



Ciencia y Tecnología

"Divulgación de la
Producción Científica y Tecnológica
de la UNR"

CyT 2015

Secretaría de Ciencia y Tecnología UNR
Foro Permanente de Discusión de Ciencia y Tecnología

López, Clara Eder

Ciencia y tecnología 2015: divulgación de la producción científica y tecnológica de la UNR/ Clara Eder López; coordinado por Claudio Pairoba; con prólogo de Clara Eder López.

- 1a ed. Rosario: UNR Editora. Editorial de la Universidad Nacional de Rosario, 2015.

E-Book.

ISBN 978-987-702-123-3

1. Ciencia y Tecnología. I. Pairoba, Claudio , coord. II. López, Clara Eder, prolog. III. Título

CDD 660



SCyT



REUN
RED DE EDITORIALES
DE UNIVERSIDADES
NACIONALES



EDITORIALES
DE LA A.U.G.M.
ASOCIACIÓN DE UNIVERSIDADES
GRUPO MONTEVIDEO



LA FÍSICA COMPUTACIONAL EN LOS DISEÑOS CURRICULARES JURISDICCIONALES DE LOS PROFESORADOS EN FÍSICA: ESTUDIO EXPLORATORIO DE CASOS

Navone, H. D. y Fourty, A.

Instituto de Física de Rosario (CONICET-UNR)

Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura (Universidad Nacional de Rosario).

E-mail: navone@ifir-conicet.gov.ar

Introducción: La dimensión computacional es actualmente un ingrediente fundamental en los procesos de construcción del conocimiento científico en el campo de las Ciencias de la Naturaleza (Física, Astronomía, Química, Biología y Ciencias de la Tierra) y de la Matemática; más aún cuando se abordan problemáticas de carácter multidisciplinar, interdisciplinar y/o aplicado. De esta manera, surgen con nombre propio diversas vertientes disciplinares basadas en la dimensión computacional: Matemática Computacional, Biología Computacional, Física Computacional, Química Computacional, Astrofísica Computacional, entre otras. Al respecto, es importante diferenciar -aunque resulte conocido- a la Ciencia de la Computación de la Ciencia Computacional, puesto que la primera focaliza su interés en la computación como un fin en sí mismo, a diferencia de la segunda en donde la atención está centrada en la problemática disciplinar que se aborda desde la perspectiva de la ciencia de origen (Landau y Páez, 1997).

En el caso de la Física, la Física Computacional se integra a los abordajes tradicionales representados por la Física Teórica y la Física Experimental, articulando contenidos conceptuales y metodológicos de ambas corrientes, a la vez que construye su propio andamiaje epistémico-metodológico. En este sentido, la Física Computacional se basa en el diseño de algoritmos para representar objetos, sistemas, fenómenos y procesos de naturaleza compleja -tanto del mundo natural como del artificial- con el propósito de estudiarlos, analizarlos, caracterizarlos, simularlos y/o, si es posible, predecir su evolución. La codificación de los algoritmos en lenguajes formales de distinto nivel de abstracción da lugar a la generación de un modelo computacional del sistema en estudio, lo que nos posibilita intervenir para interpelarlo mediante la implementación de experimentos numéricos o virtuales. Todo esto sin olvidar las incertezas de carácter

epistémico, cognoscitivo y ético, ineludibles e inherentes a toda problemática de carácter complejo (Funtowicz y Ravetz, 1993).

Partiendo de este marco teórico -y asumiendo, en términos generales, que la ciencia experta se configura como un referente cultural de la ciencia escolar-, resulta posible definir a la Física Computacional Escolar como la versión educativa de su contraparte erudita; para advertir, a su vez, que los posibles desajustes entre ciencia escolar y ciencia experta en torno a este particular eje de trabajo pueden dar lugar a una serie de consecuencias de carácter educativo: 1) presentar una imagen distorsionada que se aleja del diario quehacer en ciencias; 2) ocasionar confusiones en la orientación de vocaciones y 3) el desconocimiento del rol de la computación en ciencias puede promover una subutilización didáctica de este recurso educativo (Navone *et al.*, 2013a).

Objetivos: A partir de diversos relevamientos documentales y en base al intercambio de experiencias con docentes y estudiantes de profesorado, es posible conjeturar que en el campo educativo, tanto en el nivel secundario como en la formación inicial y permanente de educadores, la Física Computacional Escolar -entendida ésta como la versión escolar de su contraparte experta- no está muy presente. Asumiendo que esta presencia –o ausencia- está íntimamente relacionada con las propuestas curriculares en curso y con sus dispositivos de formación asociados, y tomando las premisas anteriormente expuestas como contexto de análisis, el objetivo general de este estudio consistió en relevar la presencia de la dimensión computacional sobre una muestra de diseños curriculares jurisdiccionales propuestos para los Profesorados de Educación Secundaria en Física y, como objetivo específico, examinar la posible existencia de contenidos conceptuales y metodológicos relacionados con el área de Física Computacional en su versión escolar.

Metodología: Teniendo en cuenta el marco teórico expuesto anteriormente, se procedió a construir como dispositivo de análisis una red conceptual que pudiera dar cuenta de los principales nodos temáticos intervinientes y del campo de relaciones asociado a la dimensión computacional. Cada nodo se significó con un conjunto de descriptores a los efectos de poder explicar cualitativamente la presencia y el carácter de la dimensión computacional en cada diseño curricular.

En términos operativos, resulta posible identificar tres roles asociados al uso de la computadora en Física de acuerdo a las funcionalidades que le son demandadas, ya sea como: máquina-herramienta, máquina-colaborativa o “en red” y/o máquina-laboratorio.

Los primeros dos roles son los que hoy se encuentran más difundidos e interrelacionados, tanto en el campo socio-cultural como en el mundo del trabajo, y están asociados al uso de aplicaciones para la organización, gestión, presentación, comunicación e intercambio de información. Específicamente, el primer rol –que constituye un nodo de la red conceptual- está basado en el uso de aplicaciones destinadas a la producción, diseño y procesamiento de textos, imágenes, videos y sonidos; al diseño y gestión de bases de datos; al uso de planillas de cálculo y a la utilización de entornos de cálculo simbólico; constituyendo todos ellos los descriptores temáticos asociados a este nodo.

El segundo nodo de nuestro esquema se ubica jerárquicamente en el mismo nivel que el anterior, queda definido por la computadora en su rol de “máquina en red” o máquina-colaborativa y se despliega en torno al uso de ambientes interactivos en Internet que posibilitan la construcción (la interacción) de (en) redes sociales, la gestión de bancos de datos o archivos compartidos, la búsqueda de información y la comunicación vía correo electrónico. Estas categorías, a su vez, generan un conjunto de descriptores temáticos asociados a aplicaciones específicas que, por ser muy conocidas, no es necesario enumerar.

El tercer nodo de nuestra red conceptual -que acompaña a los dos anteriores- queda definido por la computadora en su rol de máquina-laboratorio. Este nodo emerge de una praxis y de un corpus que se articulan en torno al diseño de algoritmos y a su codificación en lenguajes de diverso nivel de abstracción; dando lugar, así, a la conformación de un sub-campo en Física denominado: Física Computacional, tal como adelantáramos en las secciones precedentes. Este nodo genera, a su vez, una metodología de trabajo que permite interpelar y dialogar con el mundo natural y artificial implementando experimentos numéricos a partir de los modelos computacionales construidos. Esta actividad puede ser de naturaleza lúdica, y este carácter hace que el trabajo sobre esta temática en el ámbito educativo se revista de un especial interés para todos los participantes. En este sentido, consideramos que la metodología más adecuada para desplegar en este campo es la de taller, en donde se trabajaría por proyectos, construyendo comunidades de aprendizaje cooperativo y de práctica que involucren, también, cuestiones de carácter ético. Aquí no sólo se ponen conceptos disciplinares en acción por intermedio de un algoritmo y su codificación en modelos computacionales, sino que también emergen valores en acción. A su vez, los experimentos-juegos numéricos generan nuevas ideas que dan lugar a modificaciones

sobre los algoritmos construidos inicialmente, produciendo una continua realimentación positiva que promueve todo tipo de aprendizajes y de auto-aprendizajes (Navone *et al.*, 2013a y 2013b). Aquí el error, el descubrimiento de su presencia y su solución, puede adquirir tonos lúdicos y genera interacciones con la máquina, con el mundo simbólico y con el grupo, que son particulares de este tipo de ambientes educativos.

Es importante tener en cuenta que el desarrollo del pensamiento algorítmico y computacional en este área del conocimiento tiene claros impactos positivos sobre el sistema educativo; contribuyendo a despertar vocaciones tempranas e intereses por la Informática y las Ciencias de la Computación; además de promover una visión mucho más actual y desafiante de la Física –y de las Ciencias de la Naturaleza, en general- en estrecha relación con disciplinas asociadas, tales como: Matemática e Ingeniería. En este sentido, contar con educadores que han transitado por una formación inicial o continua que contemple este aspecto puede redundar en beneficios de alto valor estratégico para el desarrollo de recursos humanos en nuestro país, en nuestra provincia y en la región.

En función de la red conceptual que hemos narrado como modelo de análisis, con sus principales nodos conceptuales -caracterizados por descriptores temáticos- y el campo de relaciones que se configura en ella y en torno a ella, procedemos ahora a describir los resultados obtenidos luego de realizar un estudio exploratorio sobre los diseños curriculares jurisdiccionales de las provincias de Chubut, Corrientes y Mendoza.

Resultados: En el diseño curricular jurisdiccional que propone la Provincia de Chubut para el Profesorado de Educación Secundaria en Física la dimensión computacional se despliega en torno a los constructos de máquina-herramienta y de máquina-colaborativa (DCJ Chubut, 2008). Es así como en diversos espacios se hace mención al uso de recursos informáticos destinados a producir, buscar y comunicar información en ciencias; también se habla de la exploración, utilización y diseño de simulaciones simples; aunque, en este último caso, no se especifica la metodología que se utilizaría para alcanzar dicho propósito. La noción de máquina-colaborativa también surge frecuentemente y se manifiesta con mayor intensidad en la unidad denominada: Nuevas Tecnologías Aplicadas a la Enseñanza. En ella se explicita como contenido el uso de Internet, la constitución de comunidades de aprendizaje y la comunicación mediada tecnológicamente -foros, chats y correo electrónico- así como la utilización de las denominadas tecnologías de la convergencia -blogs y wikis-.

En cuanto a la idea de máquina-laboratorio, es interesante notar que, si bien se lo cita a Seymour Papert en el texto, y siendo éste el creador de un lenguaje de programación especialmente orientado a educación –el LOGO-, no se hace mención explícita al diseño de algoritmos y a su codificación en algún lenguaje de programación (Navone *et al.*, 2008).

El diseño jurisdiccional propuesto por la provincia de Corrientes también muestra una clara predominancia de las nociones de máquina-herramienta y de máquina-colaborativa, resultando muy similar, en este sentido, al de la provincia de Chubut. Se propone el uso y producción de diversos recursos digitales tales como documentos, videos, portales en la web, presentaciones, software educativo y de simulación; aunque en este último caso, y en concordancia con el análisis realizado anteriormente, tampoco se menciona la metodología que se utilizaría para alcanzar este objetivo (DCJ Corrientes, 2012).

La noción de máquina-colaborativa, aparece en términos de "redes comunicacionales" y "círculos de aprendizaje". En cuanto al diseño de estrategias didácticas basadas en Internet, se menciona explícitamente la búsqueda de información, el desarrollo de webquests, weblogs y de páginas, entre otros. Estas ideas aparecen fuertemente en la unidad Tecnologías de la Información y la Comunicación, en donde se propone como formato la modalidad taller y se apela al trabajo cooperativo.

En algunas unidades de este diseño se sugiere la utilización de software de álgebra computacional y también se hace mención al tratamiento de estadístico de datos, en general, y de datos experimentales, en particular. Si bien estas temáticas están relacionadas con la idea de máquina-herramienta, también podrían dar lugar al desarrollo de estrategias de cálculo y al diseño de algoritmos que podrían acercar a la computadora al rol de máquina-laboratorio, pero no se explicita tal intencionalidad didáctica.

El diseño curricular jurisdiccional de la provincia de Mendoza propuesto para el Profesorado de Educación Secundaria en Física también basa su dimensión computacional en las concepciones de máquina-herramienta y de máquina-colaborativa (DCJ Mendoza, 2011). En correspondencia con los diseños anteriores, se recurre a recursos informáticos para: (1) la búsqueda, selección y procesamiento de información; (2) la gestión de bases de datos; (3) el uso, producción y comunicación de textos y materiales audiovisuales; (4) la implementación de simulaciones y animaciones; (5) la realización de cálculos numéricos y simbólicos; (6) la interacción en redes sociales y la

construcción de comunidades virtuales; entre otras aplicaciones. Además, se incluye a la computadora en la adquisición y el tratamiento de datos experimentales, haciendo mención explícita al uso de planillas de cálculo en relación directa con el ajuste de datos por mínimos cuadrados.

Resulta interesante destacar que en este diseño, a diferencia de los anteriores, se propone a los recursos informáticos como facilitadores de los procesos de modelización, pero no se explicita claramente si esto incluye la construcción de modelos computacionales.

Finalmente, en ninguno de los diseños analizados se propone el desarrollo de modelos computacionales y la implementación de experimentos numéricos a partir de ellos para dar lugar a la integración de la computadora como máquina-laboratorio e introducir a los futuros educadores en el campo de la Física Computacional Escolar.

Conclusiones: Los resultados obtenidos a partir del análisis de los diseños jurisdiccionales indican que existe un cierto predominio de la computadora como máquina-herramienta y como máquina-colaborativa; no existiendo una evidencia clara y explícita en torno a la presencia de este artefacto como máquina-laboratorio y en estrecha relación con el campo de la Física Computacional, tal como fuera definido en este estudio. Esperamos que el análisis realizado pueda servir de advertencia en torno a esta carencia y así promover la inclusión de este campo de trabajo educativo en el proceso de construcción de los futuros diseños curriculares específicos de nuestros Profesorados en Física.

Bibliografía

DCJ Chubut (2008). *Diseño Curricular Jurisdiccional para el Profesorado de Educación Secundaria en Física de la provincia de Chubut*. Ministerio de Educación, 84 pp. En: http://cedoc.infed.edu.ar/upload/Fisica_Completo.PDF (6/10/2014).

DCJ Corrientes (2012). *Diseño Curricular Jurisdiccional para el Profesorado de Educación Secundaria en Física de la provincia de Corrientes*. Ministerio de Educación, 113 pp. En: <http://dgescorrientes.net/discur/ProfesoradoFisica.pdf> (6/10/2014).

DCJ Mendoza (2011). *Diseño Curricular Jurisdiccional para el Profesorado de Educación Secundaria en Física de la provincia de Mendoza*. Ministerio de Educación, 109 pp. En: <http://des.mza.infed.edu.ar/sitio/upload/DCPES-FISICA.pdf> (7/10/2014).

Funtowicz, S.; Ravetz, J.R. (1997). *Epistemología política: Ciencia con la gente*. Buenos Aires: Centro Editor de América Latina.

Landau, R.H.; Páez, M.J. (1997). *Computational Physics: problem solving with computers*. New York: John Wiley & Sons.

Navone, H.D.; Turner, P.A. (2008). “Física Computacional en el nivel medio: ¿Una asignatura pendiente?” *Revista de Enseñanza de la Física* **21**: 61-74.

Navone, H.D.; Scancich, M.; Zorzi, A.F. (2013a). “Dados, palitos, pixels y bits: alternativas didácticas para explorar la metodología de Monte Carlo en un tono lúdico”, *Revista de Matemática: Teoría y Aplicaciones* **20** (2): 275-288.

Navone, H.D.; Melita, J.S. (2013b). “Decaimiento radiactivo: Jugando con dados reales y virtuales”. *Pedagogía 2013: Encuentro por la unidad de los educadores*: 96-115. Sello Editor: Educación Cubana, Ministerio de Educación, La Habana. Soporte: Digital (DVD).