



Algunas reflexiones filosófico-didácticas en torno a propuestas STEM como contexto de enseñanza de las ciencias naturales y su inclusión en los currículos

Peretti, Luis¹, Furci, Victor,² Trinidad, Oscar³

¹Dirección General de Cultura y Educación, Calle 12 e/50 y 51, B1900ATI La Plata, Buenos Aires.
²Universidad Pedagógica Nacional (UNIPE). Piedras 1080, CP 5000, C1057AAS. CABA

ARTICLE INFO

Received: 12 de enero de 2022

Accepted: 25 de abril de 2022

Available on-line: 31 de mayo de 2022

Keywords: Innovación educativa.
Contexto STEM. Enseñanza de las ciencias naturales

E-mail addresses:
luispperetti@gmail.com.

ISSN 2007-9847

© 2022 Institute of Science Education.
All rights reserved

ABSTRACT

In this work, are analyzed different academic productions of natural science teaching framed within the STEM characteristics are analyzed to review the image of the underlying science in the teaching proposals, the pedagogical perspective and the didactic model in which the proposal is mostly defined? Its didactic dimensions are characterized to try to split these, from other approaches, strategies or teaching contexts. These productions and their contributions to an educational model that consolidate both local cultural identity and the development of HOCS in students in terms of law and appropriation of science models are analyzed. Finally, alternatives are proposed to enable STEM from an epistemologically coherent, didactically viable and pedagogically correct perspective.

En este trabajo se analizan diferentes producciones académicas de enseñanza de las ciencias naturales enmarcadas dentro de las características STEM para revisar la imagen de ciencia subyacente en las propuestas de enseñanza, la perspectiva pedagógica y el modelo didáctico en el que mayormente, queda definida la propuesta. Se caracterizan sus dimensiones didácticas para intentar escindir éstas, de otros enfoques, estrategias o contextos de enseñanza. Se analizan estas producciones y sus aportes a un modelo educativo que consolide tanto la identidad cultural local, como el desarrollo de HOCS en los estudiantes en clave de derecho y apropiación de modelos de ciencia. Finalmente, se proponen alternativas para viabilizar STEM desde una perspectiva epistemológicamente coherente, didácticamente viable y pedagógicamente correcta.

I. INTRODUCCIÓN

Durante las últimas décadas, las reformas educativas en América Latina se enmarcan en una dinámica de cambio en la que se materializan con nitidez ideologías políticas, demandas sociales y expectativas pedagógicas de innovación educativa. Muchas de las consideraciones discursivas que promueven las innovaciones educativas, se articulan sobre elogios a las iniciativas aplicadas en otras latitudes con resultados no del todo claros en sus países de origen, pero que de alguna manera, despiertan un entusiasta interés en ser replicados en nuestros diseños curriculares. En particular, y en relación a STEM, es un lugar común encontrar en las consideraciones generales de los trabajos sobre esta temática,

alusiones a las demandas implícitas en la economía del siglo XXI (Becker y Park 2011; Cachaper et al. 2008; Cullum et al., 2007; Hynes y Santos., 2007); a las necesidades estratégicas de desarrollo de recursos humanos especialistas en cuestiones de ingeniería y tecnología. Capital humano. (González; E. 2017) Tampoco están ausentes las vinculaciones con el mundo laboral e industria (Brown, 2016) y las preocupaciones laborales que afectan al sistema productivo estadounidense (Araya Shultz, R., 2016; Bybee 2013).

Sin entrar en detalles, algunos trabajos toman estas consideraciones fuertemente relacionadas a las necesidades de mercado, como diagnóstico de impacto local y justificación de la pertinencia de la investigación académica STEM. Es claro que el objetivo último es encontrar y, nos animamos a decir, construir evidencias, de la pertinencia didáctica de diferentes propuestas que caen bajo el amplio paraguas STEM.

Es necesario señalar que, en muchos de estos trabajos, se refieren casi como sinónimos, expresiones como educación STEM, paradigma STEM, modelo didáctico STEM, contexto STEM, enfoque de integración STEM, cultura STEAM, etc. Señalamos esta cuestión semántica para poner en tensión la coincidencia académica sobre la pertinencia de repensar los sistemas educativos desde una perspectiva STEM, aunque los autores no acuerden a que se refieren cuando definen conceptualmente STEM.

Sin embargo, advertimos que son éstas producciones, desarrolladas seriamente en el ámbito universitario las que, en definitiva, serán fundamento en debates políticos donde se tomarán decisiones con impacto en los sistemas educativos locales. En general, con mayor o menor prudencia, los trabajos destacan la necesidad de integrar STEM. Algunos papers, sin rodeos y en este contexto, concluyen recomendando la incorporación de STEM en las currículas como una necesidad estratégica (García Cartagena, R., 2017) Creemos entonces que es necesario construir un concepto sobre la estrategia ideológica STEM con perspectiva filosófico-pedagógica como aporte crítico que ayude a pensar las potencialidades didácticas y aportes de STEM en los currículos locales.

El inevitable arribo de STEM en los sistemas educativos (de la región)

Los diagnósticos que fundamentan la necesidad de cambio de los Sistemas Educativos, encuentran razones de peso en todos los campos que se imbrican en la matriz educativa: sociológico, pedagógico, didáctico, psicológico, filosófico, político y disciplinar. A este escenario, se suman razones de Estado que observan con recelo los resultados de los programas estatales y evaluaciones internacionales de calidad educativa (PISA, ONE, TERCE, etc) que evidencian la necesidad estratégica de formar cuadros en disciplinas y áreas de competencia, particularmente en ciencias naturales e ingeniería, considerados esenciales para la planificación y desarrollo de los Estados.

Dentro de este marco general, las preocupaciones de los actores políticos por integrar tecnologías en las escuelas de gestión institucional, ocupa un lugar central desde hace ya largo rato. De hecho, desde hace tres décadas se ha impulsado la introducción de TICs en los sistemas educativos de la región. En la mayoría de los casos, una fuerte presión social y económica externa a la escuela, han dejado como experiencia, la implementación desordenada de distintos proyectos y programas que corrieron diversas suertes. (Dussel y Quevedo 2010) Muchas de estas iniciativas, fueron financiadas por grupo económicos interesados en aumentar la demanda de sus propios productos. Ligados a estos intereses, fueron éstos grupos quienes impulsaron las primeras experiencias en el sistema de escolarización obligatoria.

Dada su génesis, es claro que las tendencias del mercado incidieron en los esfuerzos de implementación y muchas de las iniciativas y proyectos, simplemente discontinuaron. Posteriormente, con la intervención sistémica del Estado, los programas tuvieron una prospectiva sólida y los alcances en algunos casos, fue de una escala sin precedentes. El Estado se apropió de la noción de alfabetización digital y construyó un sentido pedagógico a los programas de innovación educativa digital. Muchos Estados abrazaron y promovieron la noción de soberanía digital y es en ellos donde se pueden rastrear las iniciativas de inclusión de enseñanza de codificación y robótica desde una perspectiva pedagógica que podría ser el pábulo de las novedades STEM, al menos en Argentina. Solo podríamos señalar, como dato relevante en términos de valorar el interés de implementar estas novedades educativas en la región, que, durante las décadas pasadas, el BIRF tenía una línea de créditos específica para financiar a los Estados en la implementación de los programas de alfabetización digital. En la actualidad, es fácil comprobar que en algunos países latinoamericanos, las iniciativas STEM y STEAM son

auspiciadas por innumerables corporaciones, fundaciones y emprendedores del sector privado que inciden fuertemente en escuelas de gestión privada y golpean a en las puertas de las públicas.

Aunque la complejidad del problema trasciende a las posibilidades de análisis de nuestro trabajo, queremos señalar que un esquema recurrente que tracciona el cambio de los sistemas educativos, encuentra fundamentos en la perspectiva modernista. Esta, deposita en la Escuela la razón de cambio social e individual de los sujetos, bajo el supuesto que el poder transformador del Sistema Educativo será capaz de formar los recursos humanos necesarios para satisfacer las demandas que el sistema productivo requiere, tanto como consolidar los valores y principios de la ideología dominante a través de la escolarización (Pérez Gómez, A 2009). Desde esta perspectiva, es claro que el dominio de competencias requeridas por el mundo del trabajo y la apropiación valores desarrollistas, redundarían en una mejor calidad de vida para el conjunto de la sociedad. Viendo en perspectiva social, solo en los últimos años, podemos encontrar sobradas evidencias para ilustrar el disloque entre esta mirada optimista de la escuela y el beneficio social implícito: la distribución asimétrica de la riqueza, el desempleo de amplios sectores de la sociedad y en particular de jóvenes recientemente egresados del sistema educativo, son razones contundentes para imaginar que el cambio necesario del sistema educativo debiera apartarse de esta perspectiva pedagógica por lo menos lineal, cuanto no, ingenua. Adscribimos a una mirada compleja de la Escuela, asociada a una formación integral de los sujetos, inscrita en un contexto social concreto. Entendemos que la educación es un bien público y un derecho elemental de las personas. Esta posición, nos aleja un poco de la lectura lineal de los resultados de algunas evaluaciones. Sin embargo, los sectores tecnocráticos dominantes, nuevamente insistirán en una sostenida crítica al sistema educativo por mostrarse inadecuado a los requerimientos técnicos del sector productivo y considerarlo anacrónico desde un análisis en perspectiva de eficacia economicista. (Nassif et al 1984) Quienes adhieren a las teorías desarrollistas, remarcarán el desencuentro entre la demanda laboral y los aprendizajes escolares subrayando las incompetencias del sistema, en desmedro de los aprendizajes socialmente significativos. Reconocemos en la escuela un ámbito de transformación por excelencia, no el único; pero como institución estratégica del Estado, entendemos que la educación obligatoria, no persigue como propósito la selección de élites ni la formación de recursos humanos, sino garantizar la distribución social del patrimonio cultural. En este sentido, la Escuela debe garantizar el derecho de enseñar y aprender para favorecer la apropiación de producciones culturales, habilidades cognitivas, modelos y técnicas que desarrollen el pensamiento crítico y garanticen una formación idónea de los sujetos con conciencia social y capacidad de actuar en ella. Ahora bien, en toda propuesta de transformación superadora del sistema educativo, se pretende agiornar las perspectivas didácticas, epistemológicas y psicológicas para la enseñanza y, de esa manera, construir un escenario donde sea más viable acortar la distancia entre la producción escolar y las exigencias cada vez más complejas que plantea nuestra coyuntura histórica. Esta tarea exige el análisis crítico de las corrientes foráneas que irrumpen en el campo educativo con la promesa de transformar la escuela porque la transformación que esperamos debe recuperar el sentido humanista y la esperanza de transformación proyectada en el prójimo. En este último aspecto esperamos contribuir con nuestro trabajo, planteando algunas reflexiones sobre cuestiones relacionadas a la enseñanza de las ciencias naturales desde un planteo STEM. En este sentido, creemos que la irrupción del enfoque duro STEM u otras perspectivas menos rígidas como las propuestas STEAM, inevitablemente disputarán un lugar en las curriculas escolares planteando debates en términos políticos e instalando una agenda con impacto en el profesorado.

En este contexto, es necesario advertir que los escasos resultados por dotar a STEM de perspectivas epistemológicamente coherentes o miradas pedagógicas potentes, no se condicen con los esfuerzos de producción de la comunidad académica. Posiblemente porque, como señala Doménech-Casal 2018, simplemente no los tiene. STEM es un acrónimo que se construyó en el marco de un objetivo político ideológico y no en el campo de la enseñanza de las ciencias, aunque encuentre en este campo su espacio de desarrollo y promoción.

Esta coyuntura exige un espacio de reflexión sobre las potencialidades didácticas de STEM y demanda del profesorado nuevas competencias y habilidades complejas necesarias para abordar propuestas de integración de estos campos disciplinares en el aula. Los cambios didácticos se materializan de maneras impredecibles en un escenario de tensión donde los especialistas subrayan la inercia didáctica que inmoviliza al profesorado. Los profesores denuncian la inconsistencia de las reformas y la incapacidad del estado para proveer de los recursos y condiciones que viabilicen las novedades curriculares; y las comunidades educativas añoran la ilusión de una escuela idealizada que probablemente, nunca existió. Es en este contexto donde progresivamente algunas tendencias educativas van imbricándose en el quehacer cotidiano instalando prácticas de enseñanza, que en muchos casos carecen de vigilancia epistemológica y perspectiva crítica. (Sanchez Blanco; Valcarcel Perez 2000) En consecuencia, poco aportan a la apropiación de aprendizajes

significativos en los alumnos. Los tecnócratas más radicalizados, soslayan tanto a las ciencias sociales como al conocimiento didáctico del contenido como saber específico del profesorado. En su lugar, instalan al amparo de discursos progresistas, modelos educativos que retrotraen la educación a aquellos supuestos elitistas y oligárquicos de antaño. (Bybee 2013). Por estas razones, es imperioso mantener una posición crítica para analizar y poner en perspectiva de derecho las iniciativas de innovación educativa que se van permeando en los sistemas escolares.

En este contexto amplio y complejo, nos concentraremos en un pequeño recorte. Particularmente, analizaremos las limitaciones y potencialidades didácticas de algunas propuestas STEM para la enseñanza de las ciencias naturales. Exploraremos los supuestos didácticos, la imagen de ciencia y las competencias profesionales docentes que se requerirían, para luego proponer algunas alternativas de formación que viabilicen positivamente el impacto de la implementación disruptiva e inevitable de este enfoque en los currículos.

Modelos didácticos y potencialidad didáctica como marco de análisis

Los esfuerzos por encontrar categorías analíticas que permitan estudiar sistemáticamente la práctica docente han producido diferentes representaciones simplificadas del aula que se caracterizan por un conjunto de consideraciones didácticas, pedagógicas, epistémicas y psicológicas subyacentes en la práctica, que se pueden rastrear indirectamente a partir del estudio del planteo didáctico de la clase, la propuesta de actividades, las construcciones discursivas y evaluaciones desarrolladas dentro de una clase de ciencias experimentales. Estos constructos analíticos que conocemos como modelos didácticos, son aceptados en la comunidad académica, aunque existen diferentes consideraciones para definirlos y no están exentos de críticas. Nosotros tomaremos la línea analítica propuesta por Rafael Porlan en consenso con otros investigadores (Gil, 1983; Cañal y Porlán, 1988; Porlán y García Díaz, 1990; Porlán y Martín, 1991; Porlán, 1993, 1999). Consideramos que estos modelos son herramientas útiles para el estudio didáctico de una propuesta educativa aceptando que difícilmente una clase ajuste exactamente a la descripción de uno de estos modelos, sino que creemos que es posible observar, mayoritariamente, un conjunto de repertorios de acción que caractericen la práctica.

Los modelos a los que referimos son básicamente cuatro:

- a) *Transmisión verbal* Desde un punto de vista epistemológico, este planteo didáctico, abraza la tradición más rancia del positivismo lógico considerando el conocimiento científico como un constructo verdadero, absoluto, etc. En cuanto a las ideas sobre el aprendizaje que se asocian a este modelo, se considera que no es necesaria la interacción concreta de los alumnos con el fenómeno estudiado. Cualquier alumno que preste la debida atención en el contexto de una clase ordenada, se apropiará del contenido disciplinar propuesto en clase. Para ello, la noción, concepto o ley a enseñar, debe estar articulada dentro de la lógica de la materia enseñada. Por estas razones, la clase se articula en torno a la exposición del docente y la evaluación, en el nivel de reproducción de los alumnos.
- b) *Inductivista-tecnológico*. Este modelo se presenta como una alternativa a la tradición de enseñanza de transmisión verbal. En este sentido, se promueve la participación activa del alumno entorno a propuestas mediadas por “el” método científico. En general, se propone un protocolo de acción para realizar un experimento del que desprenderán conclusiones teóricas a partir de las observaciones realizadas durante el desarrollo del montaje experimental. Este modelo, sigue sosteniendo la consideración que el aprendizaje es un efecto lineal de la enseñanza. Por lo tanto, los contenidos deben articularse desde una perspectiva disciplinar de complejidad creciente.
- c) *Descubrimiento espontáneo*. Una de las consideraciones nucleares de este modelo es que la clase de ciencias debería organizarse siguiendo el interés manifiesto por los alumnos privilegiando la participación activa y autónoma de los mismos. Se prioriza las cuestiones procedimentales y actitudinales sobre la ciencia por sobre los conceptos científicos, que muchas veces quedan simplificados excesivamente. Por otra parte, al interior de este modelo, subyace el supuesto de que la mera interacción con los objetos revelaría los modelos científicos que explican ciertos fenómenos. Desde esta perspectiva, el direccionamiento del proceso de enseñanza queda sujeto a las iniciativas que plantean los alumnos, de manera que la planificación o normativas generales son cuestionadas por avasallar los emergentes creativos de la interacción con los objetos.
- d) *Investigación escolar*. En términos del Grupo Investigación en la Escuela, 1991; al que adscribe Porlan, se define este modelo como un “proceso general de producción de conocimiento, basado en el tratamiento de problemas,

que se apoya tanto en el conocimiento cotidiano como en el científico, que se perfecciona progresivamente en la práctica y que persigue unos fines educativos determinados” Se promueve la articulación del desarrollo de los contenidos de enseñanza en torno a un problema significativo que traccione las estrategias de resolución y le de coherencia a la modelización y construcción conceptual. En la práctica, este modelo se asocia a propuestas de actividades de mayor grado de apertura y a una intervención docente que no solo formaliza nociones, leyes, modelos y conceptos científicos; sino que contribuye a la construcción colectiva del objeto de estudio.

En relación al concepto de “**potencialidad didáctica**”, considerando este último modelo didáctico (Porlan Ariza, 2000), en el que la clase es considerada como un “sistema”, en el que los “flujos de información” son permanentes, como consecuencia de la diversidad de interacciones simultáneas, de distinta intensidad que se dan entre alumnos, profesores, materiales didácticos, contexto físico, etc. y aportan al sistema aula una determinada organización, de la que emergen unas cualidades y potencialidades propias de cada situación en contexto. Así descrita, el aula constituye, sobre todo, “un sistema de comunicación”. Finalmente, una secuencia será potencialmente didáctica si de alguna manera presenta posibilidades para generar estos diversos tipos de interacciones dentro de la clase de ciencias naturales (Furci et al. 2018).

En definitiva, como indicadores didácticos de una propuesta de enseñanza pensamos en las siguientes dimensiones como posibles, para caracterizar la “potencialidad didáctica” en cada caso:

Epistemológicas

- a. Reconstrucción de las preguntas que traccionaron la evolución de los modelos, nociones, teorías y conceptos científicos que se imbrican en la propuesta de enseñanza
- b. Perspectiva social del conocimiento
- c. Niveles de relaciones complejas abordadas: interdisciplinarias, sociocientíficas, etc.

Cognitivas

- a. Conceptos disciplinares abordados efectivamente
- b. habilidades puestas en juego (HOCS, LOCS, motrices, etc)
- c. Habilidades discursivas y comunicacionales puestas en juego

Didácticas

- d. Modelo didáctico prevaleciente
- e. Definición de un problema que de sentido a la enseñanza de conocimiento científico
- f. Apropiación metacognitiva del problema por parte de la clase
- g. Interdisciplinariedad, integración de contenidos y saberes coordinados
- h. Grado de apertura de la propuesta y manejo de los problemas emergentes.
- i. Diseño de estrategias y productos tecnológicos.
- j. Viabilidad de la propuesta.

Cultura STEAM como antípodas del modelo de transmisión

Las críticas al modelo de transmisión son más antiguas que el campo de la didáctica específica de las ciencias naturales. De la misma manera, la atomización y compartimentación de la enseñanza, sobre todo en la escuela secundaria, es sistemáticamente cuestionada por considerarse ineficiente para la construcción de aprendizajes significativos e integrados. A lo largo de toda la trayectoria escolar, los alumnos visitan materias escolares distribuidas según una caja curricular que parece adolecer de todo diálogo entre las disciplinas y niveles. En este contexto, la Integración curricular, saberes coordinados, aprendizaje basado en proyectos interdisciplinarios y otros esfuerzos por potenciar los aprendizajes desde un abordaje complejo, ocupan un lugar de interés en la planificación pedagógica y didáctica escolar. En este sentido, las propuestas STEM o STEAM atesoran en su génesis el mandato de integrar los modelos científicos, las aplicaciones tecnológicas, el diseño ingenieril y su dimensionamiento matemático en la producción concreta de un objeto tecnológico. Por ello, es lógico que sean consideradas propuestas de innovación en el ámbito escolar.

Becker y Park 2011, realizan un estudio preliminar de los efectos de la integración entre áreas STEM en los aprendizajes de los alumnos, sobre la base de unas treinta experiencias publicadas entre 1991 y 2008. Analizando estas iniciativas, concluyen en que se evidencian mejoras en los aprendizajes en aquellas experiencias donde los profesores se sientan comprometidos con la propuesta y las instituciones faciliten los recursos pedagógicos y didácticos que viabilicen la propuesta.

Otro aspecto característico de las experiencias STEM-STEAM es la organización del trabajo autónomo y creativo de la clase, en torno a la interacción con un objeto concreto que viene a resolver un problema o satisfacer una necesidad a través del desarrollo de un objeto tecnológico. En este sentido, la cantidad de propuestas y experiencias escolares publicadas es muy amplia y en extremo, diversa.

Los problemas que traccionan las propuestas de trabajo que nos convocan, pueden escindir-se según las ya centenarias categorías de Kilpatrick 1918: Obtener un conocimiento. Elaborar un producto. Resolver un problema y Disfrutar de una experiencia estética.

En este sentido, creemos que algunas de las propuestas que describen escenarios o entornos con fuerte presencia tecnológica, parecen ser ponderadas como ontológicamente STEM; y ciertamente, parecen atraer más la atención de los alumnos y sus padres.

El eterno retorno de lo idéntico

Los problemas pedagógicos mencionados tangencialmente más arriba, que van desde los propósitos políticos de la enseñanza de las ciencias a las discusiones didácticas sobre la fragmentación del contenido, pasividad de los alumnos, la enseñanza irreflexiva de contenidos inconexos y lejanos de los intereses de los alumnos ha planteado una y otra vez, la necesidad de innovar la enseñanza y agiornar las escuelas.

Los remedios para tales males difieren con mayor o menos sutileza, comparten la necesidad de otorgar al alumno un lugar activo y central en al proceso de aprendizaje y a su vez; reclaman del docente un rol de acompañamiento que puede demandar de él la habilidad sofista de la pregunta o el estímulo enérgico de un coaching ontológico.

Existen en la bibliografía centenares de trabajos donde de proponen estrategias y modelos de enseñanza de ciencias experimentales consideradas como innovaciones educativas: Investigación Acción. Aprendizaje Basado en Problemas. Aprendizaje Integrado. Indagación Dialógica Problematicadora. Aprendizaje Basado en Retos. Aprendizaje Basado en Proyectos. Modelo de investigación escolar. Enfoque CTS, CTSA y otros. En este contexto, las propuestas STEM-STEAM vienen a presentarse como experiencias donde se condensan algunas de las virtudes que forman parte del núcleo duro de los modelos que la precedieron (y que aun gozan de buena salud en muchos sistemas educativos), pero con algunas sutiles diferencias que creemos, se deben ser reflexionadas y en algunos casos, advertidas.

Abundan las propuestas STEM-STEAM que aun con identidad propia, comparten como rasgo distintivo la promoción de la participación activa de los alumnos en la construcción de sus aprendizajes; un circuito discursivo en torno a un objeto físico concreto sobre el que se desarrollan las actividades, etc. También se comparte la idea de la función docente como un acompañante y orientador en la producción autónoma del conocimiento. Estas características de alguna manera comparten rasgos con las categorías *inductivista-tecnológica y aprendizaje espontáneo* de Porlan 1999.

En este sentido, aunque no necesariamente se organicen las actividades en torno al método científico, inevitablemente, subyace en una mirada epistemológica empiricista-lógica. Por tanto, no soportan las críticas que pesan sobre la fibra central de la Concepción Heredada dado que muchos de los conceptos científicos que se construirían en estos esquemas de enseñanza encuentran fundamento en enunciados observacionales y caen dentro de las restricciones metodológicas que se desprenden del problema de la inducción. En perspectiva cognitiva, subyace la idea de que las propiedades, nociones y leyes que explican un fenómeno, se revelarán por la interacción directa con el objeto. Creemos que la potencialidad didáctica de este tipo de propuestas es muy baja, aunque la clase pueda caracterizarse como entretenida, puede encerrar la trampa de un activismo escolar sofisticado.

Particularmente, utilizando las categorías de Kilpatrick 1918, elaborar un producto puede desencadenar discusiones al interior de una ZDP que active el aprendizaje a través de los mecanismos de la ley de doble formación y se puedan apropiar los modelos nociones y conceptos que explican un fenómeno para explicar explicar y actuar; o simplemente se puede construir un –sophisticado- objeto que soluciona un problema técnico. Por ejemplo, si el problema es realizar un bote para llevar mercaderías a la otra ribera, se podrá construir un bote autónomo, desconociendo completamente las condiciones de flotabilidad. También se podrá diseñar un bote con determinados materiales que favorezcan la flotabilidad en plena conciencia de las nociones que explican el fenómeno, desconociendo completamente el sistema de navegación autónoma que operará como una caja negra.

REFERENCIAS

- Araya Schulz; R (2016). *STEM y Modelamiento Matemático. Cuadernos de Investigación y Formación en Educación Matemática*. Costa Rica Vol. 11, pp 291-317. Costa Rica.
- Domènech-Casal, J (2018). *Aprendizaje Basado en Proyectos en el marco STEM. Componentes didácticas para la Competencia Científica Ápice*. Revista de Educación Científica, 2(2). <https://doi.org/10.17979/arec.2018.2.2.4524>
- Dussel, Inés. (2010). *VI Foro Latinoamericano de Educación; Educación y nuevas tecnologías: los desafíos pedagógicos ante el mundo digital*. 1a ed. - Buenos Aires, Argentina Santillana.
- Fullan, M. (1991). *The New Meaning of Educational Change*. Cassell.
- Furci, V.;Trinidad, O.; Dicosmo, C.; Peretti, L.; Ferrari, R.; (2018). *Actividades experimentales abiertas mediadas por tecnología Arduino como propuesta de formación docente en Física*. SIEF XIV Rafaela. Santa Fe. 2018
- García Cartagena, R (2017). *Actividades STEM en la formación inicial de profesores: nuevos enfoques didácticos para los desafíos del siglo XXI*. Revista Electrónica Diálogos Educativos Vol. 18.
- González E. (2017). *Coordinadora. Preparando a Chile para la sociedad del conocimiento. Hacia una coalición que impulse la educación STEAM Corfo*. Fundación Chile.
- Kilpatrick, W.E. (1918). *The Project Method: the use of the purposeful act in the educative process*. New York: Teachers college, Columbia University.
- Nassif, R; Rama, G; Tedesco, J. (1984). *El sistema Educativo en América Latina*. UNESCO, CEPAL, PNUD, Kapeluz.
- Mellado Jimenez, V. (2003). *Cambio didáctico del profesorado de ciencias experimentales y filosofía de la ciencia*. Enseñanza de las Ciencias 21, 343-358.
- Porlan, R. (1999). *Hacia un modelo de enseñanza-aprendizaje de las ciencias por investigación*. En Enseñar Ciencias Naturales Fumagalli Kaufman compiladoras. Capítulo 1 Paidós.
- Sánchez Blanco, G; Valcárcel Pérez, Ma (2000). *¿Qué tienen en cuenta los profesores cuando seleccionan el contenido de enseñanza? Cambios y dificultades detrás de un programa de formación*. Enseñanza de las ciencias 18, 423-437.