



Enseñanza de las ciencias naturales en tiempos de pandemia

Repensar contenidos, métodos... y finalidades

Agustín Adúriz-Bravo | Doctor en Didáctica de las Ciencias Experimentales (Universitat Autònoma de Barcelona, España). Investigador del CONICET. Profesor en el Instituto CeFIEC (Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, Argentina).

En muchos aspectos, la pandemia de COVID-19 (“enfermedad por coronavirus de 2019”) es una más dentro de una larga lista de enfermedades graves (tales como distintas variedades de gripe, viruela, encefalitis letárgica, cólera, poliomielitis, infección por VIH y SARS) que en los últimos cien años tuvieron brotes que se extendieron hasta tomar escala planetaria, componiendo así el espeluznante promedio de un episodio pandémico por cada década y media. Sin embargo, la pandemia actual tiene algunas características que la sitúan en un lugar destacado, en el que solo la mal llamada “gripe española” –que se desató sobre el fin de la Primera Guerra Mundial y de la cual prácticamente no quedan sobrevivientes que la recuerden– podría ubicarse parcialmente¹. Estas características salientes no serían, a mi juicio, ni su mortalidad, ni la movilización médico-científica en torno a ella, ni su alto coste económico, sino más bien otras tres: el alcance que la COVID-19 tiene en el espacio –y, según todas las previsiones expertas, el que tendrá en el tiempo–, la envergadura y contundencia de las medidas sanitarias adoptadas

en muchísimos países para mitigarla y la sobrea-bundancia de información en tiempo real sobre su progreso. Cabe agregar que, producto de estas tres características, a la presente pandemia también la acompaña una fuerte interpelación, desde el ámbito académico, la política y la opinión social, a los modos de vida de las sociedades humanas “desarrolladas” a inicios del siglo XXI, que nos ponen cada vez más frecuentemente al borde de catástrofes sanitarias, energéticas, ambientales y humanitarias.

La pandemia de COVID-19, con estos rasgos que le están dando identidad, ha impactado con fuerza en todos los modos de relación social, transformando de manera rápida y profunda la producción, el trabajo, el comercio, la recreación, el turismo, el transporte, etcétera. En particular ha afectado, desde las etapas más tempranas de su evolución, a la educación en todos sus niveles y modalidades, dado que en América Latina se procedió al cierre casi total de las instituciones educativas bajo la hipótesis de que ellas constituirían espacios fértiles para la propagación de la enfermedad. Como producto de la suspensión *sine die* de la asistencia a las aulas de los niveles inicial y primario, los escolares y sus familias se encuentran hoy inmersos

¹ En la siguiente página de la Organización Mundial de la Salud se hace una comparación entre COVID y gripe española: <https://www.who.int/es/news-room/q-a-detail/q-a-similarities-and-differences-covid-19-and-influenza>

en un prolongado período de excepcionalidad que los desafía al máximo. Por su parte, los maestros y maestras del Uruguay, en quienes pongo el foco de este artículo, se han visto, desde el inicio mismo del año lectivo, frente a la necesidad de planificar, ejecutar y evaluar su docencia en formatos que tenían poco transitados y meditados, y que por cierto causan ansiedad e incertidumbre.

Esta situación extraordinaria que atraviesa la educación inicial y primaria se nos viene encima con sus urgencias que docentes, equipos directivos, personal auxiliar y de supervisión han de solventar sobre la marcha, en el día a día. En el caso de los maestros y profesores –hay que decirlo sin tapujos– ello requiere que trabajen incluso más horas que las que dedicaban en tiempos de “normalidad”. Pero esta misma situación de interrupción de las rutinas aceitadas también nos da una buena oportunidad, al magisterio y a las formadoras y formadores, para reflexionar críticamente una vez más sobre la enseñanza de las ciencias naturales. En este artículo esbozaré brevemente algunas ideas teóricas y propuestas prácticas para acompañar tal reflexión. Mi exposición se alinearé con tres de las grandes preguntas curriculares clásicas: ¿para qué enseñar?, ¿qué enseñar?, ¿cómo enseñar?

Repensar el cómo

Resulta lastimosamente evidente que el cambio que se impuso con más inmediatez en las clases de los niveles inicial y primario fue una alteración drástica en los “métodos” docentes tradicionales, instituidos desde hace siglos, y por ello arranco mi análisis con la pregunta sobre cómo enseñar ciencias durante la pandemia. La brusca interrupción de la “presencialidad” (la desaparición del espacio físico del aula) arrastró consigo otras muchas modificaciones estructurales profundas en diversos aspectos: la naturaleza y funciones del discurso docente, la administración de los tiempos y tareas, la gestión del grupo clase, la obtención de información relevante para tomar decisiones en y sobre la acción, la atención a la diversidad de los estudiantes, la interacción de los docentes con las familias del alumnado.

Además, en el atropellado salto que se tuvo que dar a la educación “a distancia”, pronto resultó patente que los espacios de enseñanza sincrónicos –con los niños y niñas y la maestra o el maestro conectados *en simultáneo* por audio y video– serían cortos e infrecuentes, y atravesados de numerosas dificultades. Frente a este reconocimiento resignado, fueron

apareciendo otras metodologías para enseñar que prescinden de la simultaneidad: la plataforma Crea, grabar y enviar consignas y explicaciones, contestar dudas o pedir y corregir tareas por WhatsApp, hacer circular –de ida y de vuelta– cuadernos y materiales escritos. Todo esto constituye, por supuesto, un cúmulo de cambios forzados en el cómo, pero aquí me quiero concentrar más bien en la transformación de las *estrategias* didácticas. Propongo pensar en dos propuestas metodológicas vigentes de la didáctica de las ciencias naturales que se pueden acomodar a estos nuevos formatos y canales, pero que a la vez se apoyan en fundamentos teóricos provenientes de la investigación educativa.

En primer lugar, habida cuenta de la omnipresencia de la pandemia en las vidas de los escolares (tengamos en mente que acapara buena parte del discurso de los adultos que los rodean o que aparecen en la televisión), y reconociendo la necesidad de generar en ellos comportamientos para el cuidado de la propia salud y la de los otros, la *enseñanza en contexto* se nos aparece como una estrategia muy potente a implementar para el área de ciencias naturales. Así, podríamos hablar de un “contexto COVID”, en el sentido de un “escenario” o encuadre temático constituido por multitud de situaciones de la realidad cotidiana relacionadas entre sí y configuradas en torno a la nueva circunstancia sociosanitaria. Este escenario daría significatividad a la enseñanza de las ciencias en al menos tres sentidos: 1. tornaría más entendibles los contenidos conceptuales abstractos, que aparecerían ahora dirigidos a la resolución de problemas suscitados por ese contexto; 2. permitiría aplicaciones y transferencias de lo aprendido a distintos casos de interés y utilidad para los niños y niñas; 3. aumentaría la relevancia social y cultural de los temas científicos tratados, que devenirían en instrumentos para una auténtica formación ciudadana.

En la línea de enseñar ciencias en el “contexto COVID”, entonces, diversas dimensiones seleccionadas de la pandemia (los aspectos microbiológicos, las concepciones de salud y enfermedad, las medidas sanitarias, la decodificación de la información experta) sugerirían el planteamiento de problemas que se toman “genuinos” por su contextualización. Un ejemplo modesto de este tipo de abordaje, pero que puede probar ser muy potente, es trabajar la cuestión de por qué los abuelos han sido “separados” de sus nietos, es decir, intentar dar sentido a las recomendaciones de aislamiento preventivo o



distanciamiento social para las personas mayores o pertenecientes a los llamados “grupos de riesgo”. Un problema de ese estilo requiere de un incipiente modelo epidemiológico adecuado a los escolares.

A la hora de implementar esta enseñanza en contexto, las maestras y los maestros saben que cuentan con poco tiempo de encuentro para “pasar” conceptos científicos de manera tradicional. Pueden entonces optar por concentrarse en abrir espacios sincrónicos dedicados prioritariamente a la discusión y reflexión sobre información ya disponible (que se haya hecho llegar a los estudiantes de manera asincrónica, y que ellos ya hayan revisado antes de “juntarse” con el docente); esos espacios quedarían estructurados en torno a objetivos tales como solventar dudas conceptuales, confrontar distintos puntos de vista, hacer puestas en común y llegar a la “institucionalización” de saberes escolares. Maestras y maestros tendrían además que elaborar consignas tendientes a poner en marcha una actividad más autónoma, pero a la vez más regulada y autorregulada, de los niños y niñas, acompañados por la familia, auxiliados por los materiales didácticos y con retroalimentación oportuna y bien dirigida del docente. En este tipo de actividades, por supuesto, la comunicación entre los alumnos aun en ausencia del maestro resultaría fundamental; se torna por ello indispensable que la interacción entre pares esté bien enmarcada y “andamiada” por nuestras consignas y por las ayudas que vayamos dando oportunamente.

Estoy pensando, así, en una “clase” de ciencias naturales (ahora “extendida” a lo largo de una semana entera, si consideramos los diversos formatos de trabajo) que propenda a la *indagación* y a la *modelización*. Que fomente en las niñas y los niños la capacidad de “hacer suya” una pregunta significativa sobre el mundo natural y de contestarla a través de evidencias construidas desde diferentes tipos de intervenciones bien organizadas: pequeñas experiencias, salidas de campo “restringidas”, discusiones entre ellos y con la maestra o el maestro, búsqueda bibliográfica, analogías, simulaciones, consultas a expertos.

Este “cómo”, que encuentro altamente pertinente para los tiempos de aislamiento, se apoya en la formulación de *buenas preguntas* en contexto que inviten a indagar en cuestiones “complejas” del entorno natural, de la comunidad local o regional o del interés social vehiculado por los medios de comunicación masivos. Se trata de instalar un objetivo *epistémico*

en el grupo clase (es decir, relacionado con la construcción de conocimiento): proponer y evaluar colectivamente respuestas a las preguntas de indagación que estén *basadas en modelos científicos escolares*.

Por ejemplo, en nivel inicial y en los dos o tres primeros años de primaria, se podría iniciar la actividad de reunión virtual preguntando cuáles son las causas por las que enfermamos o los modos en los que nos enfermamos. En los modelos de sentido común expresados por los estudiantes aparecerá en algún momento, junto con variables tales como la alimentación, el tiempo meteorológico, la higiene, el peso de la herencia o el estado anímico, la observación de que se ha estado en contacto con alguien que también enfermó de lo mismo. A partir de allí podremos comenzar a construir unos primeros modelos sencillos de infección (algo, a menudo tan pequeño que resulta invisible, entra al cuerpo y desencadena una serie de procesos) y de transmisión o “contagio” (alguien nos pasa ese algo cuando estamos muy cerca, establecemos contacto físico, estornudamos o tosemos, compartimos utensilios, etc.). Es a partir de esta primera modelización que podemos enviar a niños y niñas a indagar sobre una noción más robusta de enfermedad (de enfermedad infecciosa transmisible, para ser técnicamente rigurosos); para ello se les propondrá buscar información en libros de texto y otras fuentes escritas, preguntar a la familia o a voces reconocidas como “autorizadas”, ver vídeos de YouTube, “modelar” los procesos de infección y transmisión con diversos lenguajes (dibujos, gestos, maquetas, textos breves, animaciones, juegos de rol...). A partir de una sistematización de lo actuado, le tocaría a la maestra o al maestro hacer el “enganche” con los conceptos del currículo, estabilizando algunos significados a compartir.

Repensar el qué

Decantarnos por un uso intensivo de las estrategias de indagación y modelización en el “contexto COVID” nos enfrenta a un debate interesante. En una genuina emergencia sanitaria como la que estamos viviendo en estos días, esta enfermedad específica, ¿debería ser el objeto preferido de enseñanza, desplazando momentáneamente otras temáticas? ¿O mejor tendríamos que considerarla solo como una ejemplificación útil de unas concepciones científicas más generales y abstractas? Aparece aquí la necesidad de trabajar un balance cuidadoso entre cómo y qué enseñar, lo que me permite pasar a atacar esta segunda pregunta.



Centrándonos ahora en los contenidos de ciencias naturales a ser enseñados, los tiempos reducidos e irregulares que se pueden dedicar a esta área en la presente situación sugieren fuertemente una reselección y rejerarquización, introduciendo tres tipos de modificaciones más o menos drásticas en la presentación curricular “estándar”. Lo primero que se puede hacer es un “reordenamiento” del programa; probablemente, los contenidos de biología, salud, química y ecología prescritos para cada año sean los que cobren más sentido durante el aislamiento preventivo con el telón de fondo de la pandemia de COVID-19, y prueben ser más funcionales para la actuación eficaz del estudiantado en casa y fuera de ella. Entonces, muchos de los contenidos de las demás ciencias naturales (como física, astronomía o geología) podrían pasar a tener un papel auxiliar en las unidades didácticas que diseñemos, o bien ser pospuestos hasta la segunda parte del año, en espera de que se recuperen los espacios presenciales reglados.

Una segunda modificación que se puede implementar sensatamente tiene que ver con aprovechar el “contexto COVID” para a partir de él generar cuestiones y problemas que probablemente no se trataban en la escuela de manera usual, pero que se ajustan sin grandes dificultades a los contenidos conceptuales y procedimentales programáticos. Y, al mismo tiempo, retomar contenidos cuyo tratamiento sí estaba muy extendido, pero ahora estructurándolos a nuevo alrededor del eje de la pandemia. Virus, células, moléculas, asepsia, lavado de manos, vacunas, epidemias, salud pública, infección, sistema respiratorio, sangre, inmunidad, propiedades materiales, soluciones, concentración, microscopía, gráficas, representaciones de la información científica son solo algunos de los tantísimos que se pueden reconocer a través de un relevamiento rápido de lo que se discute diariamente en los medios de comunicación masivos. Estos y otros contenidos afines

tienen gran importancia para el ejercicio de ciudadanía responsable durante la pandemia y más allá de ella. Por ejemplo, un concepto médico complejo como el de “fómites” –las “cosas” que pueden llevar y traer el coronavirus y hacerlo ingresar a casa desde el exterior– organizaría el tratamiento de contenidos disciplinares tales como la naturaleza de los virus en cuanto “microorganismos” en sentido amplio, su persistencia en diferentes superficies bajo diversas condiciones o las sustancias químicas que resultan efectivas para desnaturalizarlos.

La tercera línea de cambios en los contenidos de enseñanza, que a mi juicio sería la más interesante a explorar en tiempos de pandemia, tiene que ver con recuperar un componente central del currículo uruguayo de los niveles inicial y primario, que en el campo de la didáctica de las ciencias naturales es comúnmente llamado *naturaleza de la ciencia*. Este componente refiere a la necesidad de enseñar *sobre* la ciencia como actividad y como conocimiento, de discutir con los escolares los modos de producción de explicaciones fundamentadas sobre el mundo natural. Enseñar desde la perspectiva de la naturaleza de la ciencia comporta preguntarse por los métodos de la ciencia, por su grado de validez y apoyo, por sus alcances y límites, por su evolución histórica y otros muchos asuntos de carácter *epistemológico*. El “contexto COVID” es ideal para introducir grandes ideas sobre qué es la ciencia en al menos dos líneas de trabajo. La primera, que considero prioritaria habida cuenta de la avalancha de información mediática sobre la pandemia a la cual los niños y niñas tienen acceso, tiene que ver con generar en ellos *alfabetización crítica* y, en particular, un manejo criterioso y responsable de esa información. Se trata de discutir en torno a qué instituciones y personas la emiten, cómo aparece fundamentada, qué grado de validez y consenso tiene, cómo podemos interpretarla para fines prácticos, qué consecuencias conlleva y qué intereses la moldean.



En esta línea sería muy fructífero trabajar con las llamadas *fake news* (“noticias falsas”), definidas por la Red de Periodismo Ético como «*toda aquella información fabricada y publicada deliberadamente para engañar e inducir a terceros a creer falsedades o poner en duda hechos verificables*»². La ingente cantidad de noticias erradas, falaces, recortadas, tergiversadas, sobredimensionadas, erróneamente atribuidas o sacadas de contexto³ que se han venido difundiendo masivamente por medios electrónicos en los últimos meses constituyen un obstáculo para la actuación adecuada frente a las diferentes problemáticas suscitadas por la pandemia. Tales noticias, además, abarcan un amplísimo y delirante espectro, que va desde la recomendación de seguir dietas alcalinas o de ingerir líquidos muy calientes para prevenir el contagio hasta las hipótesis “conspiranoicas” de que este coronavirus es un artefacto de laboratorio o que la emergencia sanitaria misma es una tapadera para la instalación de regímenes totalitarios y controladores en Occidente. Frente a este panorama bastante deprimente, sugiero realizar una compilación colectiva de *fake news* difundidas en distintos soportes y trabajar sostenidamente sobre la naturaleza (y, en los últimos años de primaria, también sobre la función) de esas “noticias”, de modo de permitirles a las niñas y los niños construir criterios para distinguir las de la información fiable.

La segunda línea de contenidos de naturaleza de la ciencia podría ser considerada más periférica en estos momentos de urgencia, pero conviene recuperarla con regularidad para marcar una continuidad con el trabajo pospandemia en el área de ciencias en torno a las *imágenes de ciencia y de científico* que sostienen los escolares. Esta línea tiene que ver con pensar específicamente en los procesos de construcción del conocimiento en las ciencias, alejándonos del infame “método científico”. Asuntos tales como qué es un problema científicamente investigable, cómo se llega a una hipótesis sobre él, cómo se modeliza, cómo se investiga empíricamente, cómo se revisa o se descarta nuestro conocimiento acumulado serían algunas de las “cuestiones clave” a enseñar. Para esta línea de reflexión epistemológica sobre el quehacer científico, analizar la carrera mundial por el “descubrimiento” de tratamientos y

vacunas para el coronavirus SARS-CoV-2, con sus tiempos propios de investigación, percibidos como demasiado “largos” por el público lego, puede resultar una problemática de estudio que da mucho de sí.

...y, fundamentalmente, repensar el para qué

Creo que la situación excepcional que estamos viviendo amerita, mucho más preponderantemente que acometer cambios en los métodos y en los contenidos, realizar un examen a fondo –de carácter analítico y crítico– de las diversas finalidades y propósitos formativos de la enseñanza de las ciencias naturales en inicial y primaria, a fin de poder poner en valor los que tienen alcances más profundos y duraderos. En esta sección, ocupada del para qué, propongo recuperar la idea de una “educación científica de calidad para todos”: una formación sólida y completa en y sobre la ciencia y la tecnología contemporáneas, que habilite a los alumnos y alumnas a la reflexión evaluativa sobre sus productos (conocimiento público) y procesos (formas de “averiguar”), y a la toma de decisiones fundamentadas, tanto desde el punto de vista individual como colectivo, en asuntos que atañen a esos productos y procesos. Instituyendo este modelo en el lugar de la finalidad principal de la ciencia escolar, pasarían a segundo plano propósitos más clásicos como los de observar y describir el medio, conocer teorías canónicas, resolver ejercicios tipo, practicar destrezas, adquirir pensamiento formal, incorporar vocabulario técnico, generar hábitos científicos, prepararse para estudios posteriores o equiparse para el mundo del trabajo.

Así, el cambio en las estrategias apuntado hacia una interacción de aula más “en colectivo”, más dialógica y más basada en modelos científicos y el cambio en los contenidos que reclama una mayor contextualización y una mayor relevancia social de la ciencia que enseñamos se deberían apoyar en el convencimiento de que las ciencias naturales escolares, durante los muchos años de educación obligatoria, constituyen insumos *indispensables* para la formación de ciudadanía. Esta se tornaría entonces la finalidad principal de una educación, alfabetización o “enculturación” científica, sirviendo a propósitos tales como la progresiva autonomía y emancipación de las niñas y los niños, el fomento de la equidad, del acceso a derechos y de la justicia social, o el empoderamiento y la habilitación de las nuevas generaciones para llegar a participar de manera plena de la vida adulta en democracia.

² La traducción al español es del *Correo de la UNESCO*. En línea: <https://es.unesco.org/courier/july-september-2017/informacion-falsa-opinion-periodistas>

³ Ver, por ejemplo, la página de las Naciones Unidas donde se discute el tema de la (des)información en tiempos de coronavirus. En línea: <https://news.un.org/es/story/2020/04/1472922>



En esta coyuntura que invita a (o más bien reclama) “deconstruir” lo que se venía haciendo, volver a preguntarnos para qué enseñamos ciencias naturales, recuperando explícitamente las metas tan ambiciosas que se plantean para la educación científica en la contemporaneidad, nos obliga a recordar que esta área curricular tiene unos “qué” que emergieron –en la última reforma curricular en Uruguay– a partir de extensas y delicadas negociaciones y consensos entre diferentes actores (cuadros políticos y técnicos, miembros del magisterio, expertos en educación, mundo del trabajo, activismos diversos, familias, sociedad en su conjunto) y *en coherencia con esos propósitos pedagógicos* que enuncié más arriba. Así, lo que se prescribe enseñar en cada uno de los años de inicial y primaria, y en la misma medida las formas en que se sugiere enseñarlo, “ateriza” las declaraciones generales (y, por cierto, no exentas de una cuota de utopía) incluidas en el currículo, y tiene sentido solo en tanto que se pone al servicio de la preparación de personas más equipadas intelectual y éticamente para la construcción de una sociedad más justa.

Ahora bien, ¿qué significa concretamente preparar a nuestros alumnos y alumnas para ser ciudadanos de pleno derecho y poder, llegado el momento, actuar con solvencia frente a asuntos complejos que son de carácter “sociocientífico”? La respuesta a esta pregunta aparece formulada de manera general en la documentación vigente sobre la educación pública emanada desde las instituciones del Estado, pero termina de tomar forma en cada escuela y en cada aula, con los aportes particulares del equipo

directivo y de las maestras y los maestros. Apuntar a contribuir desde el área de ciencias naturales a una formación ciudadana apoyada en justicia social implica, en última instancia, que el docente seleccione y ponga en valor algunas *competencias científicas* que la sociedad considera “deseables” para las nuevas generaciones, tales como la argumentación, la modelización, el pensamiento autónomo y reflexivo, la lectura no ingenua de la información circulante o la actuación razonada y con criterios.

El “contexto COVID” nos da una oportunidad única para “poner letra” a nuestra concepción de cómo sería una niña o un niño “científicamente alfabetizados” y a nuestro diseño de unas estrategias didácticas que aspiran a lograr esto a través de un trabajo “competencial” en las clases. Se vuelve necesario entonces preguntarnos cómo se especifican, *en este caso concreto* de la pandemia que estamos atravesando, las finalidades de enseñanza a las que adherimos y las competencias que buscamos que nuestros alumnos desenvuelvan merced a nuestra acción docente. Un posible ejemplo de trabajo –muy ambicioso– en esta línea sería poner en marcha con los niños y niñas algunos aspectos de la idea estructurante del “cuidado del otro” (que tiene honda raigambre filosófica). El para qué, en este caso, sería el famoso *pilar* de la educación llamado “aprender a vivir juntos”, que fue definido en el informe internacional a la UNESCO coordinado por el economista y político francés Jacques Delors⁴. Encaminarse consistentemente hacia

⁴ El informe completo puede consultarse en: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000109590_spa



este objetivo supone diseñar una enseñanza de las ciencias naturales cargada de valores, que ayude a descubrir y apreciar la diversidad, derrumbar prejuicios, resolver conflictos, participar en proyectos comunes y oponerse a toda forma de violencia. Con ese “para qué”, de sentido profundamente educativo, pasan a tener significado y entidad unos “qué” y unos “cómo” casi irrenunciables en el “contexto COVID”: podemos recoger en nuestras clases los lineamientos emanados desde las políticas de salud pública del gobierno uruguayo y ayudar a nuestros estudiantes a comprender, mediante la modelización científica

escolar, que adherir a las medidas allí recomendadas (distancia, higiene, mascarillas, vacunación para gripe y neumonía, conductas cívicas solidarias, etc.) es necesario más para cuidar de los demás que para protegerse a uno mismo. En esta sólida articulación del “para qué” (aprender a vivir juntos) con el “qué” (salud pública) y con el “cómo” (modelización) tenemos un camino para hacerles ver a las niñas y los niños que sus conductas, ahora acompañadas de fundamentación, representan la contribución específica que ellos pueden hacer con gran responsabilidad durante la pandemia. 

Lecturas sugeridas para profundizar

Sobre la enseñanza de las ciencias en contexto

MARCHÁN-CARVAJAL, Iván; SANMARTÍ, Neus (2015): “Criterios para el diseño de unidades didácticas contextualizadas: aplicación al aprendizaje de un modelo teórico para la estructura atómica” en *Educación Química*, Vol. 26, Nº 4, pp. 267-274. En línea: <https://www.elsevier.es/es-revista-educacion-quimica-78-pdf-S0187893X15000385>

Sobre la indagación y la modelización científicas escolares

COUSO LAGARÓN, Digna (2014): “De la moda de ‘aprender indagando’ a la indagación para modelizar: una reflexión crítica” (Conferencia inaugural) en *26EDCE: Investigación y Transferencia para una Educación en Ciencias: Un Reto Emocionante*, pp. 1-28. Huelva. En línea: http://uhu.es/26edce/actas/docs/conferencias/pdf/26ENCUENTRO_DCE-ConferenciaPlenariaInaugural.pdf

Sobre la significatividad y relevancia de los contenidos curriculares

VÁZQUEZ ALONSO, Ángel; MANASSERO MAS, María Antonia (2009): “La relevancia de la educación científica: Actitudes y valores de los estudiantes relacionados con la ciencia y la tecnología” en *Enseñanza de las Ciencias. Revista de investigación y experiencias didácticas*, Vol. 27, Nº 1, pp. 33-48. En línea: <https://core.ac.uk/download/pdf/13279284.pdf>

Sobre la naturaleza de la ciencia y las imágenes de ciencia y de científico

ADÚRIZ-BRAVO, Agustín; DIBARBOURE, María; ITHURRALDE, Sylvia (coords.) (2013): *El quehacer del científico al aula. Pistas para pensar*. Montevideo: FUM-TEP/Fondo Editorial QUEDUCA.

Sobre las finalidades de la educación científica

MARTÍN DÍAZ, María Jesús (2002): “Enseñanza de las ciencias ¿Para qué?” en *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, Vol. 1, Nº 2, pp. 57-63. En línea: http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen1/REEC_1_2_1.pdf

Sobre las competencias científicas escolares

RONCANCIO LÓPEZ, Marisol (2012): “La clase de ciencias naturales y el desarrollo de competencias para la vida en la escuela primaria” en *Educación y Ciudad*, Nº 23, pp. 151-159. En línea: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5704897>