



# Ciencia y Tecnología

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

# GT XI

Orellano, Elena

Ciencia y Tecnología 2017: 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, 2018.

CD-ROM, PDF

ISBN 978-987-702-304-6

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 607

ISBN 978-987-702-304-6

© Orellano, Elena

© Universidad Nacional de Rosario

Queda hecho el depósito que marca la ley 11.723.

Ninguna parte de esta obra puede ser reproducida sin el permiso previo del editor.



# CONSTRUCCIÓN CRÍTICA DE COMPETENCIAS DOCENTES EN FÍSICA CUÁNTICA: Análisis cualitativo y exploratorio de diseños curriculares jurisdiccionales de Profesorados en Física

Menchón, R.<sup>1,2</sup>; Lisandrini, F.<sup>1,2</sup>; Fourty, A.<sup>1,2</sup>; Gazza, C.<sup>1,2</sup>; Navone, H.D.<sup>1,2</sup>

1. Instituto de Física de Rosario (CONICET-Universidad Nacional de Rosario)

2. Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura.

Universidad Nacional de Rosario.

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

## Introducción

Los fenómenos cuánticos no sólo son objetos de estudio en el terreno de la investigación científica sino que, además, están presentes en diversas aplicaciones de uso actual – imágenes médicas, nanociencia, láser, semiconductores– y constituyen la base de nuevas y posibles tecnologías, tales como: computación cuántica y criptografía cuántica (Krijtenburg-Lewerissa et al., 2017).

Puesto que la Física Cuántica desafía al sentido común y a nuestra forma de comprender el mundo, también promueve la construcción de diversas interpretaciones que estimulan el pensamiento reflexivo y crítico. En este sentido, consideramos importante advertir que algunas veces el tratamiento superficial de estas temáticas se torna confuso y puede dar lugar a interpretaciones inapropiadas, generando imágenes distorsionadas de este campo disciplinar y de sus alcances.

Todo esto, unido a un mundo cada vez más interconectado en donde información de diversa calidad fluye por múltiples canales, hace que el impacto tecnológico, cultural y simbólico de este campo problemático requiera del despliegue de estrategias educativas que promuevan la *construcción crítica de competencias* para poder abordarlo en los trayectos de formación inicial y permanente de educadores en Física.

Ahora bien, el carácter polisémico del término *competencias* hace que su utilización en el campo educativo esté sujeta a una serie de confusiones y de controversias. Algunos autores consideran que se trata de una expresión de carácter epocal que surge a fines del siglo XX y comienzos del siglo XXI en función de intereses sectoriales dirigidos a obtener resultados del sistema educativo que se traduzcan eficientemente en habilidades necesarias

para el mundo del trabajo (Díaz-Barriga, 2011). De ser éste el caso, estaríamos hablando de *competencias operativas al día*, esto es, de aquellas *habilidades* necesarias para afrontar demandas técnicas de naturaleza específica para resolver problemáticas previamente definidas de carácter también específico y, por lo tanto, descontextualizadas.

Lejos de subestimar la importancia que tiene este tipo de habilidades para el diario vivir, en este estudio nos referiremos al desarrollo de competencias en términos de movilización e integración de *capacidades y contenidos* para actuar en *situaciones y contextos problemáticos* (Roegiers, 2010), en donde coexisten incertezas de carácter disciplinar, epistemológico y ético (Funtowicz y Ravetz, 1993). Más aún, y profundizando el análisis, trabajaremos sobre la idea de *construcción crítica de competencias*, constructo teórico que nos permite incorporar en su definición operativa la *racionalidad* puesta en juego y el *interés cognitivo* que opera en ella.

En términos generales, consideraremos que en nuestras construcciones teóricas intervienen racionalidades que responden a distintos intereses cognitivos: (1) una *racionalidad empírico-analítica* que responde a un *interés técnico e instrumental*, muchas veces hegemónica en este campo del conocimiento; (2) una *racionalidad histórico-hermenéutica*, cuyo interés es de carácter *práctico y comprensivo*; y (3) una *racionalidad ético-crítica*, basada en un interés de carácter *emancipatorio* (Cullen, 2008; Grundy, 1998).

En síntesis, cuando hablamos de construcción crítica de competencias nos estamos refiriendo a una construcción que hace uso de una racionalidad ético-crítica guiada por un interés cognitivo de carácter emancipador que pone en juego capacidades y contenidos en el abordaje de situaciones y contextos complejos, todo esto en presencia de incertezas de carácter disciplinar, epistemológico y ético. En nuestro caso, se tratará de la construcción crítica de competencias docentes en Física Cuántica, considerando sus relaciones con otros campos del conocimiento, así como su impacto en términos tecnocientíficos, políticos, estratégicos, socio-culturales y, por supuesto, educativos.

Partiendo de estas premisas generales, el objetivo central de este estudio ha sido reflexionar acerca del campo problemático de trabajo educativo que es posible definir en torno a la Física Cuántica, e identificar el alcance y el carácter de su presencia en los Diseños Curriculares Jurisdiccionales (DCJ) propuestos para los Profesorados de Educación Secundaria en Física en diversas provincias de nuestro país. Para realizar este análisis, se

definió y caracterizó operativamente al campo de la Física Cuántica mediante un conjunto de dimensiones de análisis, identificándolas mediante descriptores temáticos, enfoques y perspectivas de trabajo.

Luego, utilizando esta caracterización como instrumento de análisis, se procedió a realizar un estudio exploratorio y cualitativo de la presencia de este campo en las propuestas curriculares correspondientes a las provincias de Catamarca, Chubut, Córdoba, Corrientes y Mendoza.

### **Aspectos metodológicos**

Para poder realizar un primer análisis de carácter exploratorio y cualitativo acerca de cómo se expresa en los Diseños Curriculares Jurisdiccionales (DCJ) el campo problemático de la Física Cuántica, se hizo necesario tornar operativa a nuestra definición de *construcción crítica de competencias docentes*, puesto que éste es nuestro propósito-guía. En este sentido, consideramos importante destacar y advertir que éste es un ideal, puesto que toda construcción curricular está siempre sujeta a una serie de mandatos, urgencias y ligaduras de diversa naturaleza que, de alguna manera, van configurando sus condiciones de posibilidad.

Tal como ya mencionamos, en este estudio entendemos a la *construcción crítica de competencias docentes en Física Cuántica* como una construcción que hace uso de una racionalidad ético-crítica guiada por un interés cognitivo de carácter emancipador que pone en juego capacidades y contenidos en el abordaje de situaciones y contextos complejos, todo esto en presencia de incertezas de carácter disciplinar, epistemológico y ético. Situaciones y contextos, además, que relacionan a este campo con otros campos del conocimiento y con su impacto en términos tecnocientíficos, socio-culturales y educativos.

En términos metodológicos, y a partir de esta definición-guía, nos es posible trazar, ahora, una serie de dimensiones de análisis sobre las cuales intentaremos proyectar las expresiones curriculares correspondientes al campo problemático de la Física Cuántica presentes en cada uno de los DCJ mencionados.

Las dimensiones de análisis que construimos a partir de nuestro propósito-guía son: (1) estilos curriculares presentes, definidos por las racionalidades e intereses cognitivos puestas en juego; (2) dimensión educativa, pensada en términos de abordajes pedagógicos y didácticos; (3) naturaleza del campo disciplinar, considerada en términos históricos, so-

ciológicos y epistemológicos; (4) enfoques, definidos por la presencia de la relación Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente (CTSA); por contenidos relacionados con formación ciudadana y alfabetización científica y tecnológica (ACyT) y/o por perspectivas asociadas con Educación para la Paz, entre otros posibles; (5) impacto tecnocientífico, socio-cultural, estratégico, político, económico y educativo de este campo disciplinar.

## **Resultados**

En el presente trabajo se analizaron los DCJ correspondientes a las provincias de Catamarca, Chubut, Córdoba, Corrientes y Mendoza con el propósito de relevar la presencia del campo problemático definido en torno a Física Cuántica; todo esto con la finalidad de extraer conclusiones que nos permitan contribuir a enriquecer el diseño y el desarrollo curricular del Profesorado en Física de la Universidad Nacional de Rosario.

Destacando una vez más el carácter exploratorio y cualitativo de este trabajo, a continuación se presenta una breve síntesis de los resultados obtenidos aplicando la metodología de análisis descripta anteriormente.

En el DCJ de la provincia de Chubut (DCJ Chubut, 2008) los contenidos específicos de Física Cuántica se concentran principalmente en dos unidades curriculares relacionadas entre sí: (1) *Física Atómica y Nuclear*, que se presenta como una pre-cuántica y (2) *Mecánica Cuántica*. Si bien en la descripción y en los objetivos de ambas asignaturas se mencionan en términos generales temáticas relacionadas con la dimensión educativa y con la naturaleza del campo disciplinar, y también se hace referencia a su importancia en términos socio-culturales, los contenidos mínimos que se proponen abarcan los temas definidos convencionalmente para este campo con un estilo curricular de carácter técnico, no registrándose la presencia explícita de las demás dimensiones consideradas en este estudio. En particular, se menciona la interacción de la radiación con la materia y sus efectos biológicos, temática que podría dar lugar a un enfoque desde la relación CTSA, aunque no se hace referencia explícita al respecto.

La expresión curricular del campo de Física Cuántica que se propone en el DCJ de la provincia de Córdoba (DCJ Córdoba, 2010) se concentra, principalmente, en la asignatura *Física del Siglo XX*. Nuevamente, el estilo curricular responde a un interés de carácter técnico que se expresa en los contenidos usuales para este campo del conocimiento. Se mencionan aspectos correspondientes a la dimensión que hemos denominado naturaleza

del campo disciplinar en la sección orientaciones para la enseñanza, pero no hay una correspondencia explícita con los contenidos específicos propuestos. Si bien en el marco orientador se hace mención a “reactores nucleares” y en los contenidos mínimos se habla de “aplicaciones de las reacciones nucleares” y de “las radiaciones y sus efectos biológicos” no se propone problematizar explícitamente estas temáticas ni enfocarla desde la perspectiva CTSA o Educación para la Paz, por ejemplo. Se mencionan algunas temáticas relacionadas con el impacto tecnocientífico de este campo del conocimiento, como “el láser y sus aplicaciones”. Consideramos que las demás dimensiones de análisis propuestas en este estudio no tienen una presencia destacada.

En el DCJ de la provincia de Mendoza (DCJ Mendoza, 2011) los contenidos del campo de Física Cuántica se despliegan en la unidad curricular *Física IV*. A partir del análisis de los contenidos de esta unidad, consideramos que el estilo curricular responde a una racionalidad empírico-analítica basada en un interés cognitivo de carácter técnico. Si bien en las expectativas de logro se hace mención al funcionamiento básico de un reactor nuclear, no se trabaja esta problemática desde otros intereses cognitivos ni desde otros enfoques como CTSA y Educación para la Paz, por ejemplo; tampoco se propone explícitamente problematizar el impacto de esta tecnología. Se menciona la dimensión histórica y epistemológica, pero no se despliegan contenidos relacionados con la naturaleza del campo disciplinar explícitamente. En nuestra opinión, no se registra una presencia destacada y explícita de las demás dimensiones de análisis que estamos considerando en este estudio.

El DCJ del Profesorado de Educación Secundaria en Física de la provincia de Corrientes (DCJ Corrientes, 2012) propone la unidad curricular *Física Moderna* con contenidos correspondientes al campo de la Física Cuántica. En términos comparativos, los contenidos de esta unidad curricular son muy semejantes a los presentados en el DCJ de la provincia de Córdoba. Nuevamente, el estilo curricular responde a un interés de carácter técnico y los contenidos son los usuales para este campo del conocimiento, no registrándose la presencia destacada de otras dimensiones de análisis en términos explícitos.

El campo de Física Cuántica en el DCJ de la provincia de Catamarca (DCJ Catamarca, 2015) se despliega en dos unidades curriculares: (1) *Física Contemporánea*, que se propone como Seminario y (2) *Física Cuántica*, que se establece como Asignatura.

En *Física Contemporánea* se proponen ejes temáticos que abordan exhaustivamente contenidos correspondientes al campo de conocimiento que es objeto de este análisis. En par-

ticular, se propone trabajar explícitamente sobre las limitaciones de los modelos en el abordaje de algunas temáticas. Al igual que los anteriores, el estilo curricular de este diseño responde a un interés de carácter técnico, aunque incorpora explícitamente temáticas que bien pueden permitir el despliegue de otras racionalidades, enfoques y dimensiones, tales como: “Desechos radiactivos. Impacto en el medio. Usos de las radiaciones en la medicina, el agro y en la conservación de frutas y verduras. Efecto nocivo de las radiaciones”; o bien, “Centrales de energía nuclear existentes en el país. Producción de radioisótopos”, por ejemplo.

En la asignatura *Física Cuántica* se hace una revisión de las temáticas abordadas en la unidad previa y luego se introduce el formalismo junto con los problemas típicos que usualmente lo acompañan, así como los experimentos cruciales asociados. Como rasgo característico de este diseño, destacamos que la dimensión educativa forma parte del despliegue de contenidos, y se explicita en términos de: (1) “Valoración del razonamiento crítico, aprendizaje autónomo y el intercambio de ideas”; (2) “Resolución de problemas, organización y planificación de soluciones. Comunicación oral y/o escrita de soluciones”; (3) “Elaboración de síntesis, análisis de textos, mapas conceptuales, V de Gowin”.

A partir de los contenidos que explícitamente se mencionan en esta propuesta, consideramos que resulta factible inferir en términos potenciales y prácticos el posible desarrollo curricular de otras racionalidades e intereses, así como de temáticas vinculadas a las demás dimensiones de análisis que hemos propuesto en este estudio.

## **Conclusiones**

Los resultados obtenidos indican que, en general, prevalece una definición curricular centrada en los contenidos de la disciplina de referencia, desplazando a la dimensión humana, socio-histórica y ética –con sus racionalidades e intereses asociados– en la construcción y en el despliegue de los conceptos de este campo problemático.

En consonancia con este último aspecto, también resulta interesante destacar que la dimensión educativa, si bien subyace naturalmente en todas las propuestas, emerge pocas veces en términos explícitos en los contenidos específicos sugeridos para este campo.

Finalmente, el análisis realizado nos permitió configurar en términos educativos el campo problemático que es posible desplegar en torno a Física Cuántica y construir una serie de

ideas directrices al respecto, enriqueciendo, de esta manera, el desarrollo curricular del Profesorado en Física de la Universidad Nacional de Rosario.

## Bibliografía

1. CULLEN, C. (2008). *Crítica de las razones de educar: temas de filosofía de la educación*. Buenos Aires: Paidós, 264 pp.
2. GRUNDY, S. (1998). *Producto o praxis del curriculum*. Madrid: Morata, 280 pp.
3. DCJ Catamarca (2015). *Diseño Curricular Jurisdiccional para el Profesorado de Educación Secundaria en Física de la provincia de Catamarca*. Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología, 156 pp. En: [http://des.cat.infed.edu.ar/sitio/upload/DCJ-2015\\_Profesorado\\_de\\_Educ\\_Secundaria\\_en\\_Fisica.pdf](http://des.cat.infed.edu.ar/sitio/upload/DCJ-2015_Profesorado_de_Educ_Secundaria_en_Fisica.pdf) (18/10/2016).
4. 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) (18/10/2016).
5. DCJ Córdoba (2010). *Diseño Curricular Jurisdiccional para el Profesorado de Educación Secundaria en Física de la provincia de Córdoba*. Ministerio de Educación, 83 pp. En: [http://dges.cba.infed.edu.ar/sitio/upload/DISEÑO\\_CURRICULAR\\_FISICA\\_2010.pdf](http://dges.cba.infed.edu.ar/sitio/upload/DISEÑO_CURRICULAR_FISICA_2010.pdf) (18/10/2016).
6. 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/discurs/ProfesoradoFisica.pdf> (18/10/2016).
7. 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> (18/10/2016).
8. DÍAZ-BARRIGA, A. (2011). Competencias en educación. Corrientes de pensamiento e implicaciones para el currículo y el trabajo en el aula. *Revista Iberoamericana de Educación Superior II* (5), pp. 3-24.
9. FUNTOWICZ, S; RAVETZ, JR. (1993). *Epistemología política: Ciencia con la gente*. Buenos Aires: Centro Editor de América Latina.
10. KRIJTENBURG-LEWERISSA, K; POL, HJ; BRINKMAN, A; van JOOLINGEN, WR. (2017). Insights into teaching quantum mechanics in secondary and lower undergraduate education. *Physical Review Physics Education Research* 13, pp. 1-21.
11. ROEGIERS, X. (2010). *Una pedagogía de la integración: Competencias e integración de los conocimientos en la enseñanza*. México: FCE, 386 pp.