

INFORME FINAL

PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN 2019-2021 TIPO 1- 4

GUÍA/MODELO PRESENTACIÓN

1. Datos del Proyecto

Periodo a Informar: desde **01/01/2019 al 31/12/2021**.

Código SIIP: **T003 (aprobado por resolución N° 3922/2019-R)**

Título del Proyecto: ***"STEAM un nuevo enfoque didáctico para la formación científica de alumnos pertenecientes a carreras del área de las ciencias exactas, y para afrontar los desafíos del siglo XXI"***

Director/a: **Silvina Manganelli**

Codirector/a: **Luis Chiaramonte**

Objetivos: generales, específicos y grado de cumplimiento alcanzado en el período indicado.

Objetivo General

Demostrar a través de una investigación exhaustiva dentro del campo de la didáctica de las ciencias experimentales y de una experiencia con alumnos, la relevancia de utilizar un nuevo enfoque educativo, STEAM, como metodología esencial para la formación científica de alumnos pertenecientes a carreras del área de las ciencias exactas y para afrontar los desafíos del siglo XXI.

Objetivo Específicos

1. Realizar un estudio y análisis profundo del estado del arte extensivo sobre el enfoque educativo STEAM. [100%]

Respecto a la definición del concepto se pudo constatar que existe una multitud de definiciones de educación STEM adoptadas en el plano académico. No obstante, persisten dudas en cuanto a sus fundamentos, naturaleza e implementación.

Sin embargo después de realizar un análisis exhaustivo de los modelos sobre educación STEM propuesto desde la investigación educativa, se logró aportar un modelo de educación STEM válido, sustentado en aquellos elementos comunes a los marcos de referencia analizados.

De esta manera podemos considerar o definir la educación STEM, como un enfoque educativo que integra conocimientos y/o habilidades de varias disciplinas implicadas en el acrónimo, orientado a la resolución de problemas y contextualizado en situaciones con diferentes niveles de realidad y autenticidad (Aguilera et al., 2021).

Respecto a los objetivos que persigue este enfoque educativo, los resultados de una revisión sistemática sobre educación STEM, muestra que son tanto de naturaleza política como educativa.

	NATURALEZA	OBJETIVOS
	POLÍTICA	Incrementar la competitividad económica y científico-tecnológica (Chu et al., 2019; Kelley y Knowles, 2016).
EDUCATIVA	PERSPECTIVA SOCIAL	Desarrollar estudiantes capaces de participar críticamente en un mundo altamente tecnológico y globalizado (Chu et al., 2019; Kim, 2016; Quigley et al., 2017). Introducir en las escuelas las habilidades y los conocimientos que son cada vez más importantes para las condiciones laborales actuales (Basham et al., 2010; Quigley et al., 2017).
	PERSPECTIVA ACADÉMICA	Despertar interés hacia estas disciplinas (Chu et al., 2019). Comprender y aplicar de manera integrada la Ciencia, la Tecnología, la Ingeniería y las Matemáticas (Tsai et al., 2018). Mejorar el rendimiento de los estudiantes en Ciencias, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas (Basham et al., 2010)

Los seis modelos de educación STEM analizados establecen una amplia gama de objetivos para este enfoque educativo, de naturaleza política y/o educativa y, a su vez, dentro de esta última con perspectivas diferentes.

Respecto a los objetivos políticos, dos de los modelos analizados señalan el incremento de la competitividad económica de los países. En cuanto a los enmarcados en el ámbito educativo, se ha distinguido entre aquellos con una perspectiva social y los de carácter académico. La mayoría de los modelos analizados inciden en objetivos de la educación STEM orientados a la adecuación del currículum a las condiciones laborales y a las características de la sociedad actual, así como los centrados en desarrollar estudiantes capaces de participar críticamente en un mundo altamente tecnológico y

globalizado. Estas metas son las únicas que alcanzan cierto grado de consenso entre los modelos analizados.

Por otro lado, desde otra visión (Toma, García; 2021), el movimiento STEM ha puesto sobre la mesa la necesidad de una educación científico-tecnológica menos encasillada, que establezca relaciones entre los contenidos y procedimientos de diferentes materias curriculares, a fin de dotarlos de utilidad y relevancia para el alumnado. Sin embargo, muchas propuestas por la prisa de sumarse a este movimiento, y la falta de visión crítica, dejan posicionado al enfoque STEM como algo puramente ideológico que hace referencia a una educación científico-tecnológica supuestamente adaptada a los nuevos tiempos.

Por tanto, para promover una educación STEM auténtica habría, en primer lugar, que articular aquellos fundamentos teóricos y pedagógicos que la hagan factible. En segundo lugar, habría que emprender investigaciones didácticas que arrojen pruebas y conclusiones de su implementación en las aulas, con vistas a determinar fortalezas, debilidades y aspectos a mejorar. En toda esta tarea investigativa, puede ser sugerente intentar responder a preguntas como: si STEM es la demanda de una educación integrada, ¿qué implica realmente integrar en este caso? ¿Cómo se ha de hacer, tratando de que esa integración dé un resultado sinérgico? ¿Hasta qué punto los estudiantes poseen suficientes conocimientos y destrezas para que esta integración sea significativa y no meramente anecdótica? ¿En qué medida el profesorado en activo posee un adecuado CDC (conocimiento didáctico del contenido para una enseñanza STEAM) para llevar a cabo la integración que demanda el enfoque STEM? ¿En qué medida y de qué manera se está abordando la integración curricular en los planes de formación de futuros docentes? ¿Cómo se puede formar efectivamente al profesorado para un enfoque STEM?; entre muchas otras preguntas. En definitiva, son muchos los aspectos relativos a STEM que aún requieren de una profunda reflexión y debate.

Referencias

Aguilera, D., Lupiáñez Gómez, J.L., Perales Palacios, J., y Vílchez González, J.M. (2021). (Qué es la Educación STEM? Definición basada en la revisión de la literatura. Actas de los 29 Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Córdoba y APICE.

Aguilera, D; Morales, D; Lupiáñez, José; Vílchez González, J; Perales, F. (2021). Objetivos de la educación STEM. Revisión Sistemática. XI Congreso Internacional sobre Investigación en la Didáctica de las Ciencias. 1939-1941. Lisboa: Enseñanza de las Ciencias. Recuperado de : <https://congresoenseciencias.org/actas/>

Basham, J. D., Israel, M., & Maynard, K. (2010). An ecological model of STEM education: Operationalizing STEM for all. *Journal of Special Education Technology*, 25(3), 9-19.

Chu, H.E., Martin, S.N., y Park, J. (2019). A theoretical framework for developing an intercultural STEAM program for Australian and Korean students to enhance science teaching and learning. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 1 Z(7), 1251-1266.

Kelley, T.R., y Knowles, J.G. (2016). A conceptual framework for integrated STEM education. *International Journal of STEM Education*, 3(1), 1-11.

Kim, P.W. (2016). The Wheel Model of STEAM Education Based on Traditional Korean Scientific Contents.

Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education, 72(9), 2353-2371.

Quigley, C.F., Herro, D., & Jamil, F.M. (2017). Developing a conceptual model of STEAM teaching practices. *School Science and Mathematics Education*, 117(1-2), 1-12.

Tsai, H.Y., Chung, C.C., & Lou, S.J. (2017). Construction and development of a STEM learning model. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 14(1), 15-32.

Toma, Radu Bogdan; García-Carmona, Antonio. «“De STEM nos gusta todo menos STEM”. Análisis crítico de una tendencia educativa de moda». *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, [en línea], 2021, Vol. 39, n.º 1, pp. 65-80, <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.3093> [Consulta: 22-01-2022].

2. Realizar una investigación exhaustiva dentro del campo de la didáctica de las ciencias con foco en la didáctica de las ciencias experimentales, ventajas y desventajas de cada estrategia. [100%]

La realidad docente muestra cómo la metodología que aplican la mayoría de los profesores en el aula, está bastante alejada de una enseñanza de las Ciencias basada en un enfoque por investigación, probablemente porque, como se ha indicado, una parte fundamental del currículo se centra en transmitir ideas de la ciencia, sin incorporar ideas sobre la ciencia, relativas a cómo se ha obtenido ese conocimiento (Fernández-López, 2011).

Son pocas las ocasiones en las que los profesores proponen a los alumnos actividades de indagación verdaderas (Tamir y García, 1992), es decir, trabajos de investigación con un nivel de dificultad alto en los que la indagación esté totalmente abierta, y en los que sea el propio estudiante el que dirige todo el proceso, desde el planteamiento de interrogantes y la elección de los métodos para dar respuesta al problema, hasta la recolección de datos y su posterior análisis (Bell, Maeng y Peters, 2010).

PISA utiliza el enfoque de competencia en las tres áreas de evaluación en las que se aplica: lectura, matemáticas y ciencias. En el caso de las ciencias, el empleo del término competencia científica en lugar del término ciencia, “pone de relieve la importancia que concede la evaluación PISA a la aplicación del conocimiento científico al contexto de las situaciones vitales, a la vez que se contrapone a la mera reproducción del conocimiento científico que caracteriza a la ciencia escolar” (OCDE, 2006, p.23). Debido entre otros factores a la influencia de estos programas, el enfoque de las competencias clave se ha extendido rápidamente en los sistemas educativos (De Boer, 2011), entre ellos a los del sistema educativo español (MEC, 2006 y 2007).

Desde hace más de una década, las propuestas de la OCDE (2002) y posteriormente de la Unión Europea (UE, 2006) aconsejaron un nuevo enfoque de enseñanza-aprendizaje basado en competencias que rápidamente se extendió a los diferentes sistemas educativos europeos, entre ellos el de España. Este enfoque presta especial atención al desarrollo de competencias clave en los estudiantes (OCDE, 2009), entendiéndose estas como una combinación de conocimientos, habilidades y actitudes apropiadas para desenvolverse adecuadamente en distintos contextos de la vida diaria (UE, 2006). Entre estas competencias clave y dentro del currículo español (MEC, 2007) se encuentra la denominada competencia en el conocimiento y la interacción con el mundo físico y natural, en adelante competencia científica.

El enfoque de las competencias constituye, sin duda, una nueva oportunidad para dar respuestas colectivas a los problemas de enseñanza-aprendizaje de las Ciencias (Pro, 2011) y para la mejora de las clases de ciencias (Jiménez-Aleixandre, 2009). Asimismo presenta una nueva ocasión para extender unas prácticas hasta ahora minoritarias, y para hacer una reflexión sobre la manera en la que estamos ejerciendo la profesión docente (Sanmartí, 2010). En definitiva, se trata de una situación ideal para orientar la enseñanza de las Ciencias hacia propuestas que emanan de las innovaciones e investigaciones educativas y contribuir, de esta forma, a su consolidación (Vilches y Gil, 2010).

Desde la enseñanza de las Ciencias se han planteado diferentes enfoques para caracterizar la competencia científica, entre las que destacan la propuesta de PISA en el marco de la evaluación (OCDE, 2006) (identificación de cuestiones científicas, explicación científica de fenómenos y utilización de pruebas científicas), la aportación del Ministerio de Educación (MEC, 2006, 2007) o de las distintas comunidades autónomas en los currículos de primaria y secundaria, o el enfoque reciente de Pedrinaci y Cañal (Pedrinaci et al., 2012; Cañal, 2012) que considera cuatro dimensiones de la competencia científica (conceptual, metodológica, actitudinal e integrada).

En todas estas aportaciones, de alguna manera se cree conveniente que los estudiantes desarrollen algunas capacidades relacionadas con la investigación en el contexto escolar, como propone de una manera más directa la dimensión metodológica del enfoque de Pedrinaci y Cañal (Pedrinaci et al., 2012; Cañal, 2012).

En este sentido, el objetivo de la enseñanza-aprendizaje por investigación es acercar al estudiante al contexto en el que trabajan los científicos. En este punto se debe distinguir entre la investigación que se realiza en la «ciencia de los científicos» y en el ámbito escolar. Mientras en el primer caso los científicos abordan problemas que no se han resuelto, en el contexto escolar las investigaciones que se plantean a los alumnos son problemas dirigidos de los que los docentes conocen sus posibles soluciones y el marco teórico en el que se sustentan. A pesar de ello, la investigación en el medio escolar, centrada en el alumno con un papel activo en el aprendizaje, es compatible y adecuada dentro de un marco constructivista. Debemos indicar que la conveniencia de orientar el aprendizaje de las Ciencias a través de la investigación en la escuela y de situaciones problemáticas ha sido un tópico resaltado por diferentes autores (Gil, 1986; 1993; Burbules y Linn, 1991; Wheatley, 1991; Belmonte, 2011; Caamaño, 2012; Franco-Mariscal, 2015), incluso desde mucho antes de la aparición del marco de las competencias.

Sin duda, la indagación, entendida como las estrategias de enseñanza-aprendizaje que permiten aprender Ciencia a partir de la realización de investigaciones que aporten evidencias experimentales con la finalidad de promover la génesis y la

evolución del conocimiento científico escolar, se considera hoy día una de las líneas de investigación más fructíferas y debatidas en Didáctica de las ciencias.

Según Ferrés, Marbà y Sanmartí (2015), la utilización de la indagación en las actividades escolares puede constituir un elemento de innovación y progreso hacia modelos de Didáctica de las ciencias no centrados exclusivamente en la transmisión de conocimientos, y que persiguen los objetivos del enfoque competencial de la enseñanza.

Enfoque competencial

Se han realizado diversas aportaciones que han analizado el concepto de competencia en el ámbito de la didáctica de las ciencias, las cuales han identificado algunos factores clave para su desarrollo desde la enseñanza de las ciencias.

La didáctica de las ciencias cuenta con áreas de investigación muy desarrolladas sobre la naturaleza de la ciencia, la modelización y sobre la argumentación, que están claramente relacionadas con las tres competencias científicas seleccionadas por PISA en la evaluación de 2006 y 2009: identificar cuestiones científicas (I), explicar fenómenos científicamente (E) (McNeill y Krajick, 2008) y uso de pruebas (U) (Jiménez-Aleixandre, 2010). Estas competencias científicas pueden entenderse como importantes herramientas que nos ayudan a plantearnos problemas y tomar decisiones sobre múltiples cuestiones relacionadas con la ciencia y la tecnología -cuestiones CTS- que forman parte de la vida de los estudiantes y de la sociedad de la que serán futuros ciudadanos (Fensham, 2009).

Si bien esto sucede en el ámbito de la investigación e innovación en didáctica de las ciencias, no se puede decir lo mismo en el ámbito de la práctica educativa, ya que existe, una gran distancia entre la investigación e innovación educativas y la práctica real en las aulas (Cañas, Martín-Díaz y Nieda, 2007)

La enseñanza basada en competencias hace que el objetivo prioritario no sea la acumulación de datos e informaciones por el estudiante, sino “que construya ideas, modelos mentales y teorías contrastadas que le permitan buscar, seleccionar y utilizar el inagotable volumen de datos acumulado en las redes de información para interpretar e intervenir de la mejor manera posible en la realidad.” (Pérez Gómez, 2008). En este sentido, aspectos importantes a tener en cuenta para el desarrollo de la competencia científica son los siguientes: la contextualización de los aprendizajes; la abstracción de modelos interpretativos y la capacitación para actuar (Sanmartí, 2008)

Con respecto a la contextualización, hay que tener en cuenta que la calidad del aprendizaje depende en gran medida de los contextos de aprendizaje, por ello, los contextos (reales) y las interacciones que fomentan la autoestima de los estudiantes son el mejor soporte para el aprendizaje relevante (Pérez-Gómez, 2008). El aprendizaje significativo de conceptos, ideas y principios tienen que situarse en la práctica de la vida real donde adquieren funcionalidad.

Las situaciones reales y los problemas auténticos implican fenómenos complejos que requieren aproximaciones interdisciplinarias, científicas, técnicas, éticas y artísticas. Las situaciones del mundo real planteadas como contextos, incluyen problemas que pueden afectar al ser humano en tres niveles (Gutiérrez; 2006):

- Como individuos (por ejemplo, la alimentación o el empleo de la energía).
- Como miembros de una comunidad local (por ejemplo, el tratamiento del agua o la ubicación de una central eléctrica).
- Como ciudadanos del mundo (por ejemplo, el calentamiento global, o la disminución de la biodiversidad)

Todo esto implica, desde el punto de vista didáctico, la necesidad de partir del análisis de situaciones relevantes en el entorno del alumnado (Sanmartí, 2008). Las actividades de enseñanza y aprendizaje deben tener sentido, en tareas auténticas sobre situaciones y contextos reales, auténticos, de actualidad en la vida cotidiana, que será necesario analizar, comprender, valorar y mejorar.

Referencias

Bell, R.; MAENG, J. Y PETERS, E. (2010). VMSC Scientific Inquiry and NOS Task Force Report. Virginia.

Belmonte, M. (2011). Enseñar a investigar. Libro del profesorado. Bilbao: Mensajero.

Burbules, N. Y LINN, M. (1991). Science education and philosophy of science: congruence or contradiction? International Journal of Science Education, 13(3), pp. 227-241. <http://dx.doi.org/10.1080/0950069910130302>

CAAMAÑO, A. (2012). ¿Cómo introducir la indagación en el aula? Alambique. Didáctica de Las Ciencias Experimentales, 70, pp. 83-91.

Cañas, A.; Martín-Díaz, M. Y Nieda, J. (2007). Competencia en el conocimiento y la interacción con el mundo físico. La competencia científica. Madrid: Alianza Editorial

De Boer, a., jan pijl, s., & minnaert, A. (2011): Regular primary schoolteachers' attitudes towards inclusive education: a review of the literature. International Journal of Inclusive Education, 15 (3), 331-353.

Fensham, P. (2009). Real world contexts in PISA science: implications for contextbased science education. Journal of Research in Science Teaching, 46 (8), 884-896

Fernández-lópez, L. (coord.) (2011). Los proyectos de investigación del alumnado y las competencias básicas y científicas.

En Cuaderno de indagación en el aula y competencia científica. Madrid: Ministerio de Educación.

Ferrés, c.; marbà, a. y sanmartí, N. (2015). Trabajos de indagación de los alumnos: Instrumentos de evaluación e identificación de dificultades. Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 12(1), pp. 22-37

Franco-mariscal, A. J. (2015). Investigación con helados para caracterizar las propiedades de la materia. Alambique, Didáctica de las Ciencias Experimentales, 80, pp. 73-82.

Gil, D. (1986). La metodología científica y la enseñanza de las ciencias. Unas relaciones controvertidas. Enseñanza de las Ciencias, 4(2), pp. 111-121.

Gutiérrez, A. (2006). PISA y la evaluación de la alfabetización científica. Revista de Investigación en la Escuela, 60, 65-77.

Jiménez-aleixandre, M. P. (2009). Competencia científica: poner en práctica los saberes de ciencias.

Jiménez-alexandre, M.P. (2010). Competencias en argumentación y uso de pruebas. Barcelona: Graó. McNeill, K y Krajick, J. (2008). Teacher instructional practices to support students writing scientific explanations. In Luft, J. Gess-Newsome, J y Bell, R. (Eds.) Science as inquiry in the secondary setting, Washington DC: National Science Foundation

MEC, Ministerio de Educación y Ciencia (2006). Real Decreto 1513/2006, de 7 de diciembre, por el que se establecen las enseñanzas mínimas correspondientes a la Educación Primaria (BOE núm. 293, 8 de diciembre de 2006).

MEC, Ministerio de Educación y Ciencia (2007). Real Decreto 1631/2006, de 26 de diciembre, por el que se establecen las enseñanzas mínimas correspondientes a la Educación Secundaria Obligatoria (BOE núm. 5, 5 de enero de 2007).

OCDE (2002). Definition and Selection of Competences (DeSeCo): theoretical and conceptual foundations. OCDE: París. Disponible en línea: <<http://www.deseco.admin.ch/bfs/deseco/en/index/02.html>> (consulta: 30-03-15).

OCDE (2006). PISA 2006. Marco de la evaluación, conocimientos y habilidades en ciencias, matemáticas y lectura. Madrid: Santillana.

OCDE (2009). PISA 2009. Assessment framework. Key competencies in reading, mathematics and science.

Disponible en línea: <www.oecd.org/dataoecd/11/40/44455820.pdf> (consulta: 30-03-15).

Pedrinaci, E.; Caamaño, A.; Cañal, P. y Pro, A. (2012). La evaluación de la competencia científica requiere nuevas formas de evaluar los aprendizajes. En Pedrinaci, E. (coord.). 11 ideas clave: El desarrollo de la competencia científica. Barcelona: Graó, cap. 11, pp. 241-267

Pérez gómez, A. (2008) ¿Competencias o pensamiento práctico? La construcción de los significados de representación y de acción. En GIMENO, J. (Comp.). Educar por competencias, ¿qué hay de nuevo? (88-95). Madrid: Morata.

Pro, A. (2011). Conocimiento científico, ciencia escolar y enseñanza de las ciencias en la educación secundaria. EN Caamaño, A. (coord.). Didáctica de la Física y la Química. Barcelona: Graó-Me, pp. 13-33.

Sanmartí, N. (2008). ¿Qué comporta desarrollar la competencia científica? Guix, 334, 11-16. Presentación del monográfico sobre competencia científica. Aula de Innovación Educativa, 186, p. 6. Sanmartí, N. (2010). Competencias: ¿más burocracia o un constructo útil? II Congreso Internacional de Didácticas. La actividad del docente: Intervención, innovación, investigación. Girona, Febrero 2010, pp. 51-66.

Tamir, P. Y García, M. (1992). Características de los ejercicios de prácticas de laboratorio incluidos en los libros de texto de ciencias utilizados en Cataluña. Enseñanza de las Ciencias, 10(1), pp. 3-12. UE, Unión Europea (2006). Recommendation 2006/962/EC of the European Parliament and of the Council, of 18 December, on key competences for lifelong learning. Brussels. Disponible en línea:

<<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32006H0962&from=EN>> (consulta: 26-12-14)

Vilches, A. Y Gil, D. (2010). El programa PISA: un instrumento para la mejora del proceso de enseñanza-aprendizaje. Revista Iberoamericana de Educación, 53, pp. 121-154.

Wheatley, G. H. (1991). Constructivist perspectives on Science and Mathematics learning. Science Education, 75(1), pp. 9-21. <http://dx.doi.org/10.1002/sce.3730750103>

3. Enunciar y analizar cuáles deben ser las competencias científicas necesarias en los alumnos de ciclo básico de carreras pertenecientes al área de las ciencias exactas. [100%]

Las competencias además de un ser, de un saber hacer, es un hacer sabiendo, soportado en múltiples conocimientos que vamos adquiriendo en el transcurso de la vida; es la utilización flexible e inteligente de los conocimientos que poseemos, lo que nos hace competentes frente a tareas específicas.

Todo proceso de “conocer” se traduce en un “saber”, es decir la competencia posee una doble implicación, ya que el hacer

implica un saber y el saber permite hacer.

La competencia científica es la habilidad para interactuar con cuestiones relacionadas con la ciencia y con las ideas de la ciencia, como un ciudadano reflexivo.

El concepto de competencia científica, relaciona los conocimientos de la ciencia y el manejo de la tecnología basada en la ciencia, aunque estas difieren en sus procesos, fines y productos. La tecnología, por ejemplo, busca soluciones óptimas a una problemática de la sociedad, mientras que la ciencia busca respuestas a preguntas específicas sobre el mundo natural y material.

Por otra parte, los nuevos conocimientos científicos conducen al desarrollo de las nuevas tecnologías, y las nuevas tecnologías pueden conducir a nuevos conocimientos científicos (OCDE, 2017). Esta mirada complementaria entre ciencia y tecnología permite la integración de dispositivos electrónicos, aplicaciones móviles y páginas web para la gestión y desarrollo de proyectos. De esta manera, y con ayuda de la tecnología, los docentes optimizan su práctica, ya que implementan estrategias para la estimulación del pensamiento tecnológico y científico en los estudiantes.

Se considera que estas competencias son muy importantes para comprender y funcionar bien en un mundo, cada vez más diverso e interconectado, en el que las personas necesitamos dominar las tecnologías cambiantes y movernos entre enormes cantidades de información.

Cómo se mencionó anteriormente PISA utiliza el enfoque de competencia en las tres áreas de evaluación en las que se aplica: lectura, matemáticas y ciencias. En el caso de las ciencias, el empleo del término competencia científica en lugar del término ciencia, “pone de relieve la importancia que concede la evaluación PISA a la aplicación del conocimiento científico al contexto de las situaciones vitales.

En la actualidad, podemos observar diversos enfoques de la competencia científica. El modelo de la evaluación de ciencias en PISA, a partir de 2006, está formado por cuatro elementos: contextos, competencias, contenidos y actitudes, relacionados entre sí. El aspecto central de este modelo lo constituyen los tres grupos de competencias definidas: identificación de cuestiones científicas, explicación científica de fenómenos y utilización de pruebas científicas (OCDE, 2006).

En PISA 2006, la competencia científica se define de la siguiente forma:

“La capacidad de emplear el conocimiento científico para identificar problemas, adquirir nuevos conocimientos, explicar fenómenos científicos y extraer conclusiones basadas en pruebas sobre cuestiones relacionadas con la ciencia. Además, permite la comprensión de los rasgos característicos de la ciencia, entendida como un método del conocimiento y la investigación humanas, la percepción del modo en que la ciencia y la tecnología conforman nuestro entorno material, intelectual y cultural, y la disposición a implicarse en asuntos relacionados con la ciencia y con las ideas sobre la ciencia como un ciudadano reflexivo”. (OCDE, 2006, pág. 23).

El desarrollo de estas competencias no puede hacerse aisladamente, sino que requiere el uso integrado de conocimientos y ciertas actitudes y valores: “La capacidad de un alumno para poner en práctica sus competencias científicas conlleva necesariamente el conocimiento de la ciencia, así como la comprensión de los rasgos propios de la ciencia, entendida como un método para adquirir conocimientos (esto es, el conocimiento acerca de la ciencia)... la disposición a ejercitar estas competencias concretas depende de las actitudes del individuo hacia las ciencias y de su disposición a implicarse en cuestiones relacionadas con las ciencias” (OCDE, 2006, p.25-26).

Pedrinaci y Cañal (Pedrinaci et al., 2012; Cañal, 2012) han presentado una definición global de competencia científica como un conjunto integrado de capacidades personales para utilizar el conocimiento científico con el fin de: a) describir, explicar y predecir fenómenos naturales; b) comprender los rasgos característicos de la ciencia; c) formular e investigar problemas e hipótesis; y d) documentarse, argumentar y tomar decisiones personales y sociales sobre el mundo natural y los cambios que la actividad humana genera en él. Para estos autores, la competencia científica implica el dominio de conocimientos teóricos, conocimientos prácticos (destrezas) y actitudes, pero de una manera integrada, no como suma de pequeñas subcompetencias de uno u otro tipo.

Blanco, España, González y Franco (2015) en un estudio Delphi sobre aspectos importantes de la competencia científica deseable para la ciudadana, pusieron de manifiesto el consenso sobre los siguientes cinco aspectos:

- Actitud / espíritu crítico
- Responsabilidad individual
- Capacidad para buscar, analizar, sintetizar y comunicar la información
- Capacidad de razonamiento, análisis interpretación y argumentación en torno a
- fenómenos y a conocimientos científicos

- Capacidad de trabajo en equipo

Comparando los enfoques descritos de cómo entender la competencia científica se puede concluir identificando algunos aspectos comunes que caracterizan a este concepto y que pueden considerarse como los rasgos distintivos del mismo:

- Capacidad para aplicar el conocimiento científico a problemas y situaciones de la vida.
- Comprensión de los rasgos característicos de la ciencia.
- Comprensión de la influencia de la ciencia y la tecnología en diferentes contextos de nuestras vidas.
- Disposición a implicarse, de forma individual y colectiva, en asuntos relacionados con la ciencia y la tecnología y a tomar decisiones con iniciativa y autonomía personal

Referencias

BLANCO, A.; ESPAÑA, E., GONZÁLEZ, F. y FRANCO, A. (2015). Key Aspects of Scientific Competence for Citizenship: A Delphi study of the Expert Community in Spain.

Journal of Research in Science Teaching, 52(2), 164-198

OCDE (2006). PISA 2006. Marco de la Evaluación. Conocimientos y habilidades en Ciencias, Matemáticas y Lectura. Madrid: Santillana.

OECD (2017), PISA 2015 Results (Volume III): Students' Well-Being, OECD Publishing, Paris,

<http://dx.doi.org/10.1787/9789264273856-en>

PEDRINACI, E. (2012a). El ejercicio de una ciudadanía responsable exige disponer de cierta competencia científica. En E. PEDRINACI (coord.). 11 ideas clave. El desarrollo de la competencia científica. Barcelona: Graó.

PEDRINACI, E. (2012b). La noción de competencia científica proporciona criterios para seleccionar, enseñar y evaluar los conocimientos básicos. En E. PEDRINACI (coord.). 11 ideas clave. El desarrollo de la competencia científica. Barcelona: Graó.

4. Identificar y seleccionar aquellas estrategias que sirvan de acompañamiento a este nuevo enfoque educativo propuesto STEAM, durante el desarrollo e implementación del proyecto. [100%]

La combinación apropiada de diversos métodos como son el aprendizaje por proyectos, las simulaciones, los análisis de casos, las investigaciones, la resolución de problemas, la Indagación, el aprendizaje por contextos, etc, métodos muy alejados de la clase "magistral"... (Zabala 2009b), para atender a la diversidad de personas, situaciones y ámbitos de conocimiento, esta pluralidad y flexibilidad metodológicas sería acertada para una enseñanza basada en el desarrollo de competencias (Blanco, Lupión; 2015)

Algunas de las estrategias didácticas adecuadas para el desarrollo de competencias que se han propuestos son las siguientes:

- Tener en cuenta las necesidades e intereses de los estudiantes y su ritmo de desarrollo y aprendizaje al planificar las actividades.
- Promover la autonomía en el aprendizaje (aprendizaje personalizado) facilitando que los estudiantes desarrollen consistentemente sus propias formas de ver las situaciones y problemas, asumiendo la responsabilidad de su aprendizaje, con la consiguiente toma de decisiones (Pérez-Gómez, 2008).
- Tratar el conocimiento de forma que se evite el dogmatismo y las afirmaciones acríticas.
- Primero las vivencias y después las formalizaciones. Para resaltar el valor operativo de las actividades para entender los problemas y actuar sobre ellos serán necesarias ejemplificaciones ilustrativas aplicadas a la vida diaria.
- Primacía de la actividad como proceso activo (del estudiante) de indagación, de investigación y de intervención.
- Plantear problemas que pongan a los estudiantes en situaciones de desafío, evitando lo obvio y se vean en la necesidad de buscar el conocimiento adecuado y relevante para identificarlas, entenderlas y afrontarlas.
- Facilitar que los estudiantes puedan plantear nuevas propuestas, problemas, informaciones y focos de interés.
- Desarrollar la capacidad de leer críticamente la información y de escribir de manera argumentada.
- La cooperación como estrategia, tanto para los componentes cognitivos como para los emotivos y actitudinales. Los problemas reales pocas veces se resuelven por individuos aislados. También será clave poner atención al clima social y a las interacciones emocionales.
- Crear ambientes de aprendizaje que favorezcan la comunicación y el contraste de ideas: exposiciones de trabajos, debates, etc.
- Utilizar como recursos didácticos los medios que los alumnos manejan en la vida diaria para interactuar con sus amigos: videojuegos, mensajes sms, redes sociales, etc. El peso de la información no formal a través de las nuevas tecnologías de la información y de la comunicación será cada vez mayor (Elzo, 2009).

Además el aprendizaje a través del modelo educativo STEAM permite que los alumnos interioricen aspectos relacionados con el pensamiento computacional, la cultura maker y lo hagan además de una manera lúdica, transversal y progresiva. El trabajo por proyectos ayuda a los alumnos a pensar, a que puedan organizarse y les pone retos que deben superar

utilizando su ingenio, ya sea de manera individual o en un grupo de trabajo (García, 2020).

Aprendizaje por proyectos

Es una metodología activa de enseñanza-aprendizaje, que implica la planeación, implementación, evaluación y difusión de proyectos, aplicando principios de la investigación para dar respuesta a desafíos planteados en el contexto de la comunidad educativa.

También se la puede definir como una metodología activa que aplica principios de la investigación en la resolución de problemas nuevos, trabajados desde la motivación y el desarrollo de actividades de indagación y análisis.

La enseñanza y el aprendizaje de las ciencias sustentadas en un modelo de aprendizaje por investigación permite a estudiantes y docentes aproximarse al conocimiento de la misma manera que lo hacen los científicos. Además las competencias científicas se potencian cuando docentes y estudiantes abordan el conocimiento desde la perspectiva de un proyecto de investigación en donde interactúan con situaciones inherentes al ambiente científico (García, Ladino 2008)

En el Aprendizaje Basado en Proyectos, el producto final, aunque es la pieza clave para la difusión, no se sobrevalora por encima del proceso. Puede ser físico o digital, desarrollado por los agrupamientos creados, o por el equipo de estudiantes en su totalidad.

Esta etapa aporta a la consolidación de competencias científicas cuando se integra la metodología STEM o STEAM.

Aplicada en el aula, la metodología STEAM se podría enmarcar dentro del aprendizaje basado en problemas o proyectos (ABP), con la particularidad de que la solución del problema planteado suele ser un objeto tecnológico (un dispositivo, un programa, etc.).

La Enseñanza de las Ciencias Basada en la Indagación

La enseñanza de las ciencias basada en la indagación (ECBI) propone que el alumnado aprenda ciencias emulando el proceso investigativo que sigue la ciencia para crear conocimiento: formular una pregunta investigable, diseñar experimentos y/o recoger y analizar datos, sacar conclusiones de datos, formular una explicación.

Las propuestas educativas STEAM utilizan la indagación como estrategia pedagógica y didáctica. La indagación es una práctica que se acerca más a la forma en la que la ciencia y la tecnología se desarrollan.

Se considera indagación a todo el proceso que implica el trabajo profesional científico. Por otro lado, también se denomina indagación al proceso de investigación vivido por una persona, a través del cual busca soluciones a un problema en un ambiente de aprendizaje por medio del cual desarrolla aspectos propios de la práctica científica, sean estos conocimientos, actitudes o habilidades (NRC, 1996).

La enseñanza y el aprendizaje de las ciencias orientada desde la indagación, resultan ser un enfoque pedagógico que tiene en cuenta la forma en que los estudiantes construyen progresivamente sus ideas científicas, desde el desarrollo de habilidades que hacen parte de la dinámica científica como: formular preguntas, plantear y ejecutar una metodología de investigación, analizar los resultados, concluir y abrir espacios de discusión y socialización (IAP, 2010). De esta forma, podemos ubicar a Indagación como un enfoque necesario para que los estudiantes lleguen a las metas de la enseñanza y aprendizaje en la Educación STEAM, y es esencial para que el estudiante se acerque de forma acertada hacia al cumplimiento de los objetivos previstos en la alfabetización científica y el desarrollo del pensamiento crítico.

Enseñanza basada en competencias y el aprendizaje por contextos

La enseñanza basada en competencias señala que los aspectos importantes a tener en cuenta para el desarrollo de la competencia científica son los siguientes: la contextualización de los aprendizajes; la abstracción de modelos interpretativos y la capacitación para actuar (Sanmartí, 2008). Con respecto a la contextualización, la calidad del aprendizaje depende en gran medida de los contextos de aprendizaje, por ello, los contextos (reales) y las interacciones que fomentan la autoestima de los estudiantes son el mejor soporte para el aprendizaje relevante (Pérez-Gómez, 2008). El aprendizaje significativo de conceptos, ideas y principios tienen que situarse en la práctica de la vida real donde adquieren funcionalidad. Las situaciones reales y los problemas auténticos implican fenómenos complejos que requieren aproximaciones interdisciplinarias, científicas, técnicas, éticas y artísticas. Las situaciones del mundo real planteadas como contextos, incluyen problemas que pueden afectarnos a tres niveles (Gutiérrez; 2006):

- Como individuos (por ejemplo, la alimentación o el empleo de la energía).
- Como miembros de una comunidad local (por ejemplo, el tratamiento del agua o la ubicación de una central eléctrica).
- Como ciudadanos del mundo (por ejemplo, el calentamiento global, o la disminución de la biodiversidad)

Todo esto implica, desde el punto de vista didáctico, la necesidad de partir del análisis de situaciones relevantes en el entorno del alumnado (Sanmartí, 2008). Las actividades de enseñanza y aprendizaje deben tener sentido, en tareas auténticas sobre situaciones y contextos reales, auténticos, de actualidad en la vida cotidiana, que será necesario analizar, comprender, valorar y mejorar

El Movimiento Maker como estrategia de enseñanza aprendizaje

El énfasis del movimiento es aprender a través de la experiencia y aunque tiene como estandarte el concepto del hazlo tú mismo "DIY = Do It Yourself", promueve el trabajo en equipo, la obtención y producción de conocimiento en comunidad y

la anulación del individualismo en pro del hazlo con otros “DIWO = Do It With Others”.

La palabra ‘maker’ proviene del verbo inglés ‘to make’, cuya traducción al castellano es ‘hacer’. Este movimiento se define con un verbo porque su base es la práctica, el aprendizaje en acción. Se inspira en la cultura DIY (Do It Yourself, hágalo usted mismo). Una invitación a personas que no son profesionales o expertas en una técnica a la construcción de sus propios dispositivos e ideas.

El movimiento maker se ha desarrollado principalmente en espacios no educativos (FabLabs, laboratorios de fabricación), pero es creciente el interés por la aplicación de sus principios a la enseñanza de las STEAM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Artes y Matemáticas por sus siglas en inglés). Sin embargo, sus virtudes no residen en la incorporación de la tecnología en el aula, sino en la metodología y lo que varios autores denominan la mentalidad del maker (Dougherty, D. 2013).

Es una metodología activa, de instrucción no directa y centrada en el aprendiz, que se enmarca dentro de la teoría constructivista. Es decir, el estudiante es el protagonista de su propio aprendizaje, que sucede derivado su acción (learning by doing). El reformista educativo John Dewey señaló la importancia del uso de nuestras manos en el proceso de aprendizaje (Dougherty, 2012) y el valor de la indagación del aprendizaje activo (Dewey, 1938): “¿Cómo vamos a entender las respuestas si antes no nos hacemos las preguntas?”

El aprendizaje maker contribuye a trabajar las denominadas habilidades del siglo XXI: creatividad, colaboración, pensamiento crítico, iniciativa, etc. (Taylor, 2016).

El pensamiento computacional o programación como estrategia de enseñanza aprendizaje

El pensamiento computacional comprende un conjunto de habilidades y técnicas orientadas a la resolución de problemas que surgen del estudio de la naturaleza de la informática (Wing, 2006). El pensamiento computacional se puede trabajar de manera efectiva mediante la programación, ya que aprender a programar no sirve solo para aquellas personas que quieren trabajar de programadores informáticos, sino que es una gran herramienta de preparación para el futuro porque aprender a programar nos enseña a pensar y a resolver problemas de todo tipo.

El pensamiento computacional debería ser una habilidad más para enseñar a los niños, del mismo modo que les enseñamos las habilidades de leer o escribir. De hecho, las pruebas PISA 2021 ya incluirán preguntas para poner a prueba el pensamiento computacional de los alumnos; un aviso que nos indica la necesidad de repensar el sistema educativo y definir exactamente cómo tenemos que incluir el pensamiento computacional en el currículum de las escuelas, como han hecho otros países en los últimos años.

Son muchos los beneficios del pensamiento computacional, pero en resumidas cuentas podemos decir que nos ayuda a organizar y analizar la información de manera lógica y ordenada, a descomponer problemas grandes en problemas más pequeños para encontrar la mejor solución y resolverlos, trabajar la abstracción y reconocer patrones, así como trabajar el pensamiento algorítmico. Además, fomenta habilidades muy importantes para el futuro de cualquier persona que se pueden empezar a trabajar desde la infancia, como son el trabajo en equipo, la creatividad, la capacidad de resolver problemas, la resiliencia o la tolerancia a la frustración, entre otras.

La idea principal de la educación STEAM es encontrar los puntos que tienen en común estas materias para trabajarlas de manera conjunta y relacionar los contenidos de todas ellas. De este modo, a través de los proyectos STEAM podemos ofrecer herramientas a los niños para poder buscar, desde diferentes puntos de vista, soluciones para los problemas que se encuentren a lo largo de la vida. Y, como se mencionó, el pensamiento computacional es precisamente un conjunto de habilidades pensadas para capacitarnos para resolver cualquier tipo de problema.

El aprendizaje a través del modelo educativo STEAM permite que los alumnos interioricen aspectos relacionados con el pensamiento computacional, la robótica o la cultura maker, y lo hagan además de una manera lúdica, transversal y progresiva. El trabajo por proyectos ayuda a los alumnos a pensar, los obliga a organizarse y les pone retos que deben superar utilizando su ingenio, ya sea de manera individual o en un grupo de trabajo.

Referencias

Blanco A. y Lupión T. (eds.) (2015). La competencia científica en las aulas. Nueve propuestas didácticas.

Dewey, J. (1986, September). Experience and education. In The Educational Forum (Vol. 50, No. 3, pp. 241-252).

Dougherty, D. (2012). The maker movement. Innovations: Technology, governance, globalization, 7(3), 11-14.

Dougherty, D. (2013). The maker mindset. In Design, make, play (pp. 25-29).

García, C. (28 de setiembre de 2020). Educación STEAM: Introducción del pensamiento computacional en las aulas. Santiago de Compostela: Andavira Editora Recuperado el 17 de enero de 2022

García, G., & Ladino, Y. (2008). Desarrollo de competencias científicas a través de una estrategia de enseñanza y aprendizaje por investigación. Studiositas, 3(3), 7-16.

Elzo, j. (2009). El problema de la disciplina escolar no está en la escuela. Cuadernos de Pedagogía, 396, 16-21.

IAP. (InterAcademy Panel on International Issues) (2010). International Conference: Taking Inquiry-Based Science Education into the Secondary School. Report available at: www.interacademies.net/File.aspx?id=15174

[NRC]. (1996). National Science Educational Standards. National Academy Press.

Pérez Gómez, A. (2008) ¿Competencias o pensamiento práctico? La construcción de los significados de representación y de acción. En GIMENO, J. (Comp.). Educar por competencias, ¿qué hay de nuevo? (88-95). Madrid: Morata <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3717381> National Research Council

Sanmartí, n. (2008). ¿Qué comporta desarrollar la competencia científica? Guix, 334,11-16.

Taylor, B. (2016). Evaluating the benefit of the maker movement in K-12 STEM education. Electronic International Journal of Education, Arts, and Science (EIJEAS), 2.

Wing, J. M. (2006). Computational thinking. Communications of the ACM, 49(3), 33-35.

Zabala, a. (2009b). Desarrollo curricular de las competencias básicas. El ámbito común o de tutoría. Aula de Innovación Educativa, 180, 20-25.

4. Establecer las propiedades que debe tener un espacio curricular o cátedra para ser considerada un área de oportunidad y servir como tema principal de un proyecto de aprendizaje STEAM. [100%]

Para que un espacio curricular o cátedra pueda ser considerada un área de oportunidad y servir como tema principal de un proyecto de aprendizaje STEAM, debe incorporar propuestas didácticas STEAM que cumplan con las siguientes pautas (Zamorano, García, Reyes; 2018):

- a. La propuesta didáctica se articula en torno a un tópico central vinculado con el mundo real y cercano al contexto de los estudiantes.
- b. La propuesta didáctica se orienta a la resolución de un problema y la posterior creación de un objeto por parte de los estudiantes.
- c. La adquisición y desarrollo de habilidades tanto científicas como para el siglo XXI es priorizada por sobre los contenidos.
- d. Las áreas (o disciplinas) que componen STEAM (ciencia, tecnología, ingeniería, artes y matemáticas) se presentan integradas de manera interdisciplinar y en conexión con el tópico central o problema.
- e. El estudiante es protagonista de la mayor parte del programa, mientras que el docente actúa como guía u orientador.
- f. Los estudiantes trabajan colaborativamente la mayor parte del tiempo.
- g. Se procura que la propuesta educativa incentive al estudiante y provoque el aumento de su vocación STEAM.
- h. Las actividades se basan predominantemente en la metodología ABP y la ECBI
- i. Se incorpora el uso de tecnología y la creación artística como herramientas.
- j. La propuesta finaliza con la presentación y evaluación de un objeto o prototipo diseñado por los estudiantes.
- k. Se evalúa tanto el proceso como el producto, considerándose el primero más importante.

Además los investigadores del presente proyecto concluyen, que también son necesarias las siguientes propiedades, para que un espacio curricular o cátedra pueda ser considerada un área de oportunidad y servir como tema principal de un proyecto de aprendizaje STEAM

I. Toda actividad o propuesta educativa STEAM debería incluir el aprendizaje de las ciencias emulando el proceso investigativo que sigue la ciencia para crear conocimiento: formular una pregunta investigable, diseñar experimentos y/o recoger y analizar datos, sacar conclusiones de datos, formular una explicación, es decir debería incluir siempre experimentación científica

- Paso 1: Hacer una pregunta. ...
- Paso 2: Investigar el tema. ...
- Paso 3: Elaborar una hipótesis. ...
- Paso 4: Probar su hipótesis haciendo un experimento. ...
- Paso 5: Analizar los datos y saquen una conclusión. ...
- Paso 6: Compartir los resultados.

5. Diseñar e implementar una propuesta educativa interdisciplinaria STEAM, basada en la resolución de problemas y en el desarrollo de proyectos interdisciplinarios, que fomente el aprendizaje científico y el desarrollo de conocimientos, habilidades y, competencias necesarias para insertarse en la sociedad del siglo XXI. [100%]

La propuesta abarca:

- Módulo Teórico práctico Pensamiento Computacional
- Módulo Teórico práctico Programación en Python
- 4 actividades o prácticas educativas STEAM
- Diseño de una actividad STEAM, para llevar a cabo la resolución de un problema a través de ABP, ECBI, Cultura Maker, Pensamiento computacional y el aprendizaje competencial y por contexto

Esta propuesta se encuentra plasmada en el nuevo espacio curricular Introducción al pensamiento computacional, programación y actividades STEAM.

Las prácticas educativas STEAM mencionadas, se encuentran detalladas en las siguientes publicaciones:

- Manganelli, S. (4 al 8 de octubre 2021). "Aportes de las herramientas digitales a STEM, durante la investigación científica, para fomentar el desarrollo de competencias científicas, tecnológicas y digitales". En Anales del XXVI Congreso Argentino de Ciencias de la Computación (CACIC) 2020, Argentina: RedUNCI. 2021. 978 -987-633-574-4
- Manganelli, S. (5 al 8 de octubre 2020). "Prácticas educativas STEAM para fomentar el desarrollo de competencias científico-tecnológicas". En Anales del XXVI Congreso Argentino de Ciencias de la Computación (CACIC) 2020, Argentina: RedUNCI. 2020. 978-987-4417-90-9

6. Diseñar instrumentos con pautas para la evaluación del desarrollo de competencias científicas a partir de la aplicación de proyectos de aprendizaje STEAM. [100%]

Para comprobar la hipótesis se realizó una experiencia piloto, en un nuevo espacio curricular llamado Introducción al pensamiento computacional, programación y actividades STEAM.

Esta materia nació como una propuesta de curso de carácter optativo para trabajar con los alumnos de ciclo básico de Sede San Martín.

Luego me propusieron desde secretaría académica dictarla como materia electiva para los profesorados. Con tal fin desarrollé el programa correspondiente y lo presenté por mesa de entrada al consejo directivo de la FCEN.

Sin embargo terminó convirtiéndose en una propuesta de espacio curricular electivo llamado Introducción al Pensamiento Computacional, Programación y Actividades STEAM para las Carreras de Licenciatura en Geología y de Profesorado de Grado Universitario en Ciencias Básicas con orientaciones en Física, Matemática y Química. Este espacio fue aprobado en su sesión del 09 de agosto de 2021 con una carga horaria de SESENTA Y CUATRO (64) horas, bajo la resolución 183 CD. Sin embargo recién su difusión recién se llevó a cabo en setiembre 2021.

Esta propuesta educativa está compuesta por 3 módulos teóricos prácticos

- Pensamiento Computacional: propuesta de formación perteneciente a la Iniciativa Program.AR, se enmarca dentro de las propuestas de didáctica de la enseñanza de las Ciencias de la Computación ya que además de los contenidos disciplinares específicos del área, el módulo propone actividades prácticas que permiten abordar los conceptos básicos y fundamentales del pensamiento computacional. El alumno aplica el aprendizaje por indagación y los pilares del pensamiento computacional para llevar a cabo la resolución de los problemas o desafíos propuestos.
- Programación en Python: basado en un curso de posgrado llamado Introducción a la programación en Python, dictado por el Dr. Emmanuel Millán, parte de la oferta de Actividades Curriculares Electivas del Doctorado en Ciencia y Tecnología (Ord. 12/16 CS. DF 457/17 CONEAU), de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (UNCUYO)
- Actividades STEAM: se detalla mas sobre las mismas en la sección Actividades Desarrolladas o en los papers mencionados en publicaciones relacionadas con el modelo educativo propuesto.

Cómo se puede apreciar, existe una relación muy estrecha entre la materia y el Proyecto SIIP desarrollado, ya que comprende los mismos contenidos y objetivos postulados en este trabajo.

Respecto a la investigación, presenta un diseño pre experimental, este diseño incorporó la aplicación de una pre prueba y una post prueba al grupo que compone el experimento. La adición de la prueba previa o pre test ofrece una ventaja, ya que es posible analizar el puntaje-ganancia (la diferencia entre las puntuaciones del pre prueba y la post prueba).

A continuación se detalla el instrumento de evaluación utilizado en el experimento para llevar a cabo el pre y pos test. Dicho instrumento se diseñó tomando como base los Items liberados de PISA 2015 (INEE, 2015).

Mediante este instrumento se explora la competencia científica del alumnado. Como mencionamos previamente se ha tomado como base la definición de competencia científica del informe PISA 2006, que puede caracterizarse por cuatro aspectos interrelacionados (OCDE 2002, 2004 y 2006): capacidades, conocimientos, áreas de aplicación y actitudes; y se han seleccionado algunas pruebas de dicho informe. Consecuentemente, para la elaboración de dicho instrumento se han adaptado dichas pruebas, se han seleccionado los indicadores adecuados a cada competencia y se han

incorporado los ítems liberados correspondientes, conforme a lo que mide o evalúa el indicador.

En ellas se solicita al alumnado la escritura e interpretación del lenguaje simbólico de los conocimientos y el uso de modelos de representación y se exploran determinadas capacidades y conocimientos del alumnado. En este trabajo no se abordó el estudio sobre actitudes. Todos los alumnos tuvieron el mismo cuestionario.

Dada la modalidad virtual, no pudo hacerse como estaba previsto en forma presencial, para responderlo, en un horario y duración determinada.

Se compartió con los alumnos en formato online. Cada alumno lo resolvió la primera clase, desde su casa, desde su PC, en horarios diferidos según el momento de conexión a la clase, incluso algunos lo resolvieron posteriormente, o en días posteriores a la primera clase, dado que se incorporaron a la materia en la segunda o tercer clase.

El cuestionario de competencia científica elaborado, consistió en 15 preguntas, divididas en 12 temas. Teniendo en cuenta PISA 2015 (OCDE, 2015), estos temas fueron seleccionados debido a que las áreas de aplicación (biología, física, geología, química, tecnología) las categorías del conocimiento de la ciencia y del conocimiento acerca de la ciencia (los sistemas físicos, los sistemas vivos, la investigación científica y las explicaciones científicas, respectivamente) están relacionadas con las carreras de ciclo orientado, en las cuales se llevó a cabo este estudio. Cada una de las quince preguntas permite evaluar, gracias al indicador correspondiente, una competencia determinada y requiere el empleo de una o varias categorías de conocimiento.

Cada tema, comenzó con la presentación de un texto introductorio relacionado con una situación científica de la vida real (material de estímulo). A este texto le siguieron las preguntas o ítems que los alumnos y alumnas debían responder. Estas se presentaron en diferentes formatos y se podían resolver mediante dos tipos de respuestas:

Respuesta de elección múltiple: se podía seleccionar una o más opciones entre varias alternativas dadas, normalmente cuatro o cinco. Esta podía ser simple o compleja si, además de elegir la opción correcta, correspondía explicar el fundamento de dicha elección.

Respuesta de construcción: esta podía ser cerrada o abierta. Según PISA 2006 (OCDE, 2006), las preguntas se centran en situaciones relacionadas con el yo, la familia y los grupos de compañeros (personal), la comunidad (social) y la vida a escala mundial (global).

Los criterios de corrección

Para la validez interna en el diseño del instrumento de evaluación de competencia científica, se ha utilizado el método interno racional o de contenido, el cual permite determinar la validez de un instrumento, comprobando si mide aquello para lo que se ha elaborado. Es decir, en este caso, si mide las competencias científicas: explicar fenómenos científicamente, evaluar y diseñar la investigación científica, interpretar datos y pruebas científicas. De este modo, para llegar a la versión final del instrumento se solicitó a un grupo de expertos de nuestras cátedras que leyeran y consideraran los textos que se evalúan en cada ítem y sus correspondientes claves de corrección.

A continuación detallo sus nombres y cargos:

- 1) Prof. Sandra Intelisano
 - a) Título: Magister en evaluación educacional y Doctora en Ciencias de la Educación.
 - b) Cargo: Profesor Adjunto
 - c) Materia: Evaluar para Aprender
- 2) Prof. Pablo Godoy
 - a) Título: Doctor en Ingeniería
 - b) Cargo: Profesor Adjunto
 - c) Materia: Física II

Entre los métodos más habituales para medir el grado de fiabilidad de los instrumentos se ha optado por el alfa de Cronbach. El valor de $\alpha = 0,70$ indica que los resultados, respecto a los 15 ítems considerados, se encuentran correlacionados de manera fiable y aceptable.

Estrategia de análisis de la información

Las categorías «puntuación máxima», «puntuación parcial» y «sin puntuación» dividen las respuestas de los alumnos en tres grupos, según la capacidad que demuestren a la hora de responder a la pregunta formulada. Una respuesta calificada con una «puntuación máxima» no indica que la respuesta sea absolutamente correcta en términos científicos, pero sí que se posee el nivel adecuado de comprensión del tema para un alumno universitario científicamente competente.

Las respuestas menos elaboradas, o con un menor grado de corrección, pueden obtener una «puntuación parcial», mientras que las preguntas cuyas respuestas son incorrectas, irrelevantes o que no se contestan, quedarán registradas bajo la categoría «sin puntuación».

La puntuación posible de las preguntas construidas cerradas o de opción múltiple oscila entre 0 y 1 puntos. Las preguntas construidas abiertas que pueden tener distintos niveles de corrección tendrán diferentes puntuaciones entre 0, 1 y 2 puntos. Sirvan de ejemplos los anexos 1, 2 y 3.

Debido a la dispersión numérica de las puntuaciones que se producen, los resultados se agrupan en niveles de rendimiento. Se considera que las personas poseen diversos grados de competencia científica y no que posean o carezcan de competencia científica en términos absolutos (Bybee, 1997). Por ejemplo, un estudiante con un nivel de competencia menos desarrollado puede ser capaz de recordar conocimientos científicos sencillos y de emplear conocimientos científicos de uso corriente para sacar y evaluar conclusiones. En cambio, un alumno con un nivel de competencia científica más avanzado podrá crear y emplear modelos con objeto de hacer predicciones y dar explicaciones, analizar investigaciones científicas, relacionar entre sí datos que puedan constituirse en pruebas, evaluar explicaciones alternativas de un mismo fenómeno y exponer sus conclusiones con precisión.

Para el análisis del Rendimiento total de competencia científica (RTCC), se consideró como línea de base o promedio el 50% del total de la puntuación, si todas las respuestas hubieran obtenido la puntuación máxima. Es decir, sobre un total de 15 preguntas, cuya máxima valoración es de 1 punto en 12 ítems y 2 puntos en 3 ítems, suman 18 puntos (100%), se fijó entonces en 9 puntos (50%) la calificación deseable para el nivel medio de rendimiento. Para las diferentes competencias se estableció como línea de base o promedio el 50% del total de la puntuación de cada una de ellas, si todas las respuestas hubieran obtenido la puntuación máxima. Es decir, para:

- Explicar fenómenos científicos (EFC), sobre un total de 5 preguntas, cuya máxima valoración es de 1 punto cada una y suman en total 5 puntos (100%), se fijó en 3 puntos (60%) la calificación deseable para el nivel medio de rendimiento.
- Evaluar y diseñar la investigación científica (EyDIC), sobre un total de 5 preguntas, cuya máxima valoración es de 1 punto cada una y suman en total 5 puntos (100%), se fijó en 3 puntos (60%) la calificación deseable para el nivel medio de rendimiento.
- Interpretar datos y pruebas científicas (IPC) sobre un total de 5 preguntas, cuya máxima valoración es de 1 punto cada una, en dos preguntas y de 2 en tres preguntas, suman en total 8 puntos (100%), se fijó en 4 puntos (50%) la calificación deseable para el nivel medio de rendimiento.

Para comunicar los resultados mediante categorías, se llevó a cabo una adaptación al procedimiento de evaluación cualitativa y comunicación en porcentajes propuesto por Biggs (2005, p. 236). De acuerdo con este criterio, se presentan los niveles de competencia científica según los rangos de puntuaciones obtenidos, expresados en porcentajes, de la siguiente manera:

- Nivel máximo, entre 80%. Y 100%
- Nivel medio, de 60 a 80%.
- Nivel bajo, menor que 60%.

A continuación se explica con mayor detalle el instrumento de evaluación basado en los Ítems liberados de PISA 2015. Este instrumento comprende:

COMPETENCIAS CIENTÍFICAS

- Explicar fenómenos científicamente
- Evaluar y diseñar la investigación científica
- Interpretar datos y pruebas científicas

INDICADORES

Explicar fenómenos científicamente

- Recordar y aplicar el conocimiento científico apropiado
- Identificar, utilizar y generar modelos explicativos y representaciones
- Realizar y justificar las predicciones adecuadas
- Ofrecer hipótesis explicativas
- Explicar las implicaciones potenciales del conocimiento científico para la sociedad

Evaluar y diseñar la investigación científica

- Identificar la pregunta o idea que está siendo (o podría haber sido) explorada o probada en un estudio científico.
- Distinguir preguntas que es posible investigar científicamente
- Proponer una manera de investigar una pregunta científica determinada
- Evaluar maneras de investigar una pregunta científica determinada
- Describir y evaluar una variedad de formas que las personas científicas usan para asegurar la fiabilidad de los datos y la objetividad y generalización de las explicaciones.

Interpretar datos y pruebas científicas

- Transformar los datos de una representación a otra
- Analizar e interpretar los datos y extraer conclusiones adecuadas
- Identificar supuestos, evidencias y razonamientos en textos relacionados con la ciencia
- Distinguir entre argumentos que se basan en evidencia científica y teoría, y aquellos basados en otras consideraciones

- Evaluar argumentos científicos y evidencias de diferentes fuentes.

ITEMS LIBERADOS PISA 2015

El diario de Semmelweis

Ozono

Luz del día

Clonación

El efecto invernadero

Los tejidos

El Gran Cañón

Protectores solares

Mary Montagu

Lluvia ácida

Ejercicio físico

Alimentos genéticamente modificados

Biodiversidad

Autobuses

Cambio climático

Las moscas

Los clones del ternero

El maíz

Agua potable

La caries dental

Trabajo con calor

El virus de la viruela del ratón

Comportamiento del espinoso

Fumar tabaco

La luz de las estrellas

Ultrasonidos

Brillo de labios

Evolución

El pan

El tránsito de Venus

¿Un riesgo para la salud?

El catalizador

Cirugía con anestesia

La energía eólica

Al final de este documento se anexa:

- 1 ejemplo de un ítem con pregunta de 1 punto
- 1 ejemplo con pregunta de 2 puntos
- el instrumento de evaluación utilizado para evaluar competencias científicas

Referencias

Bybee, R. W. (1997). Achieving scientific literacy: from purposes to practices. Portsmouth NH: Heinemann.

Instituto Nacional de Evaluación Educativa (2015). Preguntas Liberadas PISA. Preguntas PISA en Ciencias. Educablab.es. Recuperado de: <http://educablab.es/inee/evaluaciones-internacionales/preguntas-liberadas-pisa-piaac/preguntas-pisa-ciencias/biologia>. Última consulta: 21 de enero de 2022.

OCDE (2002). Muestra de reactivos empleados en la evaluación PISA 2000. Aptitudes Para Lectura, Matemáticas y Ciencias. México: Editorial Santillana. S.A. OCDE (2004). Marcos teóricos de PISA 2003: la medida de los conocimientos y destrezas en matemáticas, lectura, ciencias y resolución de problemas. Madrid: MEC e INECSE.

OCDE (2006). PISA 2006: Marco de la evaluación. Conocimientos y habilidades en Ciencias, Matemáticas y Lectura. Disponible en línea: Última consulta: 20 de enero de 2022

7. Poner en práctica la tarea diseñada con alumnos del ciclo básico de manera experimental. [100%]

Las prácticas STEAM se realizaron con alumnos de la materia Introducción al pensamiento computacional, programación y actividades STEAM

Las prácticas originales de la propuesta STEAM fueron diseñadas para un contexto presencial, luego se adaptaron al contexto virtual aunque no en su mayoría, solo aquellas que no requerían de una observación continua o completa en el laboratorio de informática.

Por otro lado el tiempo de cursado fue escaso e intenso, debido al poco tiempo con el que contaba la materia. Estaba prevista comenzar antes de la fecha que comenzó, pero la resolución tardó en ser publicada, hubo muy poco tiempo de difusión, pocos alumnos se enteraron de la noticia y los tiempos de cursado finalmente fueron escasos y muy intensos. En síntesis no se pudo dictar la materia de la forma prevista, con un abanico de contenido y prácticas más plausibles. Por lo cual el objetivo se cumplió en su totalidad, pero de manera diferente a lo esperado o propuesto originalmente.

8. Valorar el desarrollo de competencias científicas a partir de la experiencia realizada para cuantificar la efectividad de los enfoques aplicados. [100%]

Si bien la experiencia fue satisfactoria, considero que son varios los aspectos que podrían mejorarse para obtener resultados más certeros. Estos son:

- Realizar la experiencia con un mayor número de alumnos
- Realizar la experiencia con un grupo más heterogéneo.

- Implementación la propuesta de forma completa (sumando las actividades presenciales y el desarrollo de una actividad STEAM de elaboración propia por parte del alumnado) esto es que incluya el total de actividades previamente planteadas.
- Optimizar los tiempos y horarios de cursado, para una mejor organización en la ejecución de las actividades propuestas
- Optimizar los tiempos y horarios de cursado, para una mejor organización en el desarrollo de los contenidos propuestos.

2. Especificar, si corresponde, modificaciones al plan de trabajo.

Las prácticas originales de la propuesta STEAM fueron diseñadas para un contexto presencial, luego se adaptaron al contexto virtual, aunque no en su mayoría, solo aquellas que no requerían de una observación continua o completa en el laboratorio de informática.

Además se realizaron los siguientes reajustes, en relación a la propuesta original:

- Menor cantidad de horas para la enseñanza y prácticas del módulo correspondiente a programación en Python
- Se eliminó de la propuesta de actividades STEAM, el diseño y armado de un proyecto STEAM, elaboración propia del alumnado.

Nuevamente se puede apreciar entonces que los objetivos se cumplieron en su totalidad, pero de manera diferente a lo esperado o propuesto originalmente.

3. Actividades desarrolladas

Se desarrollaron 4 prácticas educativas STEM/STEAM:

Actividad I:

Experimentación Científica en casa: **Testeo de Humedad**

El tema de la clase común a las 4 unidades de espacios curriculares del ciclo básico, será **Interpretación del contenido de humedad del suelo para evitar riego excesivo utilizando sensores de humedad.**

La misma consiste en llevar a cabo una experiencia científica, basada en el testeo de humedad. El objetivo principal es hacer Ciencia, utilizando placas Arduino y un sensor de humedad, luego se realizarán mediciones para llevar a cabo un experimento científico. **Se desea probar que un cobertor de plástico, mejorará la retención de humedad en una maceta.**

Esta primera actividad integra a dos espacios curriculares que forman parte del ciclo básico de carreras del área de las ciencias exactas. Estos son:

- 1) *Ciencias de la Tierra*
 - a) Unidad 2: Climatologías, geomorfología y pedología
 - i) Subunidad: Pedología, la formación y estructura del suelo.
 - b) Unidad 4: Protección ambiental y riesgos naturales.
 - i) Subunidad: Riesgo Hídrico
- 2) *Informática*
 - a) Unidad 6: Procesador de textos científicos: Lyx
 - b) Unidad 7: Nuevas herramientas tecnológicas aplicadas a la ciencia
 - i) Subunidad: Herramientas aplicadas a la investigación y/o simulación

OBJETIVOS

- Afianzar los conceptos y contenidos de ambos espacios curriculares para llevar a cabo la experiencia científica propuesta.
- Estimular el desarrollo de las competencias científicas necesarias para resolver situaciones problemáticas similares
- Estimular vocaciones STEAM en los alumnos
- Estimular el desarrollo de competencias necesarias para abordar los desafíos del siglo XXI

Actividad 2

Experimentación Científica en casa: ***Resolución de Triángulos Rectángulos con Python***

Esta segunda actividad está enfocada en la resolución de problemas, específicamente el alumno deberá resolver dos problemas: el problema matemático, la resolución de una figura formada por triángulos rectángulos y el problema computacional, el desarrollo de un algoritmo que represente una de las posibles soluciones del problema planteado y permita el desarrollo de un producto o programa codificado en un lenguaje de programación, como puede ser Python. Esta segunda actividad integra a dos espacios curriculares que forman parte del ciclo básico de carreras del área de las ciencias exactas. Estos son:

- 1) *Introducción a las matemáticas*
 - a) Unidad 5: Trigonometría
 - i) Subunidad: Trigonometría en triángulos rectángulos
- 2) *Informática*
 - a) Unidad 7: Nuevas herramientas tecnológicas aplicadas a la ciencia
 - i) Subunidad: Herramientas aplicadas a la investigación y/o simulación

OBJETIVOS

- Afianzar los conceptos matemáticos necesarios para resolver la situación problemática planteada
- Estimular vocaciones STEAM en los alumnos
- Estimular el desarrollo de competencias necesarias para abordar los desafíos del siglo XXI
- Concebir el pensamiento computacional como una herramienta en Matemática que puede propiciar el despliegue de formas lógicas de pensamiento, necesarias para la construcción de distintos algoritmos que podrían usarse para resolver los problemas.

Actividad 3

Experimentación Científica en casa: ***¿Quién es y qué puede hacer π ?***

Esta tercera actividad integra dos espacios curriculares que forman parte del ciclo básico de carreras del área de las ciencias exactas. Estos son:

- 1) *Introducción a las matemáticas*
 - a) Unidad 0: Repaso de algunos conceptos de Geometría
 - i) Subunidad: Fórmulas de área y volumen que contienen el número π
- 2) *Informática*
 - a) Unidad 6: Procesadores de textos científicos: Latex, Lyx, VerTeX
 - b) Unidad 7: Nuevas herramientas tecnológicas aplicadas a la ciencia
 - i) Subunidad: Herramientas aplicadas a la investigación y/o simulación

Partimos entonces con la siguiente pregunta de investigación: ***¿Cómo influye en el éxito de la resolución de problemas matemáticos el uso de actividades STEM?***

OBJETIVOS: *Facilitar el conocimiento del valor de π , a través de la manipulación de materiales concretos que permiten una mejor comprensión y dominio cognitivo del alumno.*

SABERES: *Resolver una situación problemática que requiera del conocimiento del número π y su utilización ante una necesidad.*

Actividad 4

Experimentación Científica en casa: ***Interactuando con Magnitudes Físicas e interpretando Unidades de Medición***

Esta actividad integra a dos espacios curriculares que forman parte del ciclo básico de carreras del área de las ciencias exactas. Estos son:

- 3) *Introducción a la Física*
 - a) Unidad 1: Magnitudes Físicas y Unidades
 - i) Subunidad: Mediciones e incertezas
- 4) *Informática*
 - a) Unidad 6: Procesador de textos científicos: Lyx
 - b) Unidad 7: Nuevas herramientas tecnológicas aplicadas a la ciencia

- i) Subunidad: Herramientas aplicadas a la investigación y/o simulación.

Se plantea la siguiente pregunta de investigación: **¿Cómo influye en el éxito de la resolución de problemas de introducción a la física, el uso de actividades STEM?**

OBJETIVOS: *Facilitar el conocimiento e interpretación de magnitudes físicas, unidades y medidas a través de la manipulación de materiales concretos que permiten una mejor comprensión y dominio cognitivo del alumno.*

SABERES: *Resolver una situación problemática que requiera del conocimiento de magnitudes físicas, su utilización, manejo e interpretación ante una necesidad.*

4. Detallar si posee otro tipo de financiamiento para el desarrollo del proyecto

1) STEAM un nuevo enfoque didáctico para la formación científica de alumnos pertenecientes a carreras del área de las ciencias exactas, y para afrontar los desafíos del siglo XXI.

- a) Res. 3922/2019-R. Código T003
- b) Director o Investigador Principal en el Proyecto: Silvina Manganelli
- c) Ejecutado en: ITU UNCuyo, FCEN UNCuyo; UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO
- d) Financiado por: SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN INTERNACIONAL Y POSGRADO (SIIP) – UNCuyo

2) Innovación en los procesos de formación con tecnologías emergentes. Parte III.

- a) Res. 4142/2019-R. Código 06/G828
- b) Director o Investigador Principal en el Proyecto: Marcela Tagua
- c) Investigador Colaborador en el Proyecto: Silvina Manganelli
- d) Ejecutado en: FFyL UNCuyo; UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO
- e) Financiado por: SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN INTERNACIONAL Y POSGRADO (SIIP) – UNCuyo

5. Especificar si durante el desarrollo del proyecto se han realizado modificaciones o inconvenientes en el desarrollo del proyecto ocasionados por la situación sanitaria “Pandemia COVID 2019”.

Las actividades planeadas para llevar a cabo la prueba piloto del año 2020 fueron modificadas al formato en línea, por eso fueron denominadas Experimentación Científica en casa. Las previstas para el año 2021, también fueron modificadas o adaptadas al formato en línea o virtual, teniendo en cuenta que el cursado para el año 2021 continuaría siendo virtual o en línea.

Además se realizaron los siguientes reajustes, en relación a la propuesta original:

- Se eliminó de la propuesta de actividades STEAM, el diseño y armado de un proyecto STEAM, elaboración propia del alumnado.

Esta actividad integradora final, estaba proyectada para desarrollarla en forma presencial y grupal en el laboratorio de informática.

6. Resultados FINALES OBTENIDOS en función de los objetivos planteados.

Cómo resultados o logros obtenidos podemos citar los siguientes:

- Aportar un modelo educativo innovador, al campo de la didáctica de las ciencias experimentales, basado en el enfoque STEAM, como estrategia central de enseñanza aprendizaje, cuyo objetivo es la formación científica de los alumnos, y el desarrollo de las competencias necesarias para afrontar los desafíos del siglo XXI.

Nuevo espacio curricular electivo para carreras del área de las ciencias exactas

- Introducción al pensamiento computacional, programación y actividades STEAM
- FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES - UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO
- RES. Nº 183-CD

Esta materia nació como una propuesta de curso de carácter optativo. En este curso se llevaría a cabo la prueba piloto correspondiente a este proyecto. Este curso estaba previsto para:

- trabajar con los alumnos de ciclo básico
- sede de Sede San Martín.

Sin embargo propusieron desde secretaría académica dictarla como materia electiva para:

- trabajar con alumnos de ciclo orientado, correspondiente a todos los profesorados
- todas las sedes no solo San Martín

Con tal fin se desarrolló el programa correspondiente y se presentó por mesa de entrada al consejo directivo de la FCEN. Finalmente se convirtió en un espacio curricular electivo llamado Introducción al Pensamiento Computacional, Programación y Actividades STEAM para las Carreras de Licenciatura en Geología y de Profesorado de Grado Universitario en Ciencias Básicas con orientaciones en Física, Matemática y Química. Este espacio fue aprobado en su sesión del 09 de agosto de 2021 con una carga horaria de SESENTA Y CUATRO (64) horas, bajo la resolución 183 CD. Sin embargo recién su difusión recién se llevó a cabo en setiembre 2021.

- *Generar publicaciones relacionadas con el modelo educativo propuesto.*

Publicaciones de I+D

- Manganelli, S. (4 al 8 de octubre 2021). "Aportes de las herramientas digitales a STEM, durante la investigación científica, para fomentar el desarrollo de competencias científicas, tecnológicas y digitales".
En Anales del XXVI Congreso Argentino de Ciencias de la Computación (CACIC) 2020, Argentina: RedUNCI. 2021. 978-987-633-574-4
- Manganelli, S. (5 al 8 de octubre 2020). "Prácticas educativas STEAM para fomentar el desarrollo de competencias científico-tecnológicas".
En Anales del XXVI Congreso Argentino de Ciencias de la Computación (CACIC) 2020, Argentina: RedUNCI. 2020. 978-987-4417-90-9

CACIC es organizado por RedUNCI (Red de Universidades con Carreras en Informática), la cual está formada por 59 universidades nacionales y privadas del país

- *Se contará con un análisis exhaustivo, actualizado y documentado sobre cuáles deben ser las competencias científicas necesarias en los alumnos de carreras pertenecientes al área de ciencias exactas.*

Se hace mención de las mismas en:

- sección *Objetivos Específicos*
- bajo el ítem: *Enunciar y analizar cuáles deben ser las competencias científicas necesarias en los alumnos de ciclo básico de carreras pertenecientes al área de las ciencias exactas.*

- *Se contará con un análisis del estado del arte actualizado y documentado, productos de una investigación exhaustiva, tanto en el campo de la didáctica de las ciencias experimentales, como en lo referente a la metodología STEAM (aplicaciones, resultados, avances) El mismo incluirá un listado y análisis de problemas resueltos, otros no resueltos y trabajos futuros. Estos informes serán el punto de partida para trabajos futuros.*

Se hace mención de las mismas en:

- 1) sección *Objetivos Específicos*
- 2) bajo los ítems:
 - a) Realizar un estudio y análisis profundo del estado del arte extensivo sobre el enfoque educativo STEAM.
 - b) Realizar una investigación exhaustiva dentro del campo de la didáctica de las ciencias con foco en la didáctica de las ciencias experimentales, ventajas y desventajas de cada estrategia.

De todas formas como se mencionó previamente son varias y necesarias las modificaciones al plan de trabajo propuesto, con el objeto de optimizar el modelo educativo logrado y obtener mejores y más certeros resultados.

Otro aspecto, o cuestionamiento muy relevante a tener en cuenta, que no formó parte de la propuesta original o plan de trabajo SIIP 2019-2021 es el siguiente:

¿Cuentan los docentes que harán uso de este modelo con un nivel de CC óptimo como para llevar a cabo de forma eficiente la propuesta?

Dado el carácter multidisciplinar de las competencias básicas, los profesores necesitarán formación sobre todas estas competencias. El análisis del concepto de competencia científica, cómo se entiende en los currículos oficiales y en los programas de evaluación de estudiantes (OCDE, 2006; CEJA, 2008) así como su tratamiento en el aula, son elementos a incorporar en la formación del profesorado de ciencias en ejercicio (Blanco et al., 2010; Lupión et al., 2011; Lupión et al., 2014).

En este marco y cara a la educación científica, surge otro cuestionamiento ¿cómo abordar la formación del profesorado para que éste pueda ayudar a su alumnado en el desarrollo de sus competencias básicas y especialmente científicas?

Evidentemente no existe una única respuesta. La formación del profesorado cuenta con un buen número de enfoques y estrategias acordes con determinadas formas de concebir tareas y funciones del profesorado y éstas, a su vez, acordes con las finalidades que se otorguen a la educación (Cañal, 2011 y 2012).

Los profesores de ciencias tienen que tener conocimientos sobre los fundamentos de la didáctica de las ciencias, el currículo de ciencias, las teorías del aprendizaje de las ciencias, los modelos de enseñanza de las ciencias, resolución de problemas, trabajos prácticos, construcción del conocimiento escolar, características del alumnado, organización del aula, recursos en la clase de ciencias, el discurso y la argumentación en el aula de ciencias, la evaluación, etc., pero todos estos conocimientos por sí solos no son suficientes, para que aprendan a enseñar.

Una enseñanza basada en el desarrollo de competencias implica, partir del análisis de situaciones relevantes en el entorno del alumnado (Sanmartí, 2008 y 2011), para favorecer el aprendizaje significativo de conceptos, ideas y principios, situándolos en contextos de la vida real, donde adquieren su funcionalidad (Pilot y Bulte, 2006a y b).

Este será el próximo desafío a responder, indagar y desarrollar, una propuesta educativa que comprenda:

- la formación del profesorado de ciencias, acorde al desarrollo de sus competencias científicas
- la formación del profesorado de ciencias, acorde a como diseñar un buen proyecto STEM

- *Propuesta de cursos y/o actividades de capacitación o difusión que se ofrecen a la comunidad universitaria.*

1) *Propuesta de nuevo espacio curricular: Año 2021*

- a) Introducción al pensamiento computacional, programación y actividades STEAM
- b) Mencionado al comienzo de esta sección

2) *Propuesta de espacio curricular para movilidad virtual: Año 2022*

- a) **PILOTO DE MOVILIDAD VIRTUAL DE ESTUDIANTES DE GRADO - ASOCIACIÓN DE UNIVERSIDADES GRUPO MONTEVIDEO**
- b) FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES, UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO

7. Información adicional a lo informado en SIGEVA (en este espacio puede agregar información que estime conveniente para la evaluación y que no esté consignada en SIGEVA)

- Detallar, si corresponde:

8. Vinculación con institución social o micro empresas

- Actividades específicas realizadas:
- Avances en el conocimiento en pos de aportar soluciones al problema planteado

ANEXO 1 – (EFC)

Indicador de Evaluación: **Recordar y aplicar el conocimiento científico apropiado**

CIRUGIA CON ANESTESIA

La cirugía con anestesia, realizada en salas de operaciones especialmente equipadas, es necesaria para tratar numerosas enfermedades.



Pregunta

En este tipo de intervenciones quirúrgicas, los pacientes son anestesiados con el fin de evitarles cualquier dolor. A menudo, el anestésico es administrado en forma de gas, utilizando una mascarilla facial que recubre la nariz y la boca.

¿Están implicados en la acción de estos gases anestésicos los siguientes sistemas del cuerpo humano? Marca con un círculo la respuesta, Si/ o No, para cada sistema.

¿Está implicado este sistema en la acción de los gases anestésicos?	¿Sí o No?
Sistema digestivo	
Sistema excretor	
Sistema nervioso	
Sistema respiratorio	
Sistema circulatorio	

CRITERIOS DE CORRECCIÓN

Puntuación máxima:

1) Código 1: Las cinco respuestas correctas son: No, No, Sí, Sí, Sí, en este orden.

Sin puntuación:

2) Código 0: Otras respuestas.

3) Código 9: Sin respuesta.

CARACTERÍSTICAS DE LA PREGUNTA

- Conocimiento Científico: Conocimiento de las Ciencias: Sistemas vivos. Biología.
- Competencia Científica: *Explicar fenómenos científicamente.*
- Contexto: Personal.
- Área de aplicación: Salud.
- Tipo de respuesta: Elección múltiple compleja.

ANEXO 2 – (EyDIC)

Indicador de Evaluación: *Distinguir preguntas que es posible investigar científicamente*

EL MAÍZ

Lee el siguiente artículo de periódico

Un holandés usa el maíz como combustible

En la estufa de Auke Ferwerda arden suavemente unos cuantos troncos con pequeñas llamas. Ferwerda coge un puñado de maíz de una bolsa de papel próxima a la estufa y lo arroja a las llamas. Inmediatamente el fuego se aviva con fuerza. "Mira esto," dice Ferwerda, "la ventana de la estufa está limpia y transparente. La combustión es completa." Ferwerda habla sobre la utilización del maíz como combustible y como pienso para el ganado. En su opinión, esta doble utilización es el futuro.

Ferwerda señala que el maíz que se utiliza como pienso para el ganado es, en realidad, un tipo de combustible: las vacas comen maíz para conseguir energía. Pero, según explica Ferwerda, la venta del maíz como combustible en lugar de como pienso podría ser mucho más rentable para los granjeros. Ferwerda está convencido de que, a largo plazo, el maíz se utilizará como combustible de forma generalizada. Ferwerda imagina como sería cosechar, almacenar, secar y embalar el grano en sacos para su venta posterior.

Actualmente, Ferwerda investiga si podría utilizarse como combustible la totalidad de la planta de maíz, pero esta investigación aún no ha concluido. Lo que Ferwerda también debe tener en cuenta es toda la atención que se está dedicando al dióxido de carbono. Se considera que el dióxido de carbono es la causa principal del aumento del efecto invernadero. Se dice que el aumento del efecto invernadero es la causa del aumento de la temperatura media de la atmósfera terrestre. Sin embargo, desde el punto de vista de Ferwerda no existe ningún problema con el dióxido de carbono. Al contrario, él argumenta que las plantas lo absorben y lo convierten en oxígeno para los seres humanos. Sin embargo, los planes de Ferwerda pueden entrar en conflicto con los del gobierno, que actualmente está tratando de reducir la emisión de dióxido de carbono. Ferwerda afirma: "Hay muchos científicos que dicen que el dióxido de carbono no es la causa principal del efecto invernadero."

Pregunta

Marca con un círculo, para cada una de ellas, S/ o No.

Pregunta	¿Se podría responder con una investigación
¿Qué sustancias se forman al quemarse la totalidad de la planta de maíz?	Sí / No
¿Cuánto calor se desprende en la estufa de Ferwerda al quemarse la totalidad de la planta de maíz seca?	Sí / No

CRITERIOS DE CORRECCIÓN

Puntuación máxima:

1) Código 1: Sí, Sí.

Sin puntuación:

2) Código 0: Otras respuestas.

3) Código 9: Sin respuesta.

CARACTERÍSTICAS DE LA PREGUNTA

- Conocimiento científico: Conocimiento sobre la Ciencia: Investigación científica.
- Competencia científica: Evaluar y diseñar la investigación científica.
- Contexto: Global.
- Área de aplicación: Recursos naturales.
- Tipo de respuesta: Elección múltiple compleja.

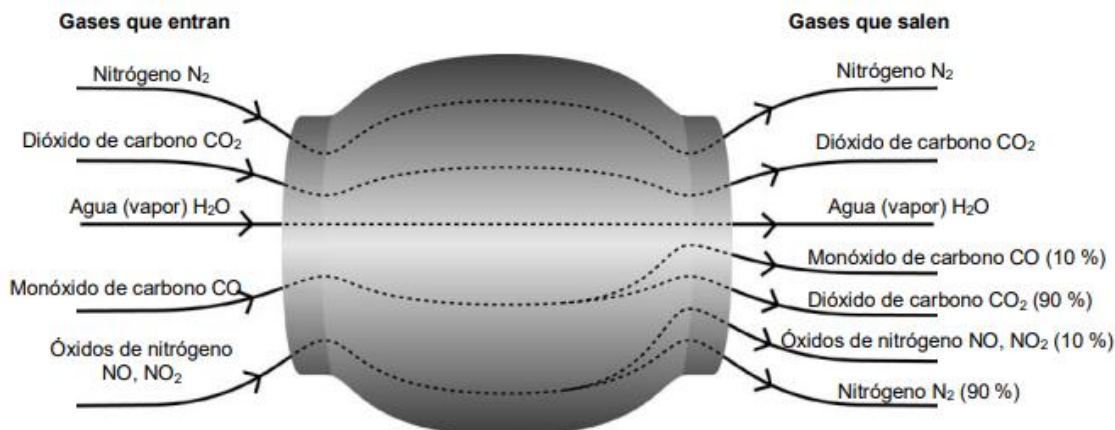
ANEXO 3 – (IPC)

Indicador de Evaluación: **Transformar los datos de una representación a otra**

EL CATALIZADOR

La mayor parte de los coches modernos están equipados con un catalizador. Este catalizador hace que los gases de escape del coche sean menos perjudiciales para las personas y para el medio ambiente.

Aproximadamente el 90 % de los gases tóxicos son transformados en gases menos perjudiciales. Aquí podemos ver los gases que entran y salen del catalizador



Pregunta

Utiliza la información de la figura anterior para dar un ejemplo de cómo el catalizador hace que los gases de escape sean menos perjudiciales

CRITERIOS DE CORRECCIÓN

Puntuación máxima:

- 1) Código 1: Las respuestas que mencionan la conversión del monóxido de carbono, o de los óxidos de nitrógeno, en otros componentes.
 - a. El monóxido de carbono se transforma en dióxido de carbono.
 - b. Los óxidos de nitrógeno se transforman en nitrógeno.
 - c. Los perjudiciales: monóxido de carbono y óxidos de nitrógeno se transforman
 - d. en los menos perjudiciales: dióxido de carbono y nitrógeno.

Sin puntuación:

- 2) Código 0: Otras respuestas.
 - a. Los gases se hacen menos perjudiciales.

- 3) Código 9: Sin respuesta.

CARACTERÍSTICAS DE LA PREGUNTA

- Conocimiento científico: Conocimiento sobre la Ciencia: Explicaciones científicas.
- Competencia científica: *Interpretar datos y pruebas científicas*
- Contexto: Social.
- Área de aplicación: Medio ambiente.
- Tipo de respuesta: Abierta construida

ANEXO 4 – Instrumento para evaluar competencias científicas

Nombre del profesor (quien ejecuta la clase):

Tema (contenido a desarrollará en clase):

Curso (donde se imparte la clase):

Fecha (de ejecución de la clase):

Nombre del observador (quien desempeña el rol de observador de la clase):

PRETEST

COMPETENCIA	INDICADORES	ITEMS	PUNTUACION		Max = 2 PUNTAJE = SP = 8 SP
			Máximo	Parcial	
Explicar fenómenos científicamente	Recordar y aplicar el conocimiento científico apropiado	CIRUGIA CON ANESTESIA: -1	1		0
	Identificar, utilizar y generar modelos explicativos y	AGUA POTABLE -1	1		0
	Realizar y justificar las predicciones adecuadas	AUTOBUSES-1	1		0
	Ofrecer hipótesis explicativas	ULTRASONIDOS: -2	1		0
	Explicar las implicaciones potenciales del conocimiento científico para la sociedad	AGUA POTABLE -4	1		0
Evaluar y diseñar la investigación científica	Identificar la pregunta o idea que está siendo (o podría haber sido) explorada o probada en un estudio científico.	EL MAIZ -6	1		0
	Distinguir preguntas que es posible investigar científicamente	EL MAIZ -8	1		0
	Proponer una manera de investigar una pregunta científica determinada	CULTIVOS GENÉTICAMENTE MODIFICADOS-1	1		0
	Evaluar maneras de investigar una pregunta científica determinada	LA IZOTE EN LA ESCUELA-1	1		0
	Describir y evaluar una variedad de formas que las personas científicas usan para asegurar la fiabilidad de los datos y la objetividad y generalización de las explicaciones.	LA IZOTE EN LA ESCUELA-2	1		0
Interpretar datos y pruebas científicas	Transformar los datos de una representación a otra	CATAUZZADOR -1	1		0
	Analizar e interpretar los datos y extraer conclusiones adecuadas	CORRER EN DÍAS DE CALOR 2	2	1	0
	Identificar supuestos, evidencias y razonamientos en textos relacionados con la ciencia	CHOCOLATE -1	2	1	0
	Distinguir entre argumentos que se basan en evidencia científica y teoría, y aquellos basados en otras consideraciones	CLONACIÓN -3	2	1	0
	Evaluar argumentos científicos y evidencias de diferentes fuentes.	PETER CARRINEY 2	1		0