desarrollen y ejecuten.

La planificación de acciones para resolver problemas del entorno, a partir de la curiosidad y preocupaciones de los estudiantes, considera y valora las preconcepciones y preguntas de los estudiantes. Al observar un mismo espacio, un grupo heterogéneo de estudiantes presentará una diversidad de aproximaciones, cuestionamientos, intereses e inquietudes. Llamarán su atención distintos aspectos de un problema similar. Utilizarán de distinta forma el espacio natural o social explorado. Es justamente esa diversidad la que, considerada cuidadosamente, favorecerá el planteamiento de preguntas investigables comunes y específicas, a partir de lo que a niñas y niños les preocupa y quieren resolver.

El aula de ciencia se extiende a espacios frecuentemente no considerados para desarrollar aprendizajes: se abren puertas y ventanas y el aula se amplía al entorno que da origen a los cuestionamientos de los estudiantes y que proveerá de datos y evidencia para proponer explicaciones y soluciones, a partir de ideas y resultados de los proyectos elaborados.

Al aula concurren actores que no son convocados con frecuencia. El proyecto invita a colaborar con aquellos que comparten la preocupación por resolver un problema común, pero que evidencian una aproximación distinta. El vecino, la señora que vende en la feria, el veterinario del barrio, el carpintero, la alfarera, empiezan a ser parte del proyecto, en la medida que aportan y son parte de pro-

blemas de preocupación social del entorno, y contribuyen en la generación de explicaciones y propuestas de soluciones, abriéndose así un espacio de colaboración que enriquece las visiones, diversifica las aproximaciones y favorece la articulación de saberes de distinto origen.

Utilizamos la concepción de espacio local como aquel entorno en el que es posible identificar cuestiones, problemas o conflictos socio científicos, describir ámbitos de impacto en las comunidades, y sobre el cual es posible impactar hacia su comprensión, mitigación o resolución.

Puede presentarse como el entorno cercano natural, social, cultural, afectivo, emocional o ambiental; y como una combinación de ellos, siendo entonces un espacio multidimensional. Así, en el espacio local será posible identificar cuestiones o problemas de diversa naturaleza en la que necesariamente influyen variados ámbitos del saber que permiten su comprensión, explicación o propuesta de resolución.*

El espacio local será, también, aquel entorno en que nuestra acción genere un impacto en los problemas o cuestiones abordadas, provocando cambios verificables en diversos ámbitos de la definición del problema abordado.**

Concebido así, el espacio local no tiene límites geográficos definidos y por tanto es tan amplio como amplia sea la cuestión que se aborde siempre que cumpla los criterios de impactar y ser impactado por la acción del observador.

***Tolindor, A., Pastene, N. y Azocar, R. (2017) Espacios globales y espacios locales en busca de nuevos enfoques a los conflictos ambientales. Panorámica sobre Sudamérica y Chile, 2010-2015. *Revista de estudios sociales*, 61, 28-43. doi: 10.7440/res61.2017.03**

****López Vidal, M. (2006) Espacio local y educación ambiental para el desarrollo sostenible". Congreso iberoamericano de ciencia, tecnología, sociedad e innovación CTS+I.**

Ideas que suman

Es esperable que los proyectos planteados para resolver problemas del entorno con interés social desarrollen y apliquen conocimientos y procedimientos disciplinares, ajustados en alcance y profundidad a lo que se espera que niñas, niños y jóvenes aprendan en un nivel determinado, fundados en el marco curricular. El currículum vigente determinará los contenidos que se deben desarrollar, y que, agrupados en “grandes ideas de la ciencia”, tracen el horizonte disciplinar de los proyectos socio científicos. Así, se comienzan a perfilar espacios en los que es posible que niñas, niños y jóvenes -con intereses y preocupaciones confluyentes- aprendan colaborativamente, independiente, incluso, del nivel de formación escolar en que se encuentren. Desde su propia realidad, de acuerdo con sus habilidades y saberes, plantearán sus ideas, que les permitirán resolver un problema común que contribuirá a la comprensión de una gran idea de la ciencia. Los proyectos, por tanto, invitan a colaborar y a sumar ideas.

“Todo ciudadano necesita una comprensión general de los temas y sus implicaciones éticas para poder movilizar la voluntad política y solucionar los problemas que presentan. Tales consideraciones generan preguntas sobre cómo asegurar un aprendizaje relevante entre todos los estudiantes, independientemente de que después trabajen en estos esfuerzos o no”. Este desafío planteado por Harlen¹⁵ en 2015, propone que en la formación de niñas y niños, el aprendizaje de conceptos y quehaceres de la ciencia se vinculen y progresen en “ejes” conceptuales o grandes ideas de la ciencia, de tal forma que contribuya a la formación de ciudadanos que participan y colaboran en la toma de decisiones que impactan su entorno.

¹⁵ Harlen, W. (2015) *Working with big ideas of science education*. Trieste: The Science Education Programme (SEP) of IAP. Italy

Dos caras de un mismo lado

A continuación, presentamos, en formato bitácora, elaboraciones de docentes, provenientes de escuelas y liceos de la Región Metropolitana, participantes del curso de Profundización en Indagación Científica para la Educación en Ciencias, ICEC, de la Universidad Alberto Hurtado.

Para acercarse a la identificación de problemas del espacio local, que requieren de conocimiento científico y habilidades de pensamiento científico para abordarlos, desde el aula de ciencias, acercarse a respuestas de problemas del espacio local.

Más adelante, formularán el problema, plantearán las preguntas de investigación y una hipótesis de progresión de aprendizajes, sobre la cual se diseñarán posteriormente secuencias de clases con enfoque indagatorio. Así, niñas, niños y jóvenes tendrán la oportunidad de plantear ideas basadas en evidencias que contribuyan a la explicación de un problema con interés social de su entorno, relevando la exploración en terreno, el planteamiento de preguntas y el diseño de planes para someter a prueba explicaciones tentativas.

Para documentar las ideas enunciadas, en este apartado se relata el desarrollo de un desafío planteado a los docentes participantes al inicio del curso de Profundización en Indagación Científica para la Educación en Ciencias, ICEC, de la Universidad Alberto Hurtado.

Para ilustrar los desafíos que implica el abordaje de problemas socio científicos, se relata la acción, tanto desde la perspectiva de los docentes participantes, como de los docentes universitarios a cargo del diseño e implementación de las sesiones presenciales del curso, A continuación, una reconstrucción de diálogos y elaboración de ideas.

¿Qué buscar cuando buscamos? se preguntan docentes de aula, participantes del curso ICEC

Nos desafiaron a encontrar en el entorno de la Universidad una situación, fenómeno o problema que sea posible de ser explicado desde el conocimiento científico y que, además, tenga impacto en la vida nuestra o de otros. Parece simple, incluso llegamos a pensar en nuestro grupo, que no será necesario salir a los patios. La reacción inicial fue: “conocemos donde vivimos, donde caminamos, donde tomamos café... solo falta ponernos de acuerdo en un problema y listo”.

Lo que parecía sencillo, dejó de serlo a los pocos minutos... imagino que, por diversas razones, pero al menos dos se nos hicieron evidentes: i) Creemos que conocemos el entorno, pero tenemos problemas para explicarlo desde el conocimiento científico; ii) no tenemos seguridad sobre cómo impactaría en la vida de otros.

¿Será que estamos pensando en problemas demasiado complejos?

¿Será que necesitamos definir algo antes de comenzar?

Nuestras ideas iniciales, antes de recorrer el espacio de la universidad, incluyen:

- Aumento de las temperaturas máximas en verano y el efecto que podría tener el desarrollo de clases en interior de la sala.
- Luminosidad y la relación que tiene con el ánimo y disposición de los estudiantes.
- Ruido dentro de las salas de clases y los efectos medibles en el rendimiento de estudiantes.

Como verán, las ideas iniciales tienen que ver con la situación en que nos encontramos: 17 de diciembre, 12 del día, en clases dentro de una sala. El día caluroso, la hora del día y nuestra disposición a es-

tar en clases determinaron nuestras primeras preguntas. Nos parecieron interesantes, y como grupo decidimos aceptar la invitación de los docentes a cargo de la actividad: salir de la sala y encontrar preguntas o fenómenos diversos, para luego decidirse por uno para estudiarlo.

¿Cómo recorreremos espacios que visitamos habitualmente para preguntarnos cosas que no nos preguntamos habitualmente? Salimos a buscar aquello que llamara nuestra atención, sin necesariamente evaluar cuánto sabemos de ello o qué interés puede generar en otros. Es decir, salir a describir y a anotar todo lo que encontramos.

En nuestro recorrido encontramos:

- Plantas que crecen a la sombra de otras. ¿Será posible identificar los factores que favorecen esa distribución? ¿Será una distribución natural o estará determinada por la acción humana?
- “Basura” en patios y pasillos. ¿Qué habría que considerar para reducirla?
- Personas agrupadas en las esquinas de los patios, a la sombra de los edificios. ¿Cuántos grados Celsius de diferencia habrá con el centro de los patios?
- Menos personas con vasos de café que con botellas de agua.
- Diferente coloración en las paredes de los edificios ¿estará determinado por la incidencia de luz? ¿Las paredes expuestas a la luz directa se decoloran con mayor rapidez que las no expuestas?
- Superficies de cemento, ¿cómo se comportará la ciudad en la medida que se va cubriendo de cemento? ¿Cómo hará frente a los cambios en el clima?

- Aves en los árboles. ¿Serán siempre las mismas? ¿Cuál será la diversidad de aves de la universidad?

A medida que vamos avanzando nos damos cuenta de que lo que encontramos podría generar preguntas, mueve nuestra curiosidad y se vuelve interesante.

Nos recuerdan que el desafío de la sesión es encontrar fenómenos o problemas de interés social, en la que colaboren en su explicación contenidos y saberes de la ciencia. ¿Estaremos en el camino correcto? Una duda que parece razonable ¿no? ¿Será necesario detener unos minutos nuestra observación para definir problemas?

Probemos.

Podríamos pasar minutos, horas o días recorriendo, observando, incluso anotando, pero creemos que nos falta algo que comienza a aparecer como fundamental, y se nos hace urgente. En palabras de Diego Golombek¹⁶, “Eso que llamamos ciencia es, ante todo, una manera de entender el mundo, una forma de sacudirlo a preguntazos que, curiosamente, dan como resultado más y más preguntas.”

Tendremos entonces que recorrer este mundo, el de hoy, el que está bajo nuestros pies, al alcance nuestros ojos, a “preguntazos”. Un poco más decididos y con algo de claridad en nuestras mentes, volvemos a mirar lo que ya hemos visto tantas veces, con el firme propósito de preguntarle todo a todo.

Encontramos jardineras que tienen árboles, plantas más bajas, tierra, agua, aves, etc. ¿Qué necesitan estos organismos para vivir? ¿Cada cuánto se requiere regar esta jardinera? ¿Quiénes viven acá? ¿Qué ocurre si no hay animales en este pequeño ambiente? ¿Hay anima-

¹⁶ Golombek, D. (2008) *Aprender y enseñar ciencias: del laboratorio al aula y viceversa*. Buenos Aires: Santillana.

les? Si no estuviera el árbol, ¿cómo luciría? ... cada pregunta, nos lleva a otra pregunta... y a otra... ¿Cuándo nos detenemos? ¿Cómo elegimos cuál intentamos resolver?

Entre los textos interesantes que hemos leído, recuerdo uno de Melina Furman¹⁷. Lo busco y encuentro la cita que dice: “En el aula, al igual que en la ciencia profesional, es importante fomentar en los alumnos el arte de hacer preguntas que conduzcan a investigaciones; en este sentido lo importante no es sólo la pregunta sino la forma en que se la plantea. Muchas veces sucede que preguntas muy interesantes están formuladas de tal manera que no conducen a experimentos claros. En ese caso, es necesario reformularlas de modo que podamos abordarlas, sea por experimentación o a través de observaciones”. Alimentamos nuestro recorrido con esta “nueva” idea en mente. Lo que nos planteemos como interesante tendrá que ser capaz de generar preguntas que muevan nuestro interés y que también movilicen la acción, que sean capaces y factibles de someterse a prueba, que colaboren en trazar un trayecto de acciones que provean evidencia. Junto con ser preguntas “interesantes” debemos ser capaces de plantearnos cuestionamientos que abran la posibilidad de investigar, de someter a prueba, de formular procedimientos para encontrar datos y evidencia, de iluminar vías de análisis. Visto así, algunas de las que ya nos hemos planteado podrían dar cuenta de lo expresado; otras, evidentemente no. Más interesante aún: algunas requieren ser transformadas para poder ser lo que se espera que sean. La cosa es que, tan mal no vamos... Reconocemos nuestro entorno, identificamos fenómenos, nos preguntamos para poder investigar.

¿Seguimos?

¹⁷ Gellon, G., Rosenvasser, E., Furman, M. y Golombek, D. (2005) *La ciencia en el aula: lo que nos dice la ciencia sobre cómo enseñarla*. Buenos Aires: Paidós.

Es difícil avanzar sin compartir lo que hemos registrado y, de todas formas, sin conocer lo que nuestros compañeros han explorado. Con algo de sorpresa, y también de historia esperada, reconocemos las observaciones como comunes. Muchos vimos las mismas plantas, las mismas paredes, recorrimos los mismos patios y nos llamó la atención las mismas aves; sin embargo, no nos preguntamos lo mismo. Mientras unos nos preguntamos ¿cómo ocurre?, otros se preguntaron ¿por qué ocurre?

Es importante la diferencia entre desentrañar los mecanismos que permiten que un fenómeno se manifieste y dilucidar las relaciones entre variables que permiten visualizar el fenómeno. Nos llama la atención algo similar, pero nuestra curiosidad nos lleva a intentar explicar cosas distintas y, por tanto, esperaremos encontrar relatos diferentes.

Un fenómeno raro y común



No estamos del todo familiarizados con la explicación de fenómenos complejos, más bien nuestra acción docente nos centra en intentar explicar pequeñas parcelas de conocimiento, asumiendo que, al sumarse, proveen las herramientas suficientes para explicar fenómenos o problemas complejos. Nuestra propia dificultad para enfrentar

el desafío planteado (encontrar un problema con explicación científica e impacto social en el entorno más cercano) nos abofetea con una realidad: tal vez no estamos tan conscientes de lo que sabemos, sabemos hacer, nos interesa, nos llama la atención o queremos explicar. Durante esa reflexión, y asumiendo un poco de desaliento fren-



te a la dificultad de ponernos de acuerdo y seleccionar un fenómeno y algunas preguntas, el cielo nos regala la respuesta.

18 de diciembre, todos mirando el cielo.

Un día soleado, algo caluroso y de cielos aparentemente despejados, es una invitación a protegerse, buscando sombra o lugares interiores. Eso, si es que lo que se quiere es evitar una insolación o al menos la pérdida de agua. Pero el 18 de diciembre de 2017 esas condiciones nos invitaron a todo lo contrario. Un “arcoiris” circular se presentó en torno al Sol. Un fenómeno tan poco común como extraordinario. Bandas de color se dibujan alrededor del Sol. El cielo parece despejado y el Sol brilla en esplendor. ¿Cómo apareció este fenómeno? Desde pequeños hemos asociado

1.- Halo solar anuncia catástrofe

Antes del terremoto del 19 de septiembre en la Ciudad de México se registraron al menos dos halos solares, uno el 25 de mayo y otro más el 18 de junio, por lo que mucho se habló de que dicho fenómeno natural anunciaba una catástrofe. Sin embargo, no existe referencia científica que pueda avalar dicha relación.

los arcoiris con precipitación que se cruza entre nuestros ojos y el Sol. Luego de una lluvia, sale el Sol y corríamos todos a buscar el arcoiris, y lo encontrábamos ahí donde esperábamos, mirando en dirección opuesta al Sol, y era precisamente lo que buscábamos, un arco, con ambos “pies” sobre la tierra. (¡O cercanos a ella!)

¿Cómo explicamos este círculo de “arcoiris” en torno al Sol?

No era raro escuchar relaciones “extrañas” entre el fenómeno y eventos que pudiese predecir. Aguacero, temblor, cambios en el clima, en el humor de las personas, castigos celestiales y otras cuantas. Las redes sociales se inundaron de bromas, preguntas serias y no tanto, y las explicaciones tardaron un poco en llegar. Lo más interesante es que nadie parecía ser indiferente al evento, todos quienes estaban en nuestro entorno de una u otra forma modificó lo que estaban haciendo para ver y comentar el halo.

El desafío estaba claro entonces. Necesitamos comprender este fenómeno, desde la evidencia, para colaborar en la información, propia o para otros, o al menos para no contribuir a la desinformación.

Hecha la tarea.

La otra cara: Un desafío de diseño

¿Qué proponen los docentes universitarios a cargo del curso?

El curso de Profundización en Indagación Científica para la Educación en Ciencias propone como desafío construir aprendizajes a través de la explicación o resolución de cuestiones socio científicas. Este desafío, cuyo destinatario final son los participantes del curso, es también una invitación a quienes diseñan e implementan clases para las sesiones presenciales del curso. Es nuestro propósito que sean las inquietudes y preguntas de los docentes participantes las que iluminen particularidades del diseño de las sesiones, favoreciendo el modelamiento de la estrategia propuesta por el curso, el contraste entre ideas y preconcepciones con la evidencia, el vínculo entre el aprendizaje propuesto y los intereses personales; el impacto social que ellos pueden tener.

Discusión para diseñar

Dos docentes universitarios nos hicimos cargo de la sesión siguiente a la “aparición” del halo en torno al Sol.

Fue muy evidente que era necesario rediseñar la sesión planificada anteriormente para despejar errores conceptuales, completar vacíos en las explicaciones de los docentes y establecer un vínculo con lo que la información basada en evidencia podría aportar al “discurso público”. Era una oportunidad privilegiada para poner en acción la estrategia específica de este curso ICEC: problemas o controversias socio científicas

Un arcoiris en el cielo

Para comenzar

Sobre nuestras cabezas, observamos ayer un fenómeno particular: en torno al Sol se formó un halo de colores, como si un arcoiris estuviera rodeando al Sol.

Utilizando tus palabras, propón una explicación tentativa del fenómeno.



“Hay que lograr que los participantes contrasten lo que saben o creen saber, con algún tipo de evidencia obtenida por ellos mismos”. Esta premisa, que aparenta ser sencilla, nos invita a “seleccionar” un foco de atención, ¿Qué intentaremos explicar? ¿Será posible hacerlo con materiales simples, disponibles en cualquier lugar? Esta cuestión planteada tuvo una pronta respuesta, con forma de nueva pregunta:

¿es necesario definirlo? Tal vez no. Puede que sea interesante favorecer que las decisiones de exploración estén guiadas por lo que crean que es necesario saber o explicar, que puedan determinar aquello que no es posible explicar en ese espacio, en ese tiempo y con ese material, y quede, por tanto, como una pregunta que requiere de múltiples aproximaciones para completarla.

¡Así será! Entonces, invitaremos a los participantes a comenzar la sesión dando explicación, con sus propias palabras y sin juicio, al fenómeno observado.

¿Cómo modelamos el potencial de aprendizaje que una actividad como esta puede tener? Será necesario entonces, animar la reflexión de cada grupo en torno a lo que es posible aprender o explicar, y la trayectoria utilizada para lograr construir esas explicaciones, así como la generación de nuevas preguntas. Entonces, proponemos a los grupos realizar dos tareas durante la sesión:

- Encontrar evidencia que colabore en explicar el fenómeno en cuestión.
- Registrar las preguntas y experiencias realizadas, identificando cómo colaboran a la explicación del fenómeno, explicitando cuál fue el camino recorrido, cuáles las preguntas surgidas, cuáles las evidencias; qué será necesario hacer para acercarse aún más a una explicación científica del fenómeno observado.

Los invitamos a completar dos desafíos en esta versión:

1. Someter a prueba algunas ideas relacionadas al fenómeno del "arcoiris en el cielo", para lo cual los animamos a encontrar alguna evidencia experimental que ayude a completar nuestra explicación del fenómeno.
2. Realizar una representación esquemática que pueda responder a ¿qué rol fueron jugando las preguntas que te planteas para avanzar en la explicación del fenómeno? Para lograr elaborar este esquema, es necesario hacer un registro riguroso de la preguntas que surgen, de las ideas que se proponen y de las actividades que se realizan.

Después del análisis y discusión plenaria, abordaríamos cómo “sus” aprendizajes se transformarían en insumo para el diseño de clases para sus estudiantes. Es decir, primero aprendices, luego docentes... Cada grupo intentará desafiar lo que saben o creen saber sobre el fenómeno, prestando especial atención a todas las decisiones que los llevan a someter a prueba alguna idea o pregunta, el procedimiento utilizado, las preguntas que guían la exploración y el análisis de la evidencia en función de explicar o completar la explicación del fenómeno.

¿Será posible completar la explicación del fenómeno con los materiales, tiempo y espacio disponible? Seguramente, no. Será necesario invitar a los grupos a identificar con claridad aquello que la evidencia permite explicar y aquello para lo que será necesario recurrir a otras experiencias o fuentes. Esto será especialmente importante si lo que se quiere es modelar una estrategia para abordar

problemas complejos, en los que potencialmente confluyen múltiples saberes para explicar o resolver.

Incluiremos entonces una tarea final para la reflexión de los grupos:

Será importante proveer la oportunidad para que los grupos contrasten aquello

que sabían o creían saber, con lo que han aclarado durante la experiencia exploratoria, entonces, incluiremos la solicitud de reflexión respecto de lo que inicialmente declararon como explicación al fenómeno, identificando aquello que es “nuevo” o “distinto” en la ex-

Piensa, junto a tu grupo

¿Qué más se necesita saber para explicar el fenómeno de forma más completa o precisa?



plicación. Será importante identificar con precisión qué es lo que no sabemos aún y proponer cómo podríamos llegar a saberlo.

Aseguremos que el cierre de la sesión sea posible de realizar con las ideas de los grupos, lo que han logrado reflexionar y construir. Invitamos a los grupos a definir una estrategia de comunicación de sus ideas, en función de proveer relato acerca de lo que hicieron, cómo lo hicieron, lo que aprendieron y cómo lo aprendieron. Cuidaremos que el cierre incluya la reflexión sobre la importancia de explicar científicamente cómo se produjo el halo y de qué manera podríamos contribuir a que la “opinión pública” también aprenda...

Expliquemos el halo en torno al Sol

Después de haber realizado las distintas actividades de la sesión, intenta nuevamente entregar una explicación al fenómeno observado



¿Cómo lo comunicamos? Responden los docentes

El fenómeno, halo solar, “nos cayó del cielo”. Sin embargo, necesitamos algo más que la sorpresa o emoción, necesitamos acercarnos a explicarlo, del todo o parte de él.

El halo en el cielo en torno al Sol, con sus múltiples bandas de colores, enmarcado en un cielo azul, sin nubes observables aparece sin aparente previo aviso, llamando la atención de una ciudad completa, y obviamente la nuestra. La sorpresa la acompañamos de ¿Cómo ocurre? ¿Qué es? ¿Por qué se hace apreciable? ¿Cuándo aparece? Todas ellas, preguntas casi instantáneas no necesariamen-

te obligatorias de contestar que alimentan nuestra curiosidad y comienza a aglutinar un desafío colectivo para explicar el fenómeno. Intentamos formular una pregunta más investigable... conscientes de que las primeras que se nos ocurrieron o “nos llegaron” intentan buscar datos o hechos, se nos ha invitado a cuestionar el fenómeno de forma que podamos someterlo a prueba e imaginar la formulación de una explicación plausible para la formación de un halo de colores en torno al Sol. “Nubes con agua sólida en la trayectoria de la luz (entre el Sol y el ojo) refleja un círculo alrededor del Sol” será entonces nuestra explicación de consenso grupal y que recoge las ideas comunes de todas y todos, y que intentaremos someter a prueba.

Probamos hacer pasar luz por distintos medios replicando aquello que creemos explica el fenómeno, hasta obtener dispersión de la luz en bandas de colores. Efectivamente, al pasar por cristales la dispersión producida explicaría el halo, su forma y la disposición de bandas. El paso por gotas de agua líquida sería más cercano a la explicación de un arco iris. Destacamos en nuestra exploración experimental, el trabajo colaborativo que nos hace cuestionar las ideas individuales, alcanzar construcciones colectivas, por lo que adquiere mucha relevancia la forma en que argumentamos, el análisis de los datos y basar nuestras ideas en la evidencia e intentar que los argumentos se comuniquen de forma que sea posible la comprensión de otros. La discusión se enriquece, el lazo entre nosotros se fortalece, y somos capaces de respetar y valorar las ideas disidentes. ¿Cómo sigue? Creemos que no tiene otra salida que sistematizar las ideas no resueltas, conformarlas como preguntas que necesitarán someterse a prueba en nuevas investigaciones, pero esta vez, ya a partir de nuestra concepción (parcial) del fenómeno.

Fenomeno Halo Solar

⑦ Nuevas preguntas

sol → cambio de medio (nube $< 65^\circ$) → observador



→ observación
→ Trabajo colaborativo
→ Caracter: luz
Reflexión
Difusión

⑥ concluir Interpretar

Planificar Actividades Experimentales (3)

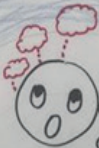
muy altas con t° muy bajas (-65°)

⑤ predecir: las  

"Habían nubes con agua en la trayectoria de la luz y el observador que reflejaba un círculo alrededor del sol"

④ Hipotetizar:

② cuestionarse ¿Cómo se formó el halo?



???

¿Qué?

¿Cómo?

¿Por qué?

¿Cuándo?

→ Formación Etimológica

Los profes se toman la palabra

Enfrentar el desafío de explorar el entorno para “encontrar” un problema de interés e impacto social no es una tarea sencilla. La experiencia muestra que el entorno cercano puede ser muy estrecho, complejizando el interés social; o muy amplio, dificultando el impacto posible.

“La ciudadanía no llega por casualidad: es una construcción que, jamás terminada, exige luchar por ella. Exige compromiso, claridad política, coherencia, decisión. Es por esto mismo por lo que una educación democrática no se puede realizar al margen de una educación de y para la Ciudadanía”.

Freire, P. (2008) *Cartas a quien pretende enseñar*. Buenos Aires: Siglo XXI

Permanentemente exploramos el entorno y, con frecuencia, con alguna idea en mente. Es difícil imaginar que adultos, jóvenes o niños se acerquen a observar algo sin que previamente llame su atención, evoque un recuerdo, represente una idea ya concebida o responda a una pregunta que ya nos hemos formulado, entre otras. Imaginemos que visitamos un parque, en el que hay plantas diversas, personas utilizándolo de diferentes formas, animales de distinto tipo, luz, agua y colores. Si nos desafían a plantearnos preguntas (la que uno quiera) en ese entorno, la experiencia dice que lo más probable es que recurramos a nuestras experiencias previas para satisfacer alguna duda, curiosidad o certeza parcial. Resulta menos esperable que nos enfrentemos, por ejemplo, a un árbol, lo miremos de arriba abajo para luego decir ¿qué me podré preguntar sobre este árbol? Con mayor seguridad nos acercaremos a aquello que algo nos evoque, que algo “encienda” en nuestros recuerdos, y a partir de ellos, dar espacio a la creatividad, pero sobre base conocida.

Las preguntas que planteamos a partir de lo vivido o lo evocado representarán un interés genuino, e independiente de su localización espacial o geográfica, serán cercanas. Otro desafío será resolver si es una pregunta abordable o no.

¿Y si lo que creemos saber nos juega una mala pasada?

Alguien como nosotros, podría relatar lo siguiente:

Recuerda que, hace ya tiempo, cuando pequeño, muchas veces pasó cerca de un canal que cruzaba la ciudad de oriente a poniente. La ciudad en ese tiempo era otra, con otras prioridades, con otra forma, con otra sensibilidad. Ese cauce, o canal, se alimentaba de aguas de la cordillera, y se engrosaba con desechos de las comunas que recorría. No solo recibía “aguas sucias”, también lo que sobraba en la ciudad, iba a dar a ese canal. Ropa, comida, electrodomésticos en mal estado, basura de todo tipo, plásticos varios, trozos de automóviles, animales muertos, y otro muy largo etcétera. Los recuerdos de pasar cerca de ese canal se configuran entre imágenes nada agradables y olores pestilentes. Esas imágenes y olores acompañaban el recorrido por ese trozo largo de ciudad, y acompañaron recuerdos de días pasados. Bastaba que nombraran el canal para que las imágenes y olores volvieran y se hicieran presentes.

Ese canal, ese recuerdo, ha quedado detenido en el tiempo. Aún cruza la ciudad, pero de forma muy diferente. Parte de él está entubado, parte de él está intervenido, parte de él continúa abierto. Sus olores desaparecieron y su paisaje es muy distinto. Hoy lo rodea la ciudad, las casas, los parques, las ciclovías. Hoy, está (más) limpio. Pero, para el recuerdo, está detenido en el tiempo.

Al inicio del curso de Profundización ICEC un grupo de docentes planteó preguntas, de carácter social con explicación científica, relacionadas al canal. Antes de leer esas preguntas, los recuerdos volvieron a centrar la preocupación en los olores, en la necesidad de limpiarlo, en el efecto sanitario en la población, en la responsabilidad que todos tenemos para reducir el impacto de nuestra acción en el cauce. Pero eso, hoy no tiene cabida. Preguntas planteadas desde esos recuerdos, ya no tienen base en la observación del medio.

¿Cuál es la causa y cómo afecta el olor de las aguas del Zanjón de la Aguada en la comuna de Macul?

- ¿Cuál es la percepción de los vecinos de Macul del olor del Zanjón de la Aguada?
- ¿Qué rol cumplen los factores ambientales en el mal olor?



¿Cuál es la carga bacteriana que poseen las aguas del Zanjón de la Aguada en la comuna de Macul?

- ¿Qué cantidad de contaminantes biológicos contiene el Zanjón de la Aguada?
- ¿Cuál es la carga bacteriana permitida en el uso de aguas para actividades recreativas?



Incluso al recorrer parte del trazado del canal, la mente juega con nosotros y dice: “acá estará más limpio, pero debe haber un lugar en que las imágenes y olores sean los de tu infancia”. Y bueno, como en tantas otras cosas, la mente es poderosa y es posible continuar planteando preguntas basadas en recuerdos.

Es necesario contrastar con evidencia para que se pueda ver distinto el canal y poder plantear preguntas distintas, más cercanas a lo que es posible observar, más cercanas a lo que es posible someter a prueba. ¿Cómo someter a prueba algo que solo vive en recuerdos?

Al grupo que planteó trabajar con problemas del cauce, le ocurrió algo similar. Ya no solo había que someter a prueba las preguntas de interés, había que desafiar los recuerdos para que “permitan” observar el entorno real.

Al plantear su proyecto, enfrentaron la necesidad de modificar el foco inicial y por tanto volver a plantear preguntas que pudiesen configurar una investigación, posible de guiar la exploración, la obtención de datos y evidencia, y por supuesto, la posibilidad de impactar en el entorno social. Cómo vemos en la figura, las preguntas cambian, no para ajustarse en su “calidad” o para convertirse en preguntas investigables; cambian para tener sostén en la realidad del espacio, en lo que es posible observar y cuantificar. Las preguntas se alejan del prisma inicial del recuerdo.

Con los pies sobre la tierra...

Como hemos visto en páginas anteriores, intentar explicar o resolver problemas socio científicos será una tarea en la que confluyen saberes y quehaceres, y en la que es posible que colaboren desde distintas perspectivas a la visión del problema, al planteamiento de preguntas de investigación, al análisis de evidencia o en la propues-

ta de resolución del problema. Entonces, será desafío de la clase de ciencias, sus docentes y las redes que se puedan conformar, el facilitar el vínculo entre la legítima curiosidad de los estudiantes y el marco curricular del nivel en que se encuentran.

Dicho desafío no es nuevo, ni propio de la estrategia de resolución de problemas socio científicos en el aula de ciencia, aunque se enfatizan ciertos elementos a considerar al momento de seleccionar objetivos, orientaciones y propósitos del currículum nacional de ciencias naturales.

Intentemos ilustrar el punto expuesto, a partir de lo planteado por un grupo de docentes para abordar un problema socio científico particular.

A partir de sus intereses y la observación del entorno de las escuelas en las que se desempeñan, el grupo se plantea el siguiente problema: “Manipulación indebida de comida callejera que conlleva enfermedades de transmisión alimentaria”.

En este problema correlacional, el grupo de docentes pretende comprender mejor la relación que asumen existe entre el consumo de alimentos en la vía pública, o en lugares no fiscalizados por autoridades sanitarias, y afecciones que los estudiantes presentan con relativa frecuencia, influyendo tanto en su asistencia a clases, como en su desempeño en la escuela. Para ello, se plantean el siguiente objetivo:

Investigar la correlación entre el consumo de alimentos manipulados deficientemente versus enfermedades de transmisión alimentaria, en niños y niñas estudiantes de la comuna de Independencia.

Dejando consideraciones de forma aparte, el objetivo ilustra algo interesante. El espacio local, y por tanto de impacto, es la comuna. Establecer un límite de observación y aplicación, circunscribe

el problema a algo conocido (o relativamente conocido). Sabrían dónde y lo que consumen “sus” estudiantes. Probablemente en un acto no del todo consciente, el grupo de docentes ha restringido el problema a lo que les es posible manejar y lo que es posible de generar propuestas de cambio reales, medibles y determinar las consecuencias de ellos.

Hasta este punto, lo descrito podría ser un ejercicio teórico, posible de realizar con cualquier grupo de niñas, niños o jóvenes, en la escuela o fuera de ella.

El ejercicio comienza a “ingresar” a la clase de ciencia con el planteamiento de objetivos de aprendizaje del currículum de ciencia de un nivel particular. El grupo toma la decisión de diseñar un proyecto para estudiantes de tercer año de educación básica.

El objetivo seleccionado es:

Proponer, comunicar y ejercitar buenas prácticas de higiene en la manipulación de alimentos para prevenir enfermedades

Desmenucemos un poco este objetivo, de forma que sea posible establecer aquello que los estudiantes “deberán” conocer para alcanzar el logro esperado.

La finalidad establecida por el objetivo (para prevenir enfermedades) establece un requisito ineludible: hay que conocer qué enfermedades están asociadas a deficiencias de higiene en la manipulación de alimentos. No bastará con escribir o memorizar un listado de enfermedades. Será necesario establecer las alteraciones al funcionamiento de sistemas (digestivo, inmune, excretor u otro), y cuál es el origen de ellas (bacterias patógenas, sustancias que producen modificaciones, u otros). No es una tarea sencilla de abordar.

Consumo de alimentos sin control sanitario en la comuna de Independencia. Una propuesta de: PSC, interdisciplinariedad y transversalidad para la educación científica.

Ester Aguilar; Carol Bastias; Elizabeth Garay; Gabriela Hernández; Fernando Jorquera; Nicole Troncoso*
 * Liceo San Francisco de Quilín; Escuela de Parvulos Anita Huilín; Liceo Polivalente Presidente José Manuel Balmaceda; Liceo Gabriela Mistral Independencia



En nuestra comuna existe una cantidad cada vez mayor de comercios ambulantes en donde se consumen alimentos no controlados, verificando. Un ejemplo claro de esto, es que cuando se realizan las verificaciones en los centros educativos de la comuna de Independencia, Chile, se observa que entre los proveedores, además de que estos comercios carecen de la capacidad de proveer un servicio de información adecuada al no contar con los medios de higiene que impide la desinfección de los alimentos. Por lo tanto, que hemos determinado que esta situación puede representarse por un problema socio-científico (PSC) que en la actualidad se aborda como un asunto de enseñanza y aprendizaje de los ciencias naturales.

Nuestro objetivo es abordar críticamente este PSC, considerando esta realidad social en coherencia con el O.S 7 de las ciencias naturales de la enseñanza básica. “Proponer, generar y aplicar herramientas de higiene en el consumo de alimentos para promover salud” (MENA, 2012). En este fin, expresamos que hay que establecer relaciones interdisciplinarias interrelacionadas con hechos presentes en la realidad por la manera de manipulación de alimentos.

Proposemos abordar este mismo objetivo, con las adecuaciones correspondientes, en la educación parvularia, en tercero básico y en talleres extra-programáticos de quinto básico de las escuelas de la comuna. Esto permite evidenciar cómo este PSC puede utilizarse como contexto de educación científica en diversas instancias.

Integración Curricular

Para generar la integración curricular y abordar el PSC en tercero básico se seleccionaron los siguientes objetivos de aprendizaje extraídos desde los Bases Curriculares 2012 y presentados en el diagrama.

Los objetivos de aprendizaje se integran en el diseño de una secuencia de clases trabajadas que se encuentran en los anexos. Que tiene por objetivo comprender a los estudiantes sobre prácticas de consumo de alimentos que favorecen la salud y las enfermedades relacionadas a los alimentos. Con esto se espera entregar las herramientas para que puedan tomar las decisiones correctas en base al conocimiento científico. Objetivos que se relacionan con el estudio de una muestra de los contenidos científicos para la educación científica.



Transversalidad en ciencias

Los siguientes fotografías muestran a estudiantes de nuestra institución abordando la transversalidad de la interrelación de las ciencias.



En esta imagen se muestra a un estudiante de nuestro liceo, utilizando un microscopio para observar un espécimen biológico.



Estudiantes de tercer básico de nuestra institución están utilizando un globo terrestre para comprender mejor la importancia de la salud y la nutrición en el contexto de las ciencias naturales.

Descarga "Revista Proyectos Socio Científicos" - Publicación de estudiantes de Pedagogía en Biología y Ciencias Naturales especialidad en Investigación Científica Escolar

Zanjón de la Aguada: ¿amigo o enemigo?

Argelia Aranedá*; Blanca Plaza*; María Fernanda Retamal*; Cecilia Vergara*
 *Colegio Julio Barrenechea; *Escuela Millantú Macul



¿Qué factores determinan el color de las aguas del Zanjón de la Aguada en la comuna de Macul?

El Zanjón de la Aguada es un curso natural de 2700 metros de longitud que nace desde la quebrada de Macul pasando por los cerros de Peralillo, Blanca, La Florida, San Diego, San Miguel, Pedro Aguirre, Cerro, Cerro Alto, Cúchico, Cúchico Centro y Páez distribuyéndose en el río Higuera. Crea la comuna de Macul, estableciéndose desde el verano por Avenida Itapuca hasta Villa Barrenechea por el momento. Cómo surge presenta un color turbio, que es debido a la contaminación, pero debe el color hay descomposición de la materia orgánica, probablemente producto de la lluvia de la zona, más que por su realidad actual.

En la actualidad existen dos tratamientos de aguas urbanas en la comuna de Macul, como lo es la Red de Mañá de Santiago y el Parque Recreativo Agua para la creación del primer tratamiento. Como sea es importante para salud los aguas de la Red de Mañá de Santiago. El origen del agua del zanjón de la Aguada se desconoce por los cambios, lo que que los investigadores del agua que cruza su comuna, siendo alguna de la necesidad por comprender los aguas del curso, y observar en la interacción de un canal de bajo impacto negativo para la comuna.

Preguntas Clave

¿Qué cantidad de contaminantes biológicos contiene el agua del Zanjón de la Aguada?
 (¿Qué porcentaje de bacterias es permitida para uso de agua potable?)
 ¿Cuál es el rango bacterial permitido en el uso de agua para actividades recreativas?

Hipótesis de trabajo

La determinación de la carga bacteriana nos permite determinar el uso de las aguas del Zanjón de la Aguada.

Proyecto

El Zanjón de la Aguada como un tema geográfico de la comuna de Macul requiere de nuevos conocimientos en los orígenes, características, usos y contaminación. El presente proyecto busca involucrar en el conocimiento de los niveles de la comuna, sobre los conocimientos del curso y la contaminación de las aguas.

Contenido que el proyecto aborda:

Bacterias. Las bacterias son organismos unicelulares microscópicos, en su mayoría y abundantes de los organismos y pueden vivir en tierra, agua, dentro o fuera de su célula. Algunas son dañinas, otras simplemente no lo son. Algunas son útiles y otras perjudiciales para el ser humano.

Agua potable. Se llama agua potable al agua dulce que tiene un nivel de contaminación que permite su consumo sin riesgo para la salud humana, el agua de este tipo, puede ser consumida sin ningún tipo de restricciones.

Contaminación del agua. Los factores de contaminación del agua provenientes de los vertimientos domésticos, industriales, y agrícolas como: microorganismos, nutrientes, metales pesados, plaguicidas, aceites, etc.



Resultados Esperados



Los contenidos planteados en el proyecto, nos permiten plantear un conjunto de objetivos, metas, competencias, habilidades, conocimientos, actitudes y valores, que permitan a los estudiantes comprender la importancia de la salud y la nutrición en el contexto de las ciencias naturales.

El curso muestra alteraciones de diversos orígenes, impactando en las características del agua.

La presencia y proliferación bacteriana puede utilizarse como indicador de contaminación del agua del Zanjón de la Aguada, comparando actividad bacteriana en los ambientes: agua dulce (potable), agua de lluvia, agua de río.

El curso muestra alteraciones de diversos orígenes, impactando en las características del agua.

La presencia y proliferación bacteriana puede utilizarse como indicador de contaminación del agua del Zanjón de la Aguada, comparando actividad bacteriana en los ambientes: agua dulce (potable), agua de lluvia, agua de río.

El curso muestra alteraciones de diversos orígenes, impactando en las características del agua.

La presencia y proliferación bacteriana puede utilizarse como indicador de contaminación del agua del Zanjón de la Aguada, comparando actividad bacteriana en los ambientes: agua dulce (potable), agua de lluvia, agua de río.

Descarga "Revista Proyectos Socio Científicos" - Publicación de estudiantes de Pedagogía en Biología y Ciencias Naturales especialidad en Investigación Científica Escolar

Será requisito también, establecido por el objetivo, desarrollar habilidades de análisis y comunicación que permitan dar a conocer ideas de forma adecuada, completa y eficiente. Es posible imaginar que se espera que recurran a medios gráficos, escritos, audiovisuales u otros, dar a conocer ideas y propuestas. Y sí, en tercero básico. Ya desde este punto, aparece una oportunidad que el abordaje de problemas socio científicos evidencia. La resolución de este tipo de problemas es el resultado de la confluencia de una multiplicidad de saberes desde distintas áreas. ¿Cuál es la oportunidad que se ofrece? La colaboración e integración disciplinar. La tarea de “comunicar buenas prácticas” que el objetivo propone, abre un espacio (o más de uno) en que puedan (o deben) colaborar disciplinas, y mejor aún, docentes. De forma casi inmediata, se vuelve necesario que los estudiantes desplieguen un lenguaje que comunique eficientemente sus ideas, y este lenguaje podrá ser oral, escrito, gráfico, plástico u otro. Ya tenemos al menos dos disciplinas “conversando” para lograr el objetivo propuesto.

El grupo de docentes identifica y propone el trabajo interdisciplinar a partir de los siguientes objetivos curriculares para el nivel Lenguaje y Comunicación:

Escribir frecuentemente, para desarrollar la creatividad y expresar sus ideas, textos como poemas, diarios de vida, cuentos, anécdotas, cartas, comentarios sobre sus lecturas, etc.

Escribir cartas, instrucciones, afiches, reportes de una experiencia, entre otros, para lograr diferentes propósitos:

- *usando un formato adecuado.*
- *transmitiendo el mensaje con claridad.*

El evidente vínculo entre los objetivos de Ciencias Naturales y Lenguaje y Comunicación en este nivel es una invitación, para quienes estén a cargo de estas clases, a colaborar de forma que sea posible que el estudiante desarrolle las habilidades comunicativas requeridas. Y la colaboración es en ambas direcciones, evidenciando contexto y sostén en el mundo real, al trabajo de elaboración de textos. Pero no queda ahí. El grupo identifica nuevos objetivos que se vinculan al propuesto de ciencias:

Historia, Geografía y Ciencias Sociales:

Asumir sus deberes y sus responsabilidades como estudiante, en situaciones de la vida cotidiana.

Mostrar actitudes y realizar acciones concretas en su entorno cercano.

De forma evidente, y elocuente, ambos objetivos configuran una invitación a proponer acciones que impacten en su entorno. Tal como el llamado de origen a trabajar con problemas socio científicos establece.

Con todo esto, el grupo de docentes configura el escenario que determinará el diseño de clases. Esto es, elaborar ideas y propuestas, basado en la explicación de un fenómeno a partir de evidencia obtenida en el espacio local, que son comunicadas en forma clara y eficiente para promover cambios que impacten de forma positiva en la vida de quienes comparten el espacio en que se desenvuelven. Suena un poco complejo para que lo diga un estudiante de tercero básico, pero suena completamente posible que lo haga.

Un vistazo anterior, el docente-estudiante

Lo anteriormente descrito es parte del resultado de la discusión y toma de decisiones de un grupo de docentes participantes del Curso de Profundización ICEC-UAH ¿desde dónde se origina dicho trabajo docente?

A poco de iniciar el curso el grupo de docentes participa de una salida a terreno cuya finalidad es proveer oportunidades para acercarse a espacios conocidos de sus comunas para observarlos en profundidad o con otro foco, abriendo posibilidades de observar y describir terrenos y fenómenos del entorno cercano, desde donde sea posible plantear preguntas de interés.

La invitación abierta a remirar el entorno sitúa a los participantes en el rol del “estudiante”, y lo asumen con propiedad. La misma invitación contiene algunos elementos adicionales, como configurar el inicio del trabajo colaborativo que se sostendrá durante el desarrollo del curso. Entonces, en la invitación de trabajo en terreno se plantea el desafío de definir preguntas, basados en la curiosidad individual, comunicar ideas, argumentar decisiones, encontrar puntos de acuerdo y discordancia frente a los que es posible comprometerse.

Definir un problema a abordar podría parecer una tarea sencilla para un grupo de docentes con formación en indagación científica, pero la naturaleza del desafío presenta algunas dificultades (previstas, por cierto), situando nuevamente a los grupos y a los individuos en la posición de aprendices, en la humildad de quien va a desafiar sus límites y en la motivación de quien va a abrir un nuevo horizonte. La definición de un problema que acompañará al grupo a lo largo del curso sobre el cual se construirán saberes y a partir del cual se diseñarán experiencias aplicables a otros aprendices, abre espa-

cios de duda e inseguridad, tal como se esperaría de un estudiante enfrentado al desafío.

Es entonces, en esta salida a terreno donde los docentes participantes se hacen conscientes que son, nuevamente, estudiantes en situación de trabajar estrechamente con colegas docentes-estudiantes para construir un producto común que refleje individualidades y que evidencie cómo el aporte de todas y todos configura un “objeto” difícil de alcanzar sin el trabajo colaborativo.

La definición de problemas a abordar comienza con la observación en terreno, buscando motivación y a la vez evidencia de la condición socio científica de sus observaciones y propuestas. Continúa dicha definición con sesiones presenciales en las que se favorece la reflexión de los grupos de trabajo en torno a aquello que es de interés abordar. Así, los grupos alcanzan acuerdos preliminares acerca del tema general de los problemas a abordar y las grandes preguntas que es necesario responder. Sobre ellas, se continuará trabajando colaborativamente.

El desafío para el equipo docente del Programa será entonces proveer oportunidades para comprender problemas de diversa naturaleza, y facilitar la construcción de propuestas para abordar dichos problemas, formulando inicialmente proyectos para resolver las inquietudes socio científicas.



Estudiantes- Sus primeras propuestas teóricas

El presente apartado recoge elaboraciones realizadas por estudiantes de los primeros años de Pedagogía en Biología y Ciencias Naturales especialidad en Investigación Científica Escolar, cuando empezaban a incursionar formalmente en la indagación científica como enfoque didáctico y pedagógico, así como en la estrategia del abordaje de problemas socio científicos, en el marco de proyectos de aula.

Incluimos estos trabajos, justamente, porque aportan reflexiones e intentos de aproximarse al aprendizaje de la ciencia con enfoque indagatorio, a través del planteo y resolución de problemas del espacio local, sobre el que se puede opinar e influir como ciudadanos científicamente alfabetizados.

Estos textos nos proveen cierta base teórica y documentada, sobre la cual se construye la idea de desarrollar conceptos y habilidades científicas a través de problemas socio científicos como estrategia.

¿A qué nos referimos cuando hablamos de problemas socio-científicos (PSC)?

Proponemos su abordaje desde una perspectiva esencialmente educativa y didáctica.

Los problemas socio-científicos son controversias respecto a cómo regular la compleja relación entre el ser humano y el ecosistema. (Díaz-Moreno y Jiménez-Liso, 2012)¹⁸. Son controversias de carácter multidimensional, pues su abordaje no sólo implica a la ciencia y a la sociedad, sino también a la política, la moral, la cultura y el medio ambiente en sí. Se parte del supuesto, que el abordaje de PSC, tales como la contaminación ambiental, las pandemias, los transgénicos, entre otros, redundan en aprendizajes significativos, pues apelan a la vida diaria y concreta de los estudiantes. Por ejemplo, todos los estudiantes son observadores diarios de la contaminación ambiental existente en las ciudades. Al apelar a las inquietudes y experiencias propias de los estudiantes, se modelan procesos cognitivos que no sólo generan explicaciones válidas, sino también son significativos para ellos (Sanmartí y Márquez, 2017)¹⁹. Por lo tanto, en términos pedagógicos, es clave introducir los PSC no sólo teniendo en cuenta las experiencias personales de los estudiantes, sino también utilizar metodologías que consideren los contextos reales de éstos.

La estrategia didáctica de los PSC se originó en el marco del modelo de proyectos. Este modelo se funda en el principio que la ciencia es una construcción humana esencialmente contextual. Por lo tanto, la ciencia está determinada por las ideologías, intereses y creencias existentes en el contexto en que ésta es construida (Martínez, Loffreda y

¹⁸ Díaz-Moreno, N. y Jiménez-Liso, R. (2012) Las controversias socio-científicas como contexto en la enseñanza de las ciencias. *Actas*, 26, 693-701.

¹⁹ Sanmartí, N. y Márquez, C. (2017) Aprendizaje de las ciencias basado en proyectos: del contexto a la acción. *Apice. Revista de Educación Científica*, 1,3-16. doi: <https://doi.org/10.17979/arec.2017.1.1.2020>.

Heim, 2015)²⁰. El otro supuesto de esta estrategia es que ese proceso de construcción se basó precisamente en el abordaje de problemas y controversias que generaron pluralidad de perspectivas y de enfoques, además de múltiples soluciones (Díaz-Moreno y Jiménez-Liso, 2012)²¹. Mediante el trabajo en el marco de proyectos y el abordaje de los PSC en el aula, se busca hacer de los alumnos partícipes activos de situaciones reales, controvertidas y complejas. Esta participación, ejercida mediante la investigación, reflexión y argumentación, redundará en la búsqueda de caminos de solución tanto dentro como fuera del aula. El fomento de la participación del estudiante en PSC, permite entonces dar sentido al proceso de aprendizaje. Posibilita, en otras palabras, dar respuesta a una pregunta esencial que el alumnao suele hacer: “Para qué sirve lo que estamos aprendiendo?”

¿Por qué el abordaje de los PSC se traduce en el desarrollo de la autonomía?

El abordaje de problemas socio científicos incide en el desarrollo del juicio autónomo, porque a través del proceso de aquellas controversias los estudiantes serán progresivamente cada vez más capaces de proponer soluciones en forma reflexiva, razonada y argumentada a estas controversias. La contribución del abordaje de PSC a la educación ciudadana es entonces innegable. El desarrollo del juicio autónomo, específicamente del razonamiento, del pensamiento crítico y la argumentación, además del uso del conocimiento científico para tomar decisiones, son elementos claves para ejercer una ciudadanía activa y responsable dentro de una sociedad democrática.

20 Martínez, A.; Loffreda, A. y Heim, H. (2015). Una problemática sociocientífica para abordar el cambio climático. IV Jornadas de Enseñanza e Investigación Educativa en el campo de las Ciencias Exactas y Naturales, Ensenada, Argentina. En: Actas. Universidad Nacional de La Plata. Disponible en: http://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/trab_eventos/ev.8110/ev.8110.pdf

21 Díaz Moreno, N. y María Rut Jiménez-Liso, M. R. op.cit.

¿De qué depende el éxito de esta estrategia didáctica?

Antes de responder esta pregunta, presentaremos los cuatro supuestos claves de esta estrategia.

El contexto: Cuando hablamos de contexto nos referimos al escenario donde se realizará esta estrategia. Conocer ese escenario es vital, ya que cada contexto tiene características propias y, por lo tanto, problemáticas propias. Tener pleno conocimiento del contexto, nos permitiría a nosotros como docentes, construir un aprendizaje significativo, y por lo tanto transferible, acerca de las ciencias.

La educación científica debe promover las oportunidades de sumergirse y resurgir el pensamiento y la reflexión. Hoy no se trata de “enseñar ciencias”, los nuevos sentidos se orientan a educar a través de los conocimientos científicos, lo que transforma los conocimientos en medios para educar y formar y los aleja de ser un fin en sí mismo. Se trata, entonces, de educar a través y por las ciencias de beneficiarse de la aventura de la indagación, del deseo de aprender y de seguir aprendiendo. Que todos los estudiantes sientan el gusto por aprender ciencias, y que actúen para aprender, es decir que sean protagonistas activos en la búsqueda del conocimiento, para ello hay que crear las condiciones favorables.

Macedo, B. (2016). *Educación científica*. Montevideo, Uruguay: Unesco.

Sin embargo, debemos ser minuciosos a la hora de escoger un contexto, ya que como dicen Sanmartí y Márquez (2017)²², este escenario muchas veces puede ser un arma de doble filo, debido a que, si no lo conocemos de manera completa, puede llegar a ser un escenario muy específico, y por tanto no transferible a otro contexto distinto al del aula de clases. Por esto mismo, el contexto elegido debe permitir entrelazar el conocimiento científico producido en cierto contexto, con lo que sucede en el mundo.

²² Sanmartí, N. y Márquez, C. op.cit.

Interés del estudiante: Teniendo en cuenta que en el marco de esta estrategia didáctica (PSC) los estudiantes son los actores primordiales y principales de su propio aprendizaje. Una comunidad estudiantil desmotivada, difícilmente desarrollará aprendizajes significativos.

Tiempo: Para poder llevar a cabo las problemáticas socio científicas dentro del aula, se requiere de un tiempo determinado, suficiente para que los estudiantes planifiquen el proyecto, lo desarrollen, poniendo en práctica lo planificado, elaboren una conclusión de acuerdo con el contexto utilizado y pongan en marcha la acción en el entorno definido.

Visión del docente: Cuando nos referimos a la visión del docente, aludimos a la perspectiva que éste tiene acerca de sus estudiantes. Es vital entonces, que el docente considere que los estudiantes son capaces de abordar los problemas socio científicos a través de la realización de proyectos. Si el docente no logra transmitir la confianza necesaria hacia los estudiantes, es probable que no se alcancen los objetivos de aprendizaje planteados.

¿Por qué creemos importante que se lleve a cabo?

Consideramos importante trabajar con problemas socio científicos dentro del aula de clases, pues estos nos ayudan a alcanzar fines educativos claves, tales como, por ejemplo: la toma consciente de decisiones, el desarrollo de la autonomía, de habilidades, de actitudes y trabajo colaborativo, y finalmente la formación de ciudadanos autónomos y críticos. Por otra parte, no podemos olvidar que esta estrategia nos ayuda a fomentar el desarrollo integral, en la medida que, además del desarrollo cognitivo, se promueve desarrollo emocional y social, a través del aprendizaje en grupos y en comunidad.

¿Por qué elegir un PSC para una adecuada enseñanza de las ciencias?

Los problemas socio científicos, como estrategia didáctica, posibilita que los estudiantes se enfrenten a sus realidades tanto nacionales como globales, considerando problemáticas de interés general y personal. Usualmente, los estudiantes se ven enfrentados a contenidos que, por su carácter repetitivo, abstracto o ajeno, no resultan interesantes o desafiantes para ellos, como, por ejemplo: conocer los sistemas del cuerpo humano, memorizando sus partes y funciones. No obstante, este contenido, podría abordarse desde una mirada distinta. ¿Qué genera interés en los estudiantes, en las personas? Generalmente generan interés los procesos que ocurren en el marco del contexto las personas, en otras palabras, los procesos de relevancia personal, social y/o actual (Martínez, Loffreda, y Heim, 2015)²³. Por lo tanto, se podrían tematizar enfermedades como la infección por VIH, el cáncer, Alzheimer, u otros o procesos del cuerpo humano como el Síndrome de Down, la menstruación y los anticonceptivos, entre otras. Estos temas pueden configurar instancias de aprendizajes, que van más allá de las ciencias y la biología, incluyendo temas éticos, sociales y en ciertos casos políticos. Por ejemplo, al considerar la infección por VIH se podría introducir la unidad curricular del sistema inmune y las barreras de defensa del cuerpo y, al mismo tiempo, discutir las enfermedades de transmisión sexual, como también el aislamiento social que pueden llegar a sufrir los portadores de este virus.

²³ Martínez, A.; Loffreda, A. y Heim, H.



Estudiantes- Problemas socio científicos

Construyendo una nueva visión de ciencias²⁴

Aquí presentaremos la estrategia de las controversias socio científicas en las clases de ciencias. A través de esta estrategia se busca superar la visión propedéutica de las ciencias.

A partir de un ejercicio de contextualización histórica del conocimiento científico, se pueden definir momentos críticos de la ciencia (Solbes, 2013)²⁵. Especialmente la ciencia es un área de conocimiento -al menos para el autor- crítica, atravesada por conflictos políticos, y con una implicancia social y religiosa importante. La contextualización religiosa que el autor da lugar en su texto es vital, ya que, permite comprender y construir un consenso de lo que es el pensamiento crítico y en qué momento éste se hace presente en las personas.

²⁴ Texto elaborado por Yasna Norambuena y Francisca Quiroz, estudiantes de Pedagogía en Biología y Ciencias Naturales especialidad en Indagación Científica escolar. 2019

²⁵ Solbes, J. (2013). Contribución de las cuestiones sociocientíficas al desarrollo del pensamiento crítico (I): Introducción. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 10, 1-10.

Según Solbes (2011)²⁶ el pensamiento crítico puede definirse como “la capacidad de desarrollar una opinión independiente, adquiriendo la facultad de reflexionar sobre la sociedad y participar en ella (...)”. Para el autor, la herramienta propicia para desarrollar el pensamiento crítico en las aulas es justamente la generación de controversias socio científicas. A través de las controversias, según el autor, se desarrolla la capacidad de argumentación y toma de decisiones, en función de las diferentes posiciones razonadas que los participantes deben asumir dentro de la controversia.

Por ende el autor establece una relación directa entre el uso de esta estrategia dentro del aula y el desarrollo del pensamiento crítico. La puesta en acción del pensamiento crítico que se lleva a cabo a través de los debates sociales en donde se hace uso del saber científico, contribuiría a su vez a fomentar el desarrollo de una ciudadanía crítica en los estudiantes.

También para Díaz y Jiménez-Liso (2012)²⁷ la ciencia ha sido históricamente un campo en disputa. Por ello, las autoras definen las controversias socio científicas como “discrepancias” entre diversos actores sociales (investigadores, científicos, opinión pública, administración, empresas privadas que financian los estudios). Entendiendo la ciencia como campo de disputas, las autoras ponen en duda el carácter neutral que se le ha atribuido a la ciencia, destacando, en cambio, su esencia sociopolítica.

Según las autoras, la puesta en marcha de las controversias socio científicas en el aula permitirían contribuir al desarrollo de estudiantes científicamente alfabetizados a través del desarrollo de habilidades reflexivas y de pensamiento crítico.

²⁶ Solbes, J. (2011). ¿Por qué disminuye el alumnado de ciencias? *Alambique*, 67, 53-61

²⁷ Díaz, N., Jiménez-Liso, M.R. (2012). Las controversias sociocientíficas: temáticas e importancia para la educación científica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 9, 54-70.

Para develar el carácter sociopolítico de las ciencias, las autoras recomiendan buscar cuidadosamente los materiales, en función de aquellos que explícitamente contextualicen el conocimiento y los estudios científicos en función de sus conflictos, controversias y debates.

También Sanmartí y Márquez (2017)²⁸ destacan la trascendencia de poner en juego la estrategia de las problemáticas socio científicas en el aula. Según las autoras, las problemáticas socio científicas deben ser contextualizadas, es decir, enmarcadas dentro de una progresión de aprendizajes, permitiendo abordar desde lo más simple a los más complejo/abstracto. La contextualización facilitaría a los docentes no solamente responder en forma más eficaz a las necesidades de los estudiantes, sino además generar un aprendizaje aplicado y significativo.

Por otra parte, Sanmartí y Márquez (2012)²⁹ establecen una distinción entre preguntas investigables y preguntas investigables científicamente. Mientras las primeras, son aquellas preguntas que requieren pruebas para ser contestadas, las segundas, son preguntas que desafían a los estudiantes a aplicar el conocimiento científico (por ej. Conceptos y procesos). Un objetivo del docente sería entonces, según la autora, privilegiar las preguntas investigables científicamente porque éstas contribuyen a generar un aprendizaje aplicado, contextualizado y significativo para los estudiantes.

También Rojas y colaboradores (2017)³⁰ enfatizan en la centralidad pedagógica de las preguntas planteadas por el profesor. Particularmente, a través del planteamiento de preguntas, el docente obtiene

28 Sanmartí, N. y Márquez, C. (2017). Aprendizaje de las ciencias basado en proyectos: del contexto a la acción. *Ápice. Revista de Educación Científica*, 1, 3-16. doi: <https://doi.org/10.17979/arec.2017.1.1.2020>

29 Sanmartí, N. y Márquez, C. (2012) Enseñar a plantear preguntas investigables. *Alambique Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 70, 27-36.

30 Rojas, A., Joglar, C., Jara, R. (2017). Promover buenas preguntas en el estudiantado de enseñanza media a partir de situaciones problema: un ejemplo para la enseñanza de membrana plasmática. *Revista de Innovación en Enseñanza de las Ciencias*, 1, 108-116.

información trascendente acerca del proceso de aprendizaje de los estudiantes en ese tiempo-espacio. Del mismo modo, Roca (2005)³¹ propone construir un árbol de preguntas, que permitiría no solamente responder a las necesidades de los estudiantes, sino que promover la participación activa de estos.

Conclusiones

Uno de los primeros puntos a tratar en este espacio, será la alfabetización científica, la cual, para los tres autores, configura un objetivo esencial que puede ser alcanzado por medio del uso de controversias socio científicas en el aula. Hacer uso de esta estrategia, supone un aprendizaje aplicado y contextualizado, abandonando la visión propedéutica de las ciencias³².

Los autores muestran diferencias respecto a cómo las controversias socio científicas deben ser implementadas en las clases de ciencias. Mientras Solbes³³ contempla la alusión directa a las implicancias religiosas, históricas y sociales de las ciencias, Díaz y Jiménez Liso³⁴ enfatizan en el uso de noticias en función de erosionar la idea del carácter supuestamente neutral del conocimiento científico y Sanmartí y Márquez³⁵ remarcan la importancia del planteamiento de preguntas investigables científicamente.

Si bien existen matices en sus definiciones, los autores entienden las controversias socio científicas como problemáticas críticas respec-

31 Roca, M. (2005). Las preguntas en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias. *Educar*, 33, 73-80.

32 Acevedo, J. (2004) Reflexiones sobre las finalidades de la enseñanza de las ciencias: educación científica para la ciudadanía. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 3-15.

33 Ibid, pág. 29

34 Ibid, pág. 31

35 Acevedo, J., op. cit, pág. 33

to a la relación sociedad-medio ambiente, generadoras de debates sociales. Además, concuerdan en promover un aprendizaje activo y contextualizado que responda a las necesidades e intereses de los estudiantes. El supuesto compartido es que solamente un aprendizaje contextualizado puede redundar en un aprendizaje significativo, que suponga un hito y progresos en la vida de los estudiantes.

Para concluir, todos los autores entienden las controversias socio científicas como una herramienta o estrategia central para promover la alfabetización científica en los estudiantes mediante el desarrollo del pensamiento crítico, de la argumentación razonada y la toma de decisiones autónomas. Por último, las controversias socio científicas constituyen una estrategia fundamental para promover la alfabetización científica y por tanto una ciudadanía democrática, consciente y comprometida con el cambio social.

Palabras finales

Una publicación como esta no requiere, necesariamente, de “palabras finales”; más bien, el epílogo será un listado de preguntas que quedan “pendientes” y que requieren de la discusión, el análisis, la argumentación de todas, todos nosotros.

Hagamos un breve recuento del camino recorrido:

Empezamos con algunas preguntas:

¿Ciencia para todas, todos?

¿Ciencia para la ciudadanía?

Y la tercera, que engloba a las dos anteriores:

¿Por qué es importante aprender ciencias?

Frente a la última pregunta, “invitamos” a conversar a distintas personas, de diversos países, que se han destacado por su aporte a la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias. Se trata, por cierto, de una conversación imaginaria, en la cual, cada participante aportó a la construcción de una respuesta desde sus ideas y planteamientos plasmados en distintas publicaciones.

Los aportes de las “autoridades” no configuran, necesariamente, una respuesta. Sí, perspectivas diversas; énfasis distintos... Por tanto, seguimos preguntándonos...

Luego, un relato del acontecer del aula mostró una posible forma de entender la clase de ciencias indagatoria. Aun cuando no se plantearon preguntas en forma explícita, estamos seguros, de que surgieron varias: ¿Es posible que, efectivamente, todos/todas las estudiantes de un curso se involucren entusiastas en sus aprendizajes? ¿Que exista un ambiente de colaboración y respeto? ¿Es posible hacerse cargo del currículo con este enfoque? ¿Alcanzará el tiempo?

Más adelante, nos dedicamos a intentar comprender ¿cómo es posible la consideración del espacio local, de los intereses de los estudiantes, de la interdisciplinariedad, del currículum, en el diseño de nuestras clases de ciencias?

Para ilustrar, utilizamos ejemplos reales de sesiones de clases del curso de Profundización en Indagación, ICEC-UAH, 2017.

Planteamos una situación de enseñanza aprendizaje desde dos perspectivas: la de los docentes participantes y desde nuestra propia visión de “formadores:” dos caras de un mismo lado... Todo esto, con la intención de que el o la lectora pudiese visualizar algo que solemos ver desde una sola perspectiva: de enseñante o de aprendiz.

¿Cuáles habrán sido las preguntas que surgieron después de la lectura? Probablemente, más de alguien se preguntó si es posible hacer las modificaciones de las planificaciones de clases cuando hay un acontecimiento que nos llama la atención. ¿Se podrá “respetar” el currículo con clases como esas? ¿Será suficiente el tiempo para replanificar las clases? ¿Qué es lo que, finalmente, aprenderían los estudiantes?

Después, con la finalidad de aproximarse a los problemas socio científicos como estrategia, compartimos el diseño de un psc de un grupo de docentes del curso en cuestión. Aquí aparece un obstáculo: si lo que buscamos son certezas y actividades inamovibles, esta estrategia no sería la adecuada. Justamente, se sustenta en la vida misma, en los intereses y motivaciones de los estudiantes, del contexto, de las preocupaciones y problemas de la comunidad. En estos psc la ciencia ocupa un lugar central, pero no es la única fuente de conocimiento y habilidades. Por el contrario, se trata de abordar el problema desde diferentes perspectivas, haciendo confluir saberes de distinta índole y, por tanto, si pensamos en el aula, de disciplinas curriculares diferentes. El trabajo dejará de ser “en solitario” y nos

reuniremos con nuestros pares, ante un psc común. Los estudiantes encontrarán más sentido en lo que aprenden, en la medida que perciben su aplicabilidad en la vida real y la relación de un saber con otro. Los estudiantes, además, desarrollarán su autonomía en forma creciente, pensamiento reflexivo y crítico, valorarán el aporte de otros, aprendiendo a trabajar en colaboración.

Varias preguntas pueden haber surgido durante la lectura de este acápite. Es probable que nos preocupe aquello de la “selección del psc” y cuánto podemos alejarnos de aquello que debemos enseñar. También es probable que se repitan (o refuercen) algunas preguntas planteadas antes, especialmente relacionadas con la “factibilidad” del trabajo entre pares docentes; el tiempo que eso implica, etc.

Ya al terminar, agregamos textos elaborados no por docentes, sino por estudiantes de Pedagogía, que vivieron situaciones parecidas a las de los docentes del curso. Allí sí encontrarán algunas respuestas a las preguntas que ellos se planteaban, a medida que se adentraban a la comprensión de la indagación como enfoque didáctico y pedagógico y los psc como estrategia.

En otras palabras, a través de este texto no solo hemos querido ilustrar un modelo, desde sus bases a su aplicación. Queremos desafiarlos a volver a pensar cómo aprendemos, para qué aprendemos, desde dónde comenzamos a aprender, con qué aprendemos y qué aportes podemos realizar con lo que hemos aprendido.

El mundo en el que se desenvuelven nuestros estudiantes nos debe motivar a observarlo inquisitivamente e intentar modificarlo. Las preguntas que nos planteemos y los intentos que hagamos para explicar fenómenos contribuirán a construir saber que provea sustento para la toma de decisiones. A través del trabajo colaborativo, respetuoso y solidario, será posible configurar comunidades de pares

que aprenden. A través de la resolución de problemas, será posible opinar, argumentar, aportar, participar y modificar nuestro entorno, sustentándonos en evidencia y aprendizajes. Comunicar lo que se sabe, se cree, se piensa y se requiere hará que el aula amplíe su acción, y tenga impactos muchas veces inesperados.

¿Qué viene ahora?

Seguir reflexionando, estudiando, aplicando y compartiendo para transformar nuestras clases de ciencia en una oportunidad de aprendizaje y desarrollo para todas, todos nuestros estudiantes y, como alguien dijo alguna vez: transformar nuestra clase en un espacio democrático y de ejercicio ciudadano.

Para finalizar: ¿Cuáles son tus preguntas?

Epílogo (obligatorio)

La situación sanitaria que el mundo enfrenta desde el inicio de 2020 ha demandado el quehacer de la ciencia, no solo para encontrar cura a la enfermedad producida por un nuevo Coronavirus (COVID-19), sino que también en la colaboración para encontrar rutas de acción que permitan navegar un complejo escenario, en el que sea posible prevenir y proveer cuidados sanitarios a las poblaciones. Así, el escenario inicial y de mediano plazo que la pandemia de COVID-19 ha generado a partir de decisiones basadas en evidencia que se acumula poco a poco, acciones sociales y colectivas relativamente espontáneas de diversa índole como reacción; distintas medidas sanitarias definidas por la autoridad, así como cuidados individuales guiados por recomendaciones sanitarias oficiales, pero que requieren ser acatadas, y eventualmente comprendidas y asimiladas. Así, el aprendizaje de la ciencia se ve también presionado a colaborar en el desarrollo de herramientas de análisis y explicación del fenómeno, como la selección y uso de fuentes confiables que provean información de calidad y útil para la toma de decisión personal, familiar o comunitaria.

Como se ha ilustrado en el texto de este libro, la indagación científica escolar y la aproximación de resolución de problemas socio científicos para el aprendizaje de la ciencia, colaboran en el desarrollo de habilidades para el análisis crítico del entorno, utilizando aproximaciones interdisciplinarias, para acercarse a la explicación de fenómenos complejos. Este cúmulo de procesos concatenados, surgido a partir de la observación crítica y la formulación de preguntas. Estas podrán contribuir a la construcción de nuevos aprendizajes, basados en la obtención y análisis de evidencia, la presentación y discusión de resultados y la comunicación de ideas que puedan transformar nuestro entorno.

Medidas de prevención y protección han reconfigurado el aula. Suspensión de clases, cuarentenas y confinamiento preventivo abren nuevos espacios de aprendizaje, a veces poco explorados, que presentan un potencial enriquecimiento, a la vez un desafío importante al quehacer docente que pretende desarrollar contenidos y habilidades en los estudiantes. Este escenario favorece el aprendizaje basado en la investigación y desarrollo de autonomía en los estudiantes, en tanto la labor docente sea capaz de acompañar y retroalimentar sus avances.

Colaboradores

En la producción de este libro colaboraron, de diversas formas, estudiantes de pedagogía, docentes y colaboradores del Programa ICEC-UAH y docentes participantes del Curso de Profundización en Indagación Científica para la Educación en Ciencias de la Universidad Alberto Hurtado.

A todos ellos pertenece el resultado de este texto, el que se ha alimentado y formado a partir de sus ideas, correcciones, comentarios y reflexiones.

Colaboradores Programa ICEC-UAH

Esteban Arenas / Patricia Espinosa / Alejandra Moncada / Mariela Norambuena / Pauline Oligier / Maximiliano Silva

Estudiantes de Pedagogía en Biología y Ciencias Naturales especialidad en Indagación Científica Escolar—UAH

Jocelyn Alarcón / Matías Castro / Michael Fuentes / Camila Guzmán / Thea-re Muñoz / Yasnna Norambuena / Paula Noriega / Marcos Orellana / Karin Oróstica / Matías Peñaloza / María Jesús Pérez / Francisca Quiroz / Camila Rojas / Paulina Romo / Nicolás Soto / Daniela Terra / Angie Valenzuela

Docentes Participantes Curso de Profundización ICEC-UAH

Argelia Araneda / Claudia Araya / Jaime Avaca / Carol Bastías / Valeria Bifani / Jenny Campos / Andrea Concha / Verónica Díaz / Carolina Gándara / Elizabeth Garay / Leonor Hernández / Gabriela Hernández / Paola Hidalgo / Adrián Jara / Fernando Jorquera / Daniela Lobos / Eduardo Medel / Claudia Mondaca / Blanca Plaza / Sylvia Polanco / Sandra Retamal / María Fernanda Retamal / Fabiola San Martín / Samanta Silva / Alejandra Sion / Mónica Soto / Nicole Troncoso / Cecilia Vergara

