



# Ciencia y Tecnología

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

# GTIX

Orellano, Elena

Ciencia y tecnología 2016: divulgación de la producción científica y tecnológica de la UNR/ Bulacio, Lucía; Pairoba, Claudio; coordinado por Elena Orellano, Lucía Bulacio, Claudio Pairoba, Patricia Ponce de León, Jorge Molero. 1a ed. Rosario: UNR Editora. Editorial de la Universidad Nacional de Rosario, 2016.

2037 p. : CD-ROM, PDF

978-987-702-187-5

1. Ciencia y Tecnología. I. Bulacio, Lucía; Pairoba, Claudio. II. Orellano, Elena, coord. III. Bulacio, Lucía, coord. IV. Pairoba, Claudio, coord. V. Ponce de León, Patricia, coord. VI. Molero, Jorge, coord. VII. Título.

CDD 660 336

978-987-702-187-5

© Orellano, Elena 2016  
Universidad Nacional de Rosario



**UNR** Secretaría de  
Ciencia y Tecnología

**Fundación**  
**Nuevo Banco de Santa Fe**

**UNR**  
**EDITORIA**



Asociación de Universidades  
**GRUPO MONTEVIDEO**



Libro  
Universitario  
Argentino

**CiN REUN**

Red de Editoriales  
de las Universidades Nacionales  
de la Argentina

#### **UNR Editora**

Editorial de la Universidad Nacional de Rosario  
Secretaría de Extensión Universitaria  
Urquiza 2050 - S2000AOB / Rosario, República Argentina  
[www.unreditora.edu.ar](http://www.unreditora.edu.ar) / [editora@sede.unr.edu.ar](mailto:editora@sede.unr.edu.ar)

## ANÁLISIS EXPLORATORIO SOBRE LA PRESENCIA DE CONTENIDOS DE FÍSICA AMBIENTAL EN LOS DISEÑOS CURRICULARES JURISDICCIONALES DE PROFESORADOS EN FÍSICA

Navone, H.D.<sup>1,2</sup>; Moskat, V.<sup>1</sup> y Fourty, A.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura (Universidad Nacional de Rosario); <sup>2</sup> Instituto de Física de Rosario (CONICET-Universidad Nacional de Rosario)

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

**Introducción:** En términos operativos, estratégicos y disciplinares, es posible y conveniente pensar a la *Física Ambiental* como un campo de trabajo en permanente construcción; en donde se definen y abordan diversas problemáticas complejas como objetos de estudio que se instalan en los bordes de la Física y se comparten con variadas disciplinas, involucrando múltiples dimensiones de análisis e integrando perspectivas de carácter cultural, social, político, ético y económico. En este sentido, es posible definir en términos amplios a la Física Ambiental como la Física que se ocupa de la identificación y análisis de problemáticas ambientales, dedicándose a aportar aspectos que permitan su abordaje, resolución, mitigación y/o prevención (Boeker y Grondelle, 1995); todo esto sin perder de vista los modos dominantes de producir, de consumir y de habitar el planeta que subyacen en las problemáticas que se estudian. Se trata de un campo de trabajo en donde se miden y analizan datos ambientales; en donde se diseñan e implementan modelos computacionales y se realizan simulaciones para evaluar posibles evoluciones, caracterizar riesgos y prever impactos ambientales; en donde se proponen, elaboran y analizan regulaciones, normas y medidas de carácter político (Boeker y Grondelle, 1995; Boeker *et al.*, 2003); todo esto sin perder de vista la presencia de incertezas de carácter cognitivo, epistémico y ético, así como la existencia de una pluralidad de perspectivas legítimas en cada situación o escenario de análisis (Funtowicz y Ravetz, 1997).

En términos educativos, recurrir a la *naturaleza* como un referente didáctico es una estrategia que está presente en nuestros sistemas de enseñanza y aprendizaje, pero el carácter de su inscripción ha ido cambiando con el transcurso del tiempo (Meinardi *et al.*, 1998). Así es como el propio concepto de *naturaleza* comienza a ser complementado por la noción más abarcadora de *ambiente*, puesto que el ambiente no es sólo naturaleza y los desafíos educativos actuales exigen superar el carácter limitado de esta concepción (González Gaudiano, 2000). En este sentido, algunos estudios proponen la construcción de un nuevo saber -el *saber ambiental*-, que

problemática, cuestione e interpele al pensamiento hoy fragmentado en disciplinas y desmenuzado en problemas disciplinares con un alto nivel de especificidad (Leff, 2010).

Desde una perspectiva educativa, entonces, el abordaje de la Física Ambiental permite, en principio: 1) trabajar sobre la Física asociada a *problemáticas ambientales* de carácter global y/o local, promoviendo un aprendizaje disciplinar activo y comprometido de estudiantes y educadores; 2) poner a la Física en el contexto y bajo la influencia de otros campos del saber, proponiendo un carácter holístico e integrador en el abordaje de las problemáticas; 3) visualizar que las temáticas y los modos de trabajo en Física pueden enriquecer y promover procesos de reflexión ética y de participación ciudadana; 4) construir comunidades de aprendizaje y de práctica que den cabida al ingreso de múltiples perspectivas de análisis y a los dilemas e incertezas que ellas conllevan, asumiendo el carácter socio-político como dimensión que distingue a todo “lo ambiental” y, muy en particular, a la Física Ambiental.

A partir del marco teórico de referencia expuesto y teniendo en cuenta los propósitos educativos que hemos enunciado para este campo problemático, el objetivo central de este trabajo es identificar la presencia de temáticas relacionadas con la dimensión ambiental, en general, y con el campo la Física Ambiental, en particular, en los diseños curriculares jurisdiccionales propuestos para los Profesorados de Educación Secundaria en Física, para luego analizarlos e interpelarlos críticamente. Los diseños seleccionados como estudios de caso corresponden a las provincias de Chubut (DCJ Chubut, 2008), Mendoza (DCJ Mendoza, 2011) y Corrientes (DCJ Corrientes, 2012).

**Aspectos metodológicos:** Para realizar este estudio se procedió a caracterizar la posible presencia de contenidos, enfoques y dispositivos pertenecientes al campo problemático de la Física Ambiental mediante un conjunto de *descriptores temáticos*, identificando los principales nodos conceptuales y sus posibles relaciones con las dimensiones que son propias de “lo ambiental”, todo esto a partir de una revisión documental sobre la temática; se relevó la presencia de las principales *perspectivas y enfoques* descriptos en la literatura y, también, se analizó la existencia de posibles *categorías discursivas* que pudieran dar cuenta de la concepción de ambiente subyacente en cada propuesta.

Como marco general de análisis, se considera que la noción de ambiente es un constructo compartido que concierne a lo que es común, a lo que es de todos, dando lugar a una categoría relacional en donde aquello que consideramos como “natural” y aquello que inscribimos como “social” se encuentran recíprocamente determinados y en permanente interacción (Gurevich, 2011). El ambiente, entonces, refiere a un sistema dinámico de naturaleza compleja que emerge y se configura en el espacio de interacción entre los ecosistemas y los sistemas

socioculturales, constituyéndose en una noción que es irreductible a campos disciplinares particulares (García y Priotto, 2009).

Los descriptores temáticos que caracterizan a la dimensión ambiental, en general, y a la Física Ambiental, en particular, se situaron discursivamente en dos niveles: (1) nivel léxico y sintáctico: léxico, en términos de palabras y de frases (naturaleza, ambiente, ecosistema, biosfera, impacto ambiental, problemática ambiental, crisis ambiental, ciudadanía ambiental, cambio climático, entre otros); sintáctico, en relación al contexto de uso que proveen las oraciones en donde aparecen y (2) nivel declarativo o discursivo situado; esto es, construcciones más generales –relaciones entre oraciones– que dan cuenta de la presencia de significados, enfoques y perspectivas o, bien, que dan lugar a la interpretación de su posible existencia. Al respecto, es importante destacar que las palabras, frases y declaraciones sólo actúan como “pistas” para la construcción de sentido, asumiendo un significado de carácter situado en el contexto real de uso (Gee, 2009).

A los fines de este estudio, y en correspondencia con lo reportado en la literatura sobre esta temática, se identificaron tres enfoques o perspectivas que, en nuestra opinión, pueden influenciar sobre la presencia de “lo ambiental” en el sistema educativo: (1) Educación Ambiental como dimensión de carácter transversal, asociada a todas las disciplinas pero sin ser patrimonio exclusivo de ninguna de ellas (Meinardi *et al.*, 1998; González Gaudiano, 2000); (2) el enfoque Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente (CTSA) que propone abordar críticamente las tensiones socio-ambientales relacionadas con el desarrollo científico y tecnológico; y (3) el Paradigma de la Complejidad que, en un intento por reunir aportes de distintos campos del conocimiento, formula una serie de principios en términos de valores, de pensamiento y de acción que también impactan en el campo educativo (Bonil *et al.*, 2004).

Finalmente, asumiendo que la concepción de ambiente que se expresa en un diseño curricular en particular influye muy significativamente en el desarrollo de competencias y en el diseño e implementación de estrategias y dispositivos educativos (González Gaudiano, 2000), se resolvió considerar como parte del modelo de análisis diseñado a las categorías de ambiente propuestas por Sauvé (1997): (1) *ambiente-naturaleza*, en donde se prioriza la visión –o misión– de apreciarlo para respetarlo y conservarlo; (2) *ambiente-recurso*, en donde es necesario interceder para gestionarlo; (3) *ambiente-problema*, en donde hay que intervenir para mitigar y solucionar; (4) *ambiente-medio de vida*, para acondicionarlo, construirlo y modificarlo a partir de conocerlo; (5) *ambiente-biosfera*, en tanto soporte de nuestra especie a largo plazo y (6) *ambiente-proyecto comunitario*, basado en la participación ciudadana (González Gaudiano, 2000).

La metodología de análisis descripta, de carácter cualitativo y exploratorio, se aplicó –en términos de estudios de caso- a los diseños curriculares jurisdiccionales propuestos para los Profesorados en Física de las provincias de Chubut, Corrientes y Mendoza.

**Resultados:** El estudio del diseño curricular de la provincia de Chubut (DCJ Chubut, 2008) realizado aplicando nuestra metodología de análisis nos permitió establecer las siguientes constataciones y conjeturas: (1) no se propone a la Física Ambiental como un espacio o unidad curricular específica; (2) se menciona el propósito de analizar reflexivamente y críticamente las relaciones entre ciencia, tecnología y problemáticas sociales, hecho que presupone la existencia del enfoque CTS como parte del diseño; (3) indica la necesidad de establecer relaciones entre disciplinas del área de Ciencias Naturales y de otros campos del conocimiento, dando lugar a posibles visiones multidisciplinares e interdisciplinares, en donde las problemáticas ambientales pudieran tener cabida; (4) en relación con lo anterior, se hace referencia a la existencia de posibles *trayectos curriculares* en el interior de la carrera, los que pueden estar dirigidos al abordaje de *situaciones problemáticas* –que podrían ser ambientales, aunque no se las menciona explícitamente- que involucren a distintas disciplinas y requieran de un enfoque interdisciplinar; (5) si bien se establece a la enseñanza como una *práctica social situada* y como una tarea de intervención social, no se hace referencia explícita a “lo ambiental” como posible componente de dicha práctica o intervención; (6) en relación a lo mencionado anteriormente, en las unidades curriculares “Ondas” y “Química Básica” se menciona explícitamente al enfoque CTSA; (7) en “Física Atómica y Nuclear” se propone abordar la interacción entre radiación y materia y sus efectos biológicos, dando lugar a la posible inserción de *problemáticas ambientales* relacionadas con esta temática en términos de potenciales desarrollos curriculares; (8) en “Introducción a la modelización científica” se propone analizar el contexto sociocultural de la actividad de modelización –dando cabida a las cosmovisiones de los pueblos y a las cosmovisiones de las ciencias-, abordar la relación entre modelo y realidad, y la modelización de eventos reales; todo esto puede hacer posible el ingreso de temáticas del orden de lo ambiental o del “saber ambiental”, con sus consecuentes incertezas cognitivas, epistémicas y éticas, aunque no se hace mención explícita a ello; (9) en cuanto al ambiente, aparece muy poco como categoría discursiva explícita, primando la idea de *ambiente-naturaleza* para cuidarlo y preservarlo; la noción de *ambiente-problema* se sugiere cuando se hace mención al constructo “calidad de vida” y la categoría de *ambiente-proyecto comunitario* podría estar implicada cuando se hace referencia a procesos de construcción de ciudadanía y de participación ciudadana.

El análisis del diseño curricular jurisdiccional correspondiente a la provincia de Mendoza (2011) nos permitió advertir e interpretar -en términos de análisis conjetural- lo siguiente: (1) si bien no se propone una actividad curricular específica con la denominación “Física Ambiental”, sí se propone a “Física de la Tierra” como asignatura, dando lugar a un espacio curricular que permitiría trabajar en el campo problemático que estamos analizando; (2) la carga conceptual de este espacio parece estar más puesta en el estudio de la dinámica de los procesos naturales del planeta, siendo organizada en base a los siguientes ejes temáticos: “Física Terrestre”, “Física de la Atmósfera” y “Física de los Océanos”; a ellos se les agrega el eje “Impactos ambientales y cambio climático”, en donde ahora el discurso parece estar más dirigido hacia la problemática del “cambio climático” y a la mitigación de sus posibles consecuencias; en el contexto de “Física de la Atmósfera” también se propone abordar el tema “contaminación ambiental”; aunque, en general, no se hace mención específica en esta unidad a las diversas problemáticas de carácter ambiental y de origen antrópico, salvo en el caso ya mencionado de “cambio climático”; (3) en términos generales, el diseño menciona la formación de profesionales capaces de participar en la detección y solución de problemas comunitarios, y también hace hincapié en una práctica socialmente situada y contextualizada dirigida a mejorar las condiciones de vida de los sujetos implicados, dando lugar, en este contexto de análisis, a la posible inscripción de problemáticas de carácter ambiental; (4) en la asignatura “Filosofía” se propone abordar el constructo “Tecnociencia” y sus implicancias, se propone abordar la “acción humana” para consigo mismos, para con la *naturaleza* y para con el mundo cultural, y se traza la tensión entre la satisfacción de necesidades actuales frente a la solidaridad con las generaciones futuras, así como entre igualdad y equidad; estos temas, entre otros, permiten conjeturar acerca de la potencial inclusión de lo socio-ambiental en términos de desarrollo curricular; (5) el enfoque CTSA aparece explícitamente en la asignatura “Didáctica de la Física II”, además se menciona la importancia del “entorno” y del “trabajo de campo” en el área de las Ciencias Naturales, y se registra la presencia del dispositivo educativo “campamento científico”; siendo recursos que pueden ser muy bien aprovechados para inscribir la dimensión ambiental y el trabajo en Física Ambiental; (6) en la unidad “Física IV” se propone abordar contenidos de “Física Nuclear”, incluyendo los siguientes temas: estabilidad nuclear y radiactividad, actividades y vidas medias, reacciones nucleares, fisión nuclear, reactores nucleares, fusión nuclear y energía termonuclear; evidentemente, todas estas temáticas podrían servir como puntos de entrada para el despliegue de estrategias centradas en Física Ambiental; (7) en cuanto al ambiente, éste aparece como categoría discursiva explícita en “Física de la Tierra”, primando la idea de *ambiente-problema*; se recurre a la noción de

*ambiente-naturaleza* para valorarlo y preservarlo y la categoría de *ambiente-proyecto comunitario* se sugiere cuando se mencionan dimensiones relacionadas con la participación ciudadana reflexiva y crítica.

El estudio realizado sobre el diseño curricular de la provincia de Corrientes (DCJ Corrientes, 2012) produjo como resultados las siguientes constataciones y conjeturas: (1) se registra la existencia de un taller denominado “Ciencias de la Tierra”, en donde se propone abordar problemáticas ambientales desde un enfoque multidisciplinar; (2) en esta unidad, las problemáticas se caracterizan como “socio-ambientales” y se menciona explícitamente la presencia de impactos ambientales antrópicos; (3) se proponen tres ejes orientadores de contenidos: “La Tierra como sistema: estructura y dinámica”, “Ciclos de materia y flujos de energía” y “Fenómenos que afectan el equilibrio”; en los dos primeros se despliegan temas específicos del campo disciplinar de la unidad, mientras que en el último se desplaza el centro de interés hacia las problemáticas ambientales, poniendo especial atención en el área de Física de la Atmósfera, abordando “cambio climático” y “lluvia ácida” e incluyendo a la dimensión social y a los procesos de mitigación y de respuesta social frente a estos problemas; (4) si bien el taller propone ejes de contenidos centrados en “Ciencias de la Tierra” y problemáticas ambientales asociadas de carácter global, se menciona el trabajo con unidades de análisis que abarcan tanto lo rural como lo urbano, posibilitando –en términos conjeturales y potenciales– el ingreso de otras problemáticas socio-ambientales durante el desarrollo curricular; (5) se registra la presencia de “lo ambiental” como contenido transversal en diversas unidades curriculares: “Termodinámica”, “Ética y ciudadanía”, “Química General”, “Ciencias físicas y su influencia en la sociedad”, entre otras; (6) el enfoque CTSA se menciona explícitamente algunos espacios, tales como “Termodinámica” y “Didáctica de la Física”; (7) en “Física Moderna” se abordan contenidos relacionados con reactores nucleares y efectos biológicos de las radiaciones, constituyéndose en un potencial punto de entrada para el trabajo en Física Ambiental, aunque no se sugiere explícitamente nada al respecto; (8) como propuesta variable o complementaria se menciona a un “Taller de energías alternativas”, en donde claramente se pueden desplegar contenidos y dispositivos de Física Ambiental; (9) las categorías de ambiente que se priorizan son: *ambiente-naturaleza*, cuando se recurre a la idea de “cuidado y preservación del medio ambiente”; *ambiente-problema*, al abordar problemáticas ambientales y *ambiente-proyecto comunitario*, cuando se explicita el carácter socio-ambiental de los problemas y la necesidad de formar profesores y ciudadanos comprometidos con esta temática.

Si bien es posible conjeturar que en todos los diseños se incluyen contenidos relacionados con Educación Ambiental, en ninguno de los casos analizados se menciona explícitamente este

abordaje como dimensión transversal a ser desplegada. Tampoco se registra explícitamente al Paradigma de la Complejidad como principio organizador o perspectiva de carácter estructurante; sí, por supuesto, hay evidencias de contenidos implicados o sugeridos en esta línea. En cambio, el enfoque CTSA se menciona explícitamente en todos los diseños curriculares analizados.

**Conclusiones:** Sin perder de vista el carácter exploratorio del análisis realizado y sin pretensiones de exhaustividad, los resultados cualitativos obtenidos indican que la Física Ambiental no está contenida como espacio curricular específico en los diseños curriculares estudiados y que “lo ambiental”, cuando se manifiesta, se encuentra un tanto disperso como temáticas que se abordan en algunas unidades curriculares más generales y/o como propuestas asociadas al enfoque Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente (CTSA). En este sentido, consideramos y advertimos que tal dispersión puede conducir al tratamiento de “lo ambiental” sólo a través de su expresión en términos de “problemáticas ambientales” que deben ser resueltas, mitigadas o, en el mejor de los casos, prevenidas; ocultando, de alguna manera, la reflexión crítica, profunda y necesaria acerca de los modos dominantes de producir, de consumir y de habitar nuestro planeta. Esto es, haciendo invisible la dimensión política intrínsecamente implicada en todo proceso educativo inscripto en el campo problemático definido por “lo ambiental”, en general, y por la Física Ambiental, en particular. Esperamos que el análisis realizado pueda ser de utilidad para enriquecer los procesos de construcción de futuros diseños y espacios curriculares; así como en el desarrollo curricular de aquellos que hoy están en vigencia; promoviendo, a su vez, el despliegue de trayectos de formación permanente de educadores en esta temática.

### **Bibliografía**

- Boeker, E.; van Grondelle, R.; Blankert, P. (2003). “Environmental physics as a teaching concept”. *European Journal of Physics* **24**, 1-10.
- Bonil, J.; Sanmartí, N.; Tomás, C.; Pujol, R.M. (2004). "Un nuevo marco para orientar respuestas a las dinámicas sociales: el paradigma de la complejidad". *Investigación en la escuela* N° 53. Montequinto-Sevilla: Díada Editora: 1-20.
- 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](http://cedoc.infed.edu.ar/upload/Fisica_Completo.PDF) (5/11/2015).
- 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> (5/11/2015).

- 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> (5/11/2015).
- Funtowicz, S.; Ravetz, J.R. (1997). *Epistemología política: Ciencia con la gente*. Buenos Aires: Centro Editor de América Latina, 94 pp.
- García, G.S.; Priotto, G. (2009). *Educación Ambiental: aportes políticos y pedagógicos en la construcción del campo de la educación ambiental*. Buenos Aires: Presidencia de la Nación, 228 pp.
- Gee, J.P. (2009). “La alfabetización crítica como análisis crítico del discurso”. En: *Discurso y Educación: herramientas para el análisis crítico*, Mónica Pini (comp.). San Martín: UNSAM EDITA, 418 pp.
- González Gaudiano, E. (2000). “Los desafíos de la transversalidad en el curriculum de la educación básica en México”. *Tópicos de Educación Ambiental* 2 (6): 63-69.
- Gurevich, R. (2011). *Ambiente y educación: una apuesta al futuro*. Buenos Aires: Paidós, 256 pp.
- Meinardi, E.; Chion, A.R.; González Urda, E. (1998). *Teoría y práctica de la educación ambiental*. Buenos Aires: Aique, 159 pp.
- Sauvé, L. (1997). “Tendencias y desafíos de la educación ambiental contemporánea”. *Actas del IV Congreso Interamericano sobre el Medio Ambiente*: 304-309. Caracas: Universidad Simón Bolívar.