

APLICACIÓN DE UN REPERTORIO DE COMPETENCIAS CIENTÍFICAS COMO HERRAMIENTA DE INVESTIGACIÓN, ENSEÑANZA Y EVALUACIÓN

M.J. OLIVERO PERA, S. UMPIÉRREZ OROÑO
Instituto de Formación Docente de San José
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-8147-7545>
jimeoli21@gmail.com

Submitted September 13, 2022 - Accepted February 8, 2023

DOI: 10pts.15628/holos.2023.14280

RESUMEN

El trabajo persigue describir y difundir un repertorio de competencias científicas, factible de ser usado en educación e investigación educativa. Se presentan sus fundamentos teóricos y pragmáticos y el proceso de construcción. Se proporcionan detalles de su testeo y validación por consenso. Se fundamenta en una concepción de ciencia interdisciplinar y multicultural. Incorpora aspectos relacionados con la salud, el desarrollo sustentable y el ambiente; contempla el contexto sociocomunitario en la puesta en juego de las competencias por parte de las personas. Contiene 27

competencias científicas ubicadas en cuatro dimensiones: conocer, aplicar, valorar y transferir. Se concluye reflexionando sobre su utilidad en el diseño de experiencias educativas, en la formación de docentes, y en la generación de conocimiento. Los aspectos que se han recogido para la construcción del repertorio, apuntan a la transformación de las estrategias didácticas y la investigación sobre la enseñanza de las ciencias.

PALABRAS CLAVE: competencias científicas, educación terciaria, formación docente, enseñanza de las ciencias.

APPLICATION OF A REPERTOIRE OF SCIENTIFIC SKILLS AS A TOOL FOR RESEARCH, TEACHING AND ASSESSMENT OF LEARNING

ABSTRACT

The work aims to describe and disseminate a repertoire of scientific skills, feasible to be used in education and educational research. Its theoretical and pragmatic foundations and the construction process are presented. Details of its testing and validation by consensus are provided. It is based on a conception of interdisciplinary and multicultural science. It incorporates aspects related to health, sustainable development and the environment; It contemplates the socio-community context in the

putting into play of competences by people. It contains 27 scientific skills located in four dimensions: know, apply, assess and transfer. It concludes by reflecting on its usefulness in the design of educational experiences, in teacher training, and in the generation of knowledge. The aspects that have been collected for the construction of the repertoire, point to the transformation of didactic strategies and research on science teaching.

KEYWORDS: scientific skills, tertiary education, teacher training, science education.

1 INTRODUCCIÓN

La responsabilidad de la preparación de los ciudadanos para una participación responsable en la sociedad, en cuestiones científicas y tecnológicas, está por lo menos en parte, a cargo del sistema de enseñanza (Quintanilla, Orellana & Páez, 2020). Debido a la toma de conciencia del alto impacto que tiene la ciencia en la vida cotidiana, las sociedades actuales se deberían asegurar de contar con los distintos procesos educativos que promuevan una cultura científica acorde con dicho impacto (Zúñiga, Leiton & Naranjo, 2014). Adicionalmente, la idea de una sociedad científicamente *culta* se ha fortalecido frente a la *alfabetizada*, cuando se concibe a la ciencia como un fenómeno multicultural, social e histórico (Díaz & García, 2011).

Diversas investigaciones (Zúñiga et al., 2014; Domènech-Casal, 2018; Sanmartí & Márquez, 2017) dan cuenta que una de las alternativas para el logro de una cultura científica, es el enfoque por desarrollo de competencias. La enseñanza desde dicho enfoque incluye: comprender para actuar reflexivamente, acceder al conocimiento científico desde la idea de su condición de precariedad, entender la naturaleza de las ciencias como producción humana, social, política e histórica; desarrollar destrezas en la comunicación del conocimiento científico y metodologías y utilización de herramientas científicas; distinguir y poner en práctica cuáles son los valores compartidos socialmente (Blanco, España, Franco-Mariscal & Rodríguez, 2018).

Tras las lecciones de la pandemia y los desafíos que presentó a la sociedad en su conjunto, y con particular trascendencia a la comunidad educativa, se hizo evidente la necesidad de contar con docentes competentes en ciencias; el reto se traslada así a la formación de estos docentes y plantea las siguientes interrogantes: ¿Cuáles son las competencias científicas a desarrollar en ese aula?; ¿Cuáles son las metodologías, recursos y estrategias didácticas adecuadas para ello?; ¿Cómo evaluarlas?; ¿Cómo generar conocimiento en torno a la calidad de los aprendizajes que se logran? Para comenzar a dar respuesta a estas interrogantes, se diseñó un repertorio de competencias científicas (RCC), el que procedemos a presentar en este trabajo. El objetivo general de este artículo es contribuir a la difusión de esta herramienta. Particularmente se describirán las bases teóricas de su construcción y se indicarán los medios por los cuales se lo validó y testeó.

2 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

El RCC del que trata este trabajo tiene dos sustentos: la teoría a la que responde y los antecedentes que le dan fundamento pragmático, lo cual se presenta a continuación.

2.1 Concepción de ciencia y los desafíos de su enseñanza

La construcción del RCC se basó en una perspectiva multicultural de las ciencias, para considerar la diversidad que se presenta en las aulas actualmente. Incorpora las ideas de justicia social, conservación, desarrollo sustentable, y la aceptación de la diversidad de formas de conocer y generar conocimiento (Umpiérrez Oroño, 2019). También se inclina por una ciencia interdisciplinar, donde los estudios sociales y experimentales hallen puntos de encuentro en conciliar una mirada del cosmos más integral. Las distancias entre ambos campos, las ciencias sociales y las naturales, se basan en la naturaleza de los objetos de estudio, en el ritmo de cambio de éstos, en los diferentes impactos que generan sobre la sociedad y el mundo (Chalmers, 2000) y en el grado de consenso epistemológico (García, 2008). Sin embargo, las une la rigurosidad metodológica, la búsqueda de respuestas, soluciones y nuevo conocimiento. En ese mismo sentido, abogamos también por la complementariedad de los paradigmas actuales: una ciencia que recurra a la diversidad metodológica obtendrá resultados más ricos y holísticos (García, 2008). Ya no se trata de transmitir conocimiento actualizado y pertinente, ni de formar para el trabajo, sino que la educación en ciencias, desde una perspectiva multicultural e interdisciplinar, puede conducir a cambiar la vida de las personas (por ejemplo, educación para la salud), a transformaciones sociales nacidas desde las comunidades (ética, psicología social, formación ciudadana, historia, geografía, etc.), a modificaciones en las formas en que la humanidad se vincula con el cosmos (ciencias naturales, ambiente, conservación, recursos, tecnologías, entre otras).

2.2 Noción de competencias científicas

Estudios actuales han mostrado que las ideas que las comunidades docentes han construido en torno a las competencias son disímiles (Olivero, 2021) y a veces, ingenuas, lo cual tiene implicancias didácticas (Quintanilla et al., 2020). Por tanto, se hace necesario delimitar desde qué perspectiva se fundamenta el presente trabajo, en relación a qué se entiende por competencias, y por competencias científicas específicamente. Es posible hallar elementos en común que sustentan a las competencias. En primer lugar, las competencias están asociadas a una práctica, es decir, van de la mano de una actividad, orientada por la reflexión (Sanmartí & Márquez, 2017; Perrenoud, 2008). En segundo lugar, esta práctica se encuentra política, social e históricamente situada (Quintanilla et al., 2020; Frida Díaz Barriga, 2015; Perrenoud, 2008). Y por último, en la construcción de las competencias intervienen aspectos culturales, epistémicos y actitudinales (Quintanilla et al., 2020; Sanmartí & Márquez, 2017; Frida Díaz Barriga, 2015; Franco-Mariscal, 2015). Balduzzi, Bertoldi & Grill (2013), discuten la necesidad de precisar el concepto y la posición de las competencias en los ámbitos de formación en los que participan las dimensiones social, cultural, axiológica y política. Una educación en ciencias que tenga como objetivo la formación de ciudadanos críticos, activos y partícipes en la sociedad, se logra educando en torno a una noción de competencia científica vinculada al desarrollo de capacidades y valores, resolución de problemas, toma de decisiones, identificación o selección de evidencias, jerarquización de información, entre otras estrategias, de acuerdo a los distintos contextos (Rodríguez, 2018). Sanmartí & Márquez (2017) sustentan que el término competencia está “en construcción, que evoluciona a partir de reflexiones teóricas, del análisis de las prácticas escolares y, también, de la evolución de la sociedad” (p. 6). Para Perrenoud (2004; 2008) desarrollar competencias significa poder interrelacionar los esquemas de

pensamiento, contenidos, procedimientos, valores y actitudes que habilitan el pensamiento y actuación de los individuos y los grupos sociales. Sin embargo, otros autores (Beneitone, Esquetini, González, Marty, Siufi & Wagenaar, 2007) o programas (Proyecto *Tuning*; OCDE, 2006) sostienen que las competencias tienen que ver con nociones más específicas como medir y/o evaluar logros de acuerdo a las metas u objetivos propuestos. Díaz Barriga (2014) sostiene que es posible vislumbrar “una perspectiva de competencias como producto y la adopción de un enfoque de competencias como desarrollo” (p. 146). En este trabajo se opta por este último.

2.3 El enfoque por competencias en la enseñanza de las ciencias

Las metodologías activas son un conjunto de experiencias de aprendizaje que se llevan adelante en torno a un foco de interés y posicionan al estudiante a buscar soluciones, desarrollar procesos de indagación y analizar casos. Fernández & Alkorta (2014) afirman que constituyen un proceso de “construcción de conocimiento, auto-dirigido, colaborativo y contextual” (p. 16). Dentro de estas metodologías, encontramos el Aprendizaje Basado en Proyectos (Sanmartí & Márquez, 2017; Toledo & Sánchez, 2018; Colorado & Gutiérrez, 2016; Guisasola & Garmendia, 2014) y Aprendizaje Basado en Problemas (Colorado & Gutiérrez, 2016; Fernández & Alkorta, 2014), entre otros. “Lo cierto es que conceptos como competencia, aprendizaje activo, (...) se han convertido en territorios comunes para quienes trabajamos en el ámbito del desarrollo docente en Educación Superior” (Fernández & Alkorta, 2014, p. 14). Otras modalidades se inclinan por abordajes menos experimentales pero más sociológicos, como estudios de casos (Colorado & Gutiérrez, 2016), análisis desde la historia de las ciencias, las narrativas científicas, reconstrucciones de hechos de vida (Quintanilla, 2014) o de trabajo de tipo intelectual, como la modelización (Izquierdo, 2017); representación de la información como mapas mentales, mapas conceptuales (Araújo & Formenton, 2015), V de Godwin y estrategia basada en análisis de información y conocimiento (Colorado & Gutiérrez, 2016). Por último, en un punto intermedio, se encuentran las propuestas en la modalidad de investigación formativa (Álvarez, Rebollo, Imbert, & Cabrera, 2017).

Se requiere acompañar estos procesos con propuestas de evaluación flexibles (Guisasola & Garmendia, 2014) que incorporen todas esas posibilidades. El uso de rúbricas habilita una mirada sobre procesos en desarrollo diversos, desde diferentes metodologías en el aula, con una diversidad de estudiantes desde lo cultural así como desde las formas de aprender. Permite la evaluación formativa (Blass & Brasil, 2020), que es una de las premisas para el enfoque por competencias (Guisasola & Garmendia, 2014; Toledo & Sánchez, 2018; Perrenoud, 2014; Díaz Barriga, 2015). Una rúbrica “permite al docente ir regulando las actividades y obtener la información más relevante de las tareas desarrolladas. A los alumnos los provee de elementos para desarrollar un grado mayor de análisis y mejora” (Dorantes & Tobón, 2017, p. 81).

2.4 Investigaciones en torno a la enseñanza de las ciencias bajo el enfoque de competencias en educación terciaria

Eugenio-Gozalbo, Zuazagoitia, Ruiz-González, Hurtado, Talavera & Corrochano (2020) llevaron adelante un estudio sobre el desarrollo de la competencia científica (en singular) en la formación de maestros, mediante el análisis de la evaluación final de una secuencia didáctica sobre un proyecto de huerto ecodidáctico. Parten de una idea compleja de competencia científica que incluye explicar fenómenos, evaluar, diseñar investigaciones, gestionar datos y evidencias, así como las dimensiones de aprender, aprender a hacer y aprender sobre las ciencias. Presentan un listado que habla de competencias científicas (en plural), que se pueden resumir en tres grandes dimensiones: identificar cuestiones científicas, explicar fenómenos científicos, y utilizar pruebas científicas.

Palma-Jiménez & Blanco-López (2020) investigaron la utilidad de una rúbrica diseñada para evaluar la competencia de argumentación en maestros de educación inicial. Afirman que “La argumentación científica juega un papel importante en el desarrollo de la competencia científica.” (p. 321). El uso del término capacidad o competencia para referirse a la argumentación se va alternando a lo largo del artículo.

Por su parte, Quintanilla et al. (2020) indagaron las representaciones epistemológicas de maestros en formación sobre competencias de pensamiento científico (CPC). Su concepción de competencias es compleja, multidimensional, en este caso remitida a la dimensión educativa y profesional. Se refieren a un tipo de dominio sobre habilidades y recursos; su introducción en los escenarios educativos implica un abordaje procesual, más que resultados, donde el docente asume un rol facilitador. La competencia, afirman, es “una combinación de aptitudes prácticas y cognitivas, de orden diverso, que conjuntamente ponen en funcionamiento la realización eficaz de una acción: conocimientos, motivaciones, valores, actitudes, emociones y otros elementos sociales y culturales.” (p.61).

Los casos descriptos son una breve selección de ejemplos; tienen en común que no presentan listados de competencias científicas que incluyan aspectos sociocomunitarios, de salud y ambientales. No es que este sea un aspecto imprescindible, sin embargo, indican la necesidad de una sistematización en tal aspecto, para aquellas personas que comienzan a incursionar en la temática de las competencias científicas. Se usan diferentes concepciones, categorizaciones y clasificaciones de competencias científicas y en algunos casos se habla de competencia científica en singular, otras en plural, o incursionan en el estudio de competencias específicas (como la argumentación o el pensamiento científico).

3 MÉTODOS

Se trata de un estudio longitudinal, descriptivo (Hernández, Fernández & Batista, 2014), sobre un proceso de diseño, donde se optó por un abordaje cualitativo. El estudio del diseño del RCC se basa en quién lo utilizará, cómo será utilizado y qué valor puede tener como herramienta en el contexto para el que fue pensado, bajo la idea de usabilidad. Este concepto actualmente se utiliza principalmente para productos tecnológicos, no obstante “el conocimiento sobre usabilidad es

transversal y aplicable a cualquier objeto o herramienta destinada a su uso humano” (Hassan & Ortega, 2009, p. 7) y adquiere relevancia en relación al diseño. El proceso constó de tres fases: la identificación de las vertientes teóricas y pragmáticas del repertorio; su testeo; su validación.

3.1 Identificación de vertientes teóricas y pragmáticas del RCC

Para la construcción de la primera versión del RCC, se utilizó la técnica de análisis de documentos. El uso de documentos en la investigación cualitativa es una técnica aceptada en tanto aporta datos de manera secundaria (Hernández et al., 2014), pero informan sobre hechos o procesos difíciles de registrar directamente (Creswell, 2013). Se procedió a recolectar documentos oficiales y/o de registro o sistematización, que se encontraban vigentes o disponibles en el sistema educativo o en ámbitos dentro de los cuales los docentes incursionan, que contuvieran listados de competencias científicas o dentro de los cuales existieran pautas de cuáles competencias científicas se deberían desarrollar, en el ámbito educativo formal. Se procedió a la lectura de cada documento, en busca de sustentar la necesidad de contar con un repertorio que oriente las iniciativas de desarrollo de competencias científicas en la educación. Se identificaron también recurrencias y disrupciones que orientaran sobre qué tipos de competencias científicas era necesario incluir en el repertorio. Se consultaron en total nueve documentos.

3.2 Testeo del RCC

Para el testeo de la primera versión construida, se tomó el Documento Base de Análisis Curricular (CEIP, 2016), que incluye un listado de competencias científicas para ciencias naturales y otro para ciencias sociales, para las escuelas de educación primaria, donde se desempeñarán los docentes en formación. Como tal documento prescribe las competencias científicas que deben desarrollarse en la escuela, se consideró un material que podía orientar sobre la pertinencia de la herramienta en construcción, en cuanto a su cobertura. Para esto se matcheó las coincidencias entre el repertorio y los listados de dicho documento, testeando cuántas del RCC se correspondían con las previstas allí y cuántas no.

3.3 Validación del RCC

Basándose en Creswell (2013), se optó por aportar mayor exactitud al instrumento en desarrollo, por medio de la validación por consenso. Se recurrió primeramente al juicio de una experta, doctora en educación y formadora en el área de ciencias de un Instituto de formación docente. Se le envió el RCC en construcción, los documentos consultados para ello y una invitación con detalles de lo que se esperaba de su validación; también se realizó una entrevista con el propósito de ampliar y precisar sus apreciaciones. Luego de incorporadas las sugerencias de la experta, se procedió a enviar un artículo con el proceso de construcción que se estaba siguiendo, a una revista arbitrada fuera del país. Esto proporcionó insumos a partir de los comentarios de los evaluadores. Finalmente se realizó una consulta a una sala docente constituida por 28 formadores

de un Instituto de formación docente, en modalidad híbrida. Se les propuso una dinámica en la que se les explicó cuál era el propósito del RCC y se dio una descripción de las dimensiones que lo componen. Luego se les presentó competencias del repertorio en orden aleatorio, y se les solicitó que indicaran en qué dimensión colocarían a cada una. A partir de estas dos intervenciones, se introdujeron las modificaciones pertinentes y se creó la segunda versión del RCC.

4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Identificación de vertientes teóricas y pragmáticas del RCC

En la Tabla 1 se presenta una síntesis de los aportes obtenidos de los documentos y programas que dan cuenta de la necesidad del repertorio y orientan su contenido.

Tabla 1: Documentos y programas utilizados en la construcción del RCC.

Documentos	Aportes
La evaluación de las ciencias en 6º año de educación primaria: Aportes para la elaboración de una agenda (ANEP, 2003)	Incorpora la idea de “competencias fundamentales” (p. 10), desde un enfoque de “multiculturalidad” (p. 14). “Es de desear que el niño pudiera reflexionar sobre la relación entre ciencia y tecnología, el grado de dependencia de una para con la otra, y la manera en que ambas inciden en la sociedad y en especial el papel del ser humano en ambas.” (p. 19). “Deberá manejar ciertos valores que trascienden a lo disciplinar a saber: el espíritu cooperativo, y el respeto por posturas diferentes.” (p. 18).
Plan de Educación Inicial y Primaria (CEIP) del año 2008 (ANEP, 2008)	“... el impacto de la ciencia y la tecnología exige que los sujetos accedan a una cultura científica y tecnológica (...) La Ciencia como actividad humana, está determinada, influida por las éticas predominantes en los diferentes momentos históricos (...) La ciencia es un proceso colectivo que implica producción y construcción de realidades; forma, construye y reconstruye las realidades. La actividad científica se desarrolla sobre sistemas de valores que generan códigos y jerarquías éticas.” (CEIP, 2008, p. 82).
Documento Base de Análisis Curricular (CEIP, 2016)	Presenta dos listados de competencias, a las que denomina “capacidades”, para las ciencias naturales dispuestas en tres dimensiones (metodológica, epistemológica y cognitivo-lingüísticas) y cuatro para las ciencias sociales (comprensión y explicación, metodológica, conceptual y cognitivo-lingüística).
Feria Nacional de Clubes de Ciencia (MEC, 2019)	Promueven “acercar el discurso académico al lenguaje cotidiano y a los temas de conversación de todos los días, así como promover la participación de las personas en temas de opinión ciudadana sobre ciencia y tecnología” (MEC, 2019, p. 7). Definen la “adquisición de competencias” (p. 8) a través del desarrollo de proyectos en contextos educativos, para resolver problemas de la vida cotidiana, por medio de la colaboración, la creatividad, el pensamiento crítico y reflexivo, la metodología científica, la comunicación y la argumentación.

Red Global de Aprendizajes https://redglobal.edu.uy/	Promueve el desarrollo de competencias en los estudiantes y docentes, por medio del abordaje innovador de desafíos locales. Se hace énfasis en la generación de evidencias en el proceso y la autoevaluación con el uso de rúbricas. Define seis competencias transversales para todas las disciplinas: creatividad, pensamiento crítico, carácter, comunicación, colaboración y ciudadanía.
Pruebas TERCE (INEED, 2015; LLECE, 2016)	Pruebas de Educación Primaria destinadas a conocer qué saben y qué saben hacer los estudiantes. Provee un listado de dominios y procesos para establecer el nivel de desempeño de los estudiantes en ciencias naturales, que incluyen cuestiones relacionadas a la salud, selección de información, aplicación de procedimientos de investigación más bien conceptuales.
Uruguay en la evaluación PISA (ANEP, 2019; OCDE, 2006)	La competencia científica es definida como: “la capacidad de utilizar el conocimiento y los procesos científicos, no sólo para comprender el mundo natural, sino también para intervenir en la toma de decisiones que lo afectan. La competencia científica se evalúa en relación con las siguientes dimensiones: los conocimientos o conceptos científicos, los procesos científicos, y las situaciones o contextos científicos.” (OCDE, 2006, p. 13)
Pruebas en línea SEA (http://www.anep.edu.uy/sea/)	Constituyen evaluaciones nacionales, de segundo a sexto en Educación Primaria, y de primero a tercero de Educación Media Básica, en matemáticas, lectura y ciencias naturales “...persigue que los estudiantes relacionen los hechos cotidianos y familiares con los constructos propios de la ciencia” (ANEP, 2015, p. 1). Utiliza las rúbricas de Red Global y un enfoque interdisciplinar y situado. Toma en cuenta el contexto socio cultural de la escuela como elemento comprensivo en los logros de aprendizaje de los estudiantes.
Plan Nacional Integrado de Formación Docente (CFE, 2008)	Se usan los términos de habilidades de pensamiento y herramientas conceptuales y metodológicas; en pocas ocasiones se nombra a las competencias. Se le atribuye a las materias científicas importancia en relación al respeto de los derechos humanos y la construcción social de la convivencia y ciudadanía. Algunas competencias son: uso de lenguaje técnico, selección de fuentes, modelización, representación gráfica, audiovisual y electrónica, análisis, síntesis, reflexión y actitud crítica, trabajo experimental.

El análisis de estos documentos justifica la construcción del RCC como facilitador en la identificación de la promoción de competencias científicas, aún en programas donde no se las nombra específicamente como tales. Es una forma de otorgarles vigencia, en un contexto nacional en el que las políticas educativas actuales impulsan una educación centrada en el desarrollo de competencias (CFE, 2016; 2020). El análisis documental permitió sintetizar u ordenar 25 competencias en cuatro dimensiones: teórica, metodológica, axiológica y de aplicación sociocomunitaria. Se considera que se mejora así la adhesión con los posibles abordajes educativos o investigativos contemporáneos en la formación docente del país. Este estudio mostró las disparidades en la consideración de las ciencias, con menor presencia de las sociales que las experimentales, principalmente en las iniciativas encaminadas a la evaluación de logros de aprendizajes en ciencias (SEA, PISA). Se habilitó en el RCC una mirada transversal interdisciplinar, que incluyera tanto las ciencias experimentales como las sociales. Se pretende impulsar una noción de ciencia más actualizada, donde pueden combinarse los distintos abordajes, sin perder de vista los aspectos sociocomunitarios, que aparecen con menor frecuencia en los documentos analizados. Tal como afirma García Ruiz (2020):

El reto de enseñar y aprender ciencias en la actualidad, no radica solamente en vincular la teoría con la práctica, o conocer los últimos adelantos científicos, sino valorar la historicidad del contenido de enseñanza, conocer la esencia, los nexos y relaciones entre los objetos, fenómenos y procesos, tener en cuenta los aspectos éticos que acompañan a los descubrimientos científicos y crear un sentido de compromiso social en las alumnas y alumnos (p. 30).

Por último, se pretendió dar a todas las competencias un mismo nivel de importancia. Por ejemplo, en las pruebas TERCE, aplicar el conocimiento científico para “el cuidado de la salud” (INEEd, 2015, p. 20), se ubica como una competencia básica, mientras que la “selección de información pertinente” (INEEd, 2015, p. 20) es una competencia de nivel elevado. El RCC asume que todas son importantes, interdependientes y necesarias en el propósito de formar ciudadanos responsables, críticos y reflexivos, o dicho de otra forma, con una cultura científica acorde con la sociedad actual.

4.2 Testeo del repertorio

Aunque se les diera diferente redacción y respondieran a diferentes formas de clasificación, las competencias del RCC mostraron total cobertura en relación a las previstas en el Documento Base de Análisis Curricular (CEIP, 2016). Sin embargo, algunas competencias del RCC no encontraron coincidencia con las del documento. En la Tabla 2 se presenta el resultado de la comparación realizada.

Tabla 2: Comparación entre el RCC y el Documento Base de Análisis Curricular (CEIP, 2016)

Dimensión y cantidad de competencias del RCC que no coinciden con las del Documento	Descripción de las competencias del RCC que no coinciden con las del Documento
Teórica: 0	-
Metodológica: 1	- Generar tecnología derivada de conocimiento científico y metodologías científicas.
Axiológica: 4	- Valorar el alcance de la aplicación de conocimientos científicos, metodologías científicas y tecnologías en la salud personal. - Evaluar la usabilidad de conocimientos científicos, metodologías científicas y tecnologías. - Determinar si los conocimientos científicos, metodologías científicas y tecnologías actúan como vías de promoción de austeridad o de consumo. - Trabajar interdisciplinariamente en emprendimientos de carácter científico.
De aplicación sociocomunitaria: 5	- Valorar el alcance de la aplicación de conocimientos científicos, metodologías científicas y tecnologías en la salud comunitaria. - Evaluar el impacto ambiental y social de conocimientos científicos, metodologías científicas y tecnologías. - Discriminar cuándo los conocimientos científicos, metodologías científicas y tecnologías actúan como vías de desarrollo sustentable. - Trabajar colaborativamente en emprendimientos de carácter científico. - Debatir sobre la validez o pertinencia de conocimientos científicos, metodologías científicas y tecnologías.

El Documento Base de Análisis Curricular (CEIP, 2016) es un indicador de cuáles competencias se debe propiciar desarrollar en la educación primaria de Uruguay, en ciencias naturales y sociales. Matchear el RCC con dicho material, permite valorar en qué medida la herramienta en proceso de testeo podría ser tomada por docentes o estudiantes de carreras de formación docente, para diseñar experiencias de aprendizaje coherentes con el programa vigente. También, por investigadores que basaran sus indagaciones en elementos curriculares. Consideramos que el RCC podría ser una herramienta más dúctil que los listados de competencias científicas presentes en el documento, porque el mismo presenta las ciencias sociales y naturales por separado, mientras que el RCC las integra en una mirada interdisciplinar. A su vez, las dimensiones en que se ha dispuesto las competencias en el RCC, resultan una síntesis de las presentes en el documento por separado, para las áreas natural y social. El testeo realizado permitió valorar que a pesar de estas diferencias, el RCC comprende todas las competencias propuestas en el documento. ¿Por qué utilizar entonces el RCC? Porque presenta nuevas competencias, incorpora la dimensión sociocomunitaria, invita a la interdisciplinariedad y propone incluir aspectos innovadores como la conservación del ambiente, el desarrollo sustentable y la salud. Esto coincide con Quintanilla, Orellana & Páez (2020), quienes incorporan las dimensiones social y cultural al desarrollo de competencias científicas. De esta forma, el desarrollo de competencias no se remite al crecimiento personal, sino también a mejorar la calidad de vida, el bienestar y la convivencia a nivel de la comunidad.

4.3 Validación del repertorio

La validación por consenso, proporcionó orientaciones para la mejora, al aportar una mirada inquisitiva, que se basó en preguntar y repreguntar, acerca de los propósitos del RCC y los destinatarios que harían uso del mismo, por parte de las personas validantes. Finalmente, se llegó a una serie de observaciones y recomendaciones que se sintetizan en la Tabla 3.

Tabla 3: Componentes de la validación por consenso

Validación	Aportes
Experta	Se agregaron o modificaron categorías, totalizando 27. Aprueba la inclusión de la dimensión sociocomunitaria de aplicación de las competencias científicas. Propone la idea de “competencias fronterizas” para aquellas que pueden estar ubicadas en más de una dimensión.
Revisores publicación Umpiérrez Oroño (2019)	Indican que el término “listado” es un término que resulta coloquial para describir las características de la estructura propuesta. Se adopta el nombre de repertorio.
Sala docente	El índice de coincidencia entre la dimensión propuesta en el RCC y la propuesta por los docentes fue del 25%. Se consolida la idea de competencias fronterizas.

Una cuestión que la validación condujo a revisar es la ubicación de cada competencia en una determinada dimensión. Se llegó a la conclusión de que en realidad, hay un solapamiento parcial de las dimensiones, no se trata de una clasificación estanca. En los contextos educativos, el desarrollo de competencias incluye la elaboración de respuestas complejas a los desafíos o problemas científicos que se plantean, que implican conocer, aplicar, valorar, transferir, en una sola experiencia de aprendizaje. Las dimensiones del repertorio, entonces, constituyen un modelo conceptual (Oliva, 2019), que, como todo modelo, no describe exhaustivamente la realidad sino que ofrece una forma de acercarse a conocer, comprender y organizar una porción de la realidad. No es una prescripción sino una forma de facilitar y orientar los estudios sobre un objeto de estudio complejo: el desarrollo de competencias científicas en contextos educativos. En el Anexo 1 se presenta la versión actual del RCC.

Perrenoud (2008) postula que las competencias transversales son aplicables a diferentes contextos de acción (la educación, la vida cotidiana, el trabajo), las disciplinares a campos específicos del conocimiento, y las de integración actúan de puente entre las transversales y las disciplinares. Es posible que las competencias científicas identificadas como fronterizas, respondan a la categoría de integración. Por consenso entonces, el RCC fue modificado no sólo en la denominación y distribución de ciertas competencias en las cuatro dimensiones, sino que adquirió la cualidad de repertorio. Antes de la validación, se lo denominaba como “listado”. La nueva denominación remite al carácter no estanco de las dimensiones, a la precariedad en el sentido de reconocerse como inacabado e incrementable, lo que le da al usuario la libertad de agregar competencias, y de no concebirse como un mandato sino como un conjunto de orientaciones sobre qué competencias impulsan su desarrollo en la educación y en la formación de docentes.

5 CONCLUSIÓN

Como primera reflexión, se considera que las diversas aristas lingüísticas para referirse a competencia (singular) o competencias científicas, capacidades, habilidades, destrezas, es un tema que deriva el centro de la reflexión y desvía la atención de lo que es realmente fundamental. Por ejemplo, más allá de definir si “argumentar” es una competencia o una habilidad o una capacidad, resulta más interesante dirimir si saber argumentar es una cuestión importante a la hora de formar docentes y ciudadanos científicamente competentes. La argumentación, ubicada en el RCC en la dimensión metodológica, es una competencia que adquiere la categoría de “científica” en el marco del repertorio, si bien sabemos que resulta transversal a otros campos de conocimiento. Por tanto, como afirma Perrenoud (2008) “...toda competencia se encuentra esencialmente unida a una práctica social de cierta complejidad” (p. 44). Las competencias se afilian a situaciones o contextos, y es ahí, donde son factibles de ser ubicadas en categorías o dimensiones, con el fin de desarrollarlas, investigarlas, enseñarlas.

Entonces, ¿Cuál es la importancia que le podemos atribuir a un RCC? Cuando un docente se enfrenta al desafío de diseñar propuestas de investigación o de enseñanza, relacionadas al

desarrollo de competencias, se hace necesario un punto de partida: determinar en cuáles competencias científicas va a centrarse. El repertorio se constituye en una herramienta flexible, abierta, que fue creada para proporcionar un escenario por el que pueden transitar experiencias de generación de conocimiento y de aprendizaje diversas, desde la perspectiva de ciencia emergente, compleja, multicultural e interdisciplinaria. Más que un listado es una apertura a posibilidades investigativas y pedagógicas en la enseñanza de las ciencias y en la promoción de la cultura científica; dentro de él, los diseños del profesorado pueden abordar dichas posibilidades simultánea o secuencialmente. Si bien intenta aportar un panorama lo más completo posible, el nombre de repertorio evita justamente la idea de una herramienta acabada; ofrece alternativas con las cuales crear técnicas de colecta o análisis de datos y clases en las que se haga posible nuevas miradas sobre los fenómenos científicos, la naturaleza de la ciencia y el impacto del conocimiento científico y la tecnología en la vida cotidiana.

6 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Álvarez, D.; Rebollo, C.; Imbert, D. & Cabrera, C. (2017). Ciclos de retroalimentación en la evaluación de los Proyectos de Introducción a la Investigación Didáctica (PIID). *Revista Enseñanza de Química*, 1, 82-95. http://ojs.cfe.edu.uy/index.php/rev_quimica/article/view/798

ANEP (2003). *La evaluación de las ciencias en 6º año de educación primaria: Aportes para la elaboración de una agenda*. ANEP. https://www.oei.es/historico/quipu/uruguay/eval_ciencias.pdf

ANEP (2008). *Programa de Educación Inicial y Primaria*. ANEP. https://www.dgeip.edu.uy/documentos/normativa/programaescolar/ProgramaEscolar_14-6.pdf

ANEP (2019). *Uruguay en la evaluación PISA*. ANEP. <https://www.anep.edu.uy/sites/default/files/images/Archivos/publicaciones-direcciones/DSPE/pisa/pisa2018/Piloto/3%20dic%20PISA%202018%20-%20resultados%20final%20final.pdf>

Araújo, M. & Formenton, R. (2015). Utilização de mapa conceitual como ferramenta de análise de trabalhos científicos. *HOLOS*, 1, 171–181. <https://doi.org/10.15628/holos.2015.2130>

Balduzzi, M.; Bertoldi, M. & Grill, E. (2013) *Los espacios de práctica como dispositivos de formación*. Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (UNCPBA).

Beneitone, P.; Esquetini, C. González, J. Marty, M.; Siufi, W. & Wagenaar, R. (Ed.). (2007). *Reflexiones y perspectivas de la educación superior en América Latina: Informe Final Proyecto Tuning América Latina 2004-2007*. Universidad de Deusto.

Blass, L., & Brasil Irala, V. (2020). Desenho avaliativo por rubricas em disciplina multicurso: análise de uma implementação piloto. *HOLOS*, 7, 1–24. <https://doi.org/10.15628/holos.2020.9518>

Blanco López, A; España Ramos, E.; Franco-Mariscal, A & Rodríguez Mora, F. (2018). Competencias y prácticas científicas en problemas de la vida diaria. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 92, 45-51.

CEIP (2016). *Documento Base de Análisis Curricular*. CEIP. http://www.ceip.edu.uy/documentos/normativa/programaescolar/DocumentoFinalAnálisisCurricular_diciembre2016.pdf

CFE (2008). *Plan nacional integrado de formación docente*. CFE. <https://cfe.edu.uy/index.php/carreras/planes-y-programas/plan-nacional-integrado-de-f-d-2008>

CFE (2016). *Fundamentos y orientaciones de la propuesta 2017*. CFE. <http://www.cfe.edu.uy/index.php/propuesta-curricular-2017>

CFE (2020). *Plan de desarrollo 2020-2024*. CFE. https://www.cfe.edu.uy/images/stories/pdfs/documentos_aprobados_cfe/2021/plan_desarrollo_cfe.pdf

Chalmers, A. (2000). *¿Que es esa cosa llamada ciencia?* Siglo XXI España Editores. 3ra. Ed.

Colorado, P. & Gutiérrez, L. (2016). Estrategias didácticas para la enseñanza de las ciencias naturales en la educación superior. *Revista Logos, Ciencia & Tecnología* 8 (1), 147-162. <https://doi.org/10.22335/rlct.v8i1.363>

Creswell, J. (2013). *Qualitative inquiry and research design: choosing among five approaches*. (3ra ed). Sage Publications.

Díaz Barriga, F. (2015). ¿Es posible enseñar competencias disociadas de los contenidos curriculares? En: A. de Alba & A. C. Lopes (Eds.), *Diálogos curriculares entre México y Brasil*. pp: 235-252. UNAM. <http://www.iisue.unam.mx/libros>

Díaz Barriga, Á. (2014). Construcción de programas de estudio en la perspectiva del enfoque de desarrollo de competencias. *Perfiles Educativos*, 36(143), 142-162. <https://www.redalyc.org/pdf/132/13229888009.pdf>

Díaz, I. & García, M. (2011). Más Allá del Paradigma de la Alfabetización. La Adquisición de Cultura Científica como Reto Educativo. *Formación universitaria*, 4(2), 3-14. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062011000200002>

Domènech-Casal, J. (2018). Comprender, Decidir y Actuar: una propuesta de marco para la Competencia Científica para la ciudadanía. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 15(1), 1105. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2018.v15.i1.1105

Dorantes, J. & Tobón, S. (2017). Instrumentos de evaluación: rúbricas socioformativas. *Praxis Investigativa ReDIE*, 9 (17), 79-86.

Eugenio-Gozalbo, M., Zuazagoitia, D., Ruiz-González, A., Hurtado, A., Talavera, M. & Corrochano, D. (2020). “¿Podemos cultivar en este suelo?” Uso de situaciones-problema para la evaluación de la competencia científica tras la implementación de una secuencia didáctica contextualizada en el huerto universitario. En: Franco-Mariscal, A. J., Cebrián-Robles, D., Lupión-Cobos, T., Acebal-Expósito, M. C. & Blanco López, A. (Eds.). *Libro de Actas del 1er Congreso Internacional sobre Educación Científica y Problemas Relevantes para la Ciudadanía*. ENCIC Universidad de Málaga. pp: 78-81.

Fernández, I. & Alkorta, I. (2014). El aprendizaje activo como reto: razones visibles e invisibles de una política de desarrollo docente en la UPV/EHU. En: Guisasaola, J. y Garmendia, M. (eds.).

Aprendizaje basado en problemas, proyectos y casos: diseño e implementación de experiencias en la universidad. Universidad del País Vasco. pp. 13-30.

Franco-Mariscal, A. (2015). Competencias científicas en la enseñanza y el aprendizaje por investigación. Un estudio de caso sobre corrosión de metales en secundaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 33 (2), 231-252.

García, L. (2008). Aproximación epistemológica al concepto de ciencia: una propuesta básica a partir de Kuhn, Popper, Lakatos y Feyerabend. *Andamios*, 4(8), 185-212.

García Ruiz, A. (2020). La enseñanza de las ciencias experimentales a partir de problemas y temas reales: retos del COVID-19. En: Franco-Mariscal, A. J., Cebrián-Robles, D., Lupión-Cobos, T., Acebal-Expósito, M. C. y Blanco López, A. (Eds.) *Libro de actas de 1er Congreso Internacional sobre Educación Científica y problemas relevantes para la ciudadanía.* ENCIC. pp: 29-32.

Guisasola, J. & Garmendia, M. (2014). *Aprendizaje basado en problemas, proyectos y casos: diseño e implementación de experiencias en la universidad.* Universidad del País Vasco.

Hassan, Y. & Ortega, S., 2009. *Informe APEI sobre usabilidad.* Asociación Profesional de Especialistas en Información.

Hernández, R., Fernández, C. & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6.º ed.). McGrawHill Education.

INEEd (2015). *Uruguay en el TERCE: resultados y prospecciones.* INEEEd. <https://www.ineed.edu.uy/images/pdf/uruguay-en-el-terce.pdf>

Izquierdo, M. (2017). Atando cabos entre contexto, competencias y modelización ¿Es posible enseñar ciencias a todas las personas? *MSEL, Modelling in Science Education and Learning*, 10(1), 309-326. <https://doi.org/10.4995/masel.2017.6637>.

LLECE (2016). *TERCE. Informe de resultados. Factores asociados* Santiago. UNESCO. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000243533_spa

MEC (2019). Feria Nacional de Clubes de Ciencia. MEC. <https://www.gub.uy/ministerio-educacion-cultura/sites/ministerio-educacion-cultura/files/documentos/publicaciones/33-feria-clubes-de-ciencia.pdf>

Oliva, J. (2019). Distintas acepciones para la idea de modelización en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las ciencias*, 37 (2), 5-24. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2648>

Olivero, M. J. (2021). *El desarrollo de competencias científicas por parte de formadores de profesores de enseñanza media en Uruguay.* [Tesis maestría] - Instituto de Educación, Universidad ORT.

OCDE (2006). *PISA 2006. Marco de la evaluación. Conocimientos y habilidades en Ciencias, Matemáticas y Lectura.* Santillana Educación.

Perrenoud, P. (2004). *Diez competencias para enseñar.* Graó.

Perrenoud, P. (2008). *Construir competencias desde la escuela.* J.C. Sáez Editor. 153

Palma-Jiménez, M. & Blanco-López, A. (2020). Evaluación de la competencia en argumentación científica del profesorado en Educación Infantil en Formación Inicial a través de CoRubric. En: Franco-Mariscal, A. J., Cebrián-Robles, D., Lupión-Cobos, T., Acebal-Expósito, M. C. &

Blanco López, A. (Eds.). *Libro de Actas del 1er Congreso Internacional sobre Educación Científica y Problemas Relevantes para la Ciudadanía*. ENCIC Universidad de Málaga. pp: 321-324.

Quintanilla, M. (comp.) (2014). *Las Competencias de Pensamiento Científico desde las 'emociones, sonidos y voces' del aula*. Bellaterra.

Quintanilla, M., Orellana, C. & Páez, R. (2020). Representaciones epistemológicas sobre competencias de pensamiento científico de educadoras de párvulos en formación. *Enseñanza de las ciencias*, 38 (1), 47-66. <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/373732>

Rodríguez, I. (2018). *Propuesta formativa de didáctica de la química. Las actividades indagativas para la Educación Secundaria como problema profesional*. [Tesis doctoral]. Universidad Complutense de Madrid. <https://biblioteca.ucm.es/tesisdigitales>

Sanmartí, N. & Márquez, C. (2017). Aprendizaje de las ciencias basado en proyectos: del contexto a la acción. *Ápice. Revista de Educación Científica*, 1 (1), 3-16. <https://doi.org/10.17979/arec.2017.1.1.2020>

Toledo, P. & Sánchez, J. (2018). Aprendizaje basado en proyectos: una experiencia universitaria. *Profesorado. Revista de curriculum y formación del profesorado*, 22 (2), 471-491. <https://doi.org/10.30827/profesorado.v22i2.7733>

Umpiérrez Oroño, S. (2019). Clasificación temática, construcción de sistema de categorías y repertorio de competencias científicas para el análisis cualitativo de trabajos finales de carrera. *Rutas de formación: prácticas y experiencias*, 9, 55-69. <https://doi.org/10.24236/24631388.n.2019.3315>

Zúñiga, A.; Leiton, R. & Naranjo, J. (2014). Del sistema educativo tradicional hacia la formación por competencias. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 11 (2), 145-159. <https://doi.org/10498/15972>

ANEXOS

Anexo 1: Repertorio de competencias científicas (RCC)

CONOCER	APLICAR	VALORAR	TRANSFERIR
Identificar y describir datos, hechos, procesos y fenómenos científicos.	Construir o reconocer, caracterizar y relacionar categorías y/o variables científicas.	Valorar el alcance de la aplicación de conocimientos científicos, metodologías científicas y tecnologías en la salud personal.	Valorar el alcance de la aplicación de conocimientos científicos, metodologías científicas y tecnologías en la salud comunitaria.
Conocer y comprender las principales teorías que fundamentan los conocimientos científicos, las metodologías científicas y las tecnologías.	Generar conocimiento aplicando metodologías científicas.	Relacionar la aplicación de conocimientos científicos, metodologías científicas y tecnologías con principios éticos.	Relacionar la aplicación de conocimientos científicos, metodologías científicas y tecnologías con los valores éticos, estéticos y culturales de la sociedad.
Vincular y comparar diversas teorías, conocimientos científicos, metodologías científicas y tecnologías, entre sí.	Utilizar tecnologías de la comunicación, la información y multimedia.	Evaluar la usabilidad de conocimientos científicos, metodologías científicas y tecnologías.	Evaluar el impacto ambiental y social de conocimientos científicos, metodologías científicas y tecnologías.
Vincular y comparar diversas teorías, conocimientos científicos, metodologías científicas y tecnologías, con su presencia o incidencia en la vida cotidiana y con el contexto.	Generar tecnología derivada de conocimientos científicos y metodologías científicas.	Determinar si los conocimientos científicos, metodologías científicas y tecnologías actúan como vías de promoción de austeridad o consumo.	Discriminar cuándo los conocimientos científicos, metodologías científicas y tecnología actúan como vías de desarrollo sustentable.
Comprender el contenido de los medios de comunicación e información por los que se da a conocer un hecho o proceso científico.	Representar en diferentes formatos, los conocimientos científicos, las metodologías científicas y las tecnologías.	Trabajar interdisciplinariamente en emprendimientos de carácter científico.	Trabajar colaborativamente en emprendimientos de carácter científico.
	Argumentar sobre la validez o pertinencia de conocimientos científicos,	Seleccionar y jerarquizar los datos relevantes para su vida, de un hecho	Comunicar los conocimientos científicos, metodologías científicas y tecnologías, en



metodologías científicas y tecnologías. o proceso científico. diversas modalidades.

Seleccionar y jerarquizar las fuentes de información por las que se comunica o informa un hecho o proceso científico. Dimensionar la ciencia como una producción humana perfectible, social e histórica.

Discernir sobre la validez o pertinencia de conocimientos científicos, metodologías científicas y tecnologías. Debatir sobre la validez o pertinencia de conocimientos científicos, metodologías científicas y tecnología.

Fuente: Extraído de Umpiérrez Oroño (2020).

COMO CITAR ESTE ARTIGO:

Olivero Pera, M. J., & Umpiérrez Oroño, S. (2023). APLICACIÓN DE UN REPERTORIO DE COMPETENCIAS CIENTÍFICAS COMO HERRAMIENTA DE INVESTIGACIÓN, ENSEÑANZA Y EVALUACIÓN. *HOLOS*, 1(39). Recuperado de <https://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/view/14280>

SOBRE AS AUTORAS:

M.J.OLIVERO PERA

Instituto de Formación Docente de San José. E-mail: jimeoli21@gmail.com
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-8147-7545>

S. UMPIERREZ OROÑO

Doctora en Educación, Master en Educación, Licenciada en Ciencias Biológicas. Actualmente es docente efectiva de Biología, del Consejo de Formación en Educación, en la Administración Nacional de Educación Pública de Uruguay. E-mail: sumpierrez16@gmail.com
ORCID-ID: <https://orcid.org/0000-0003-3341-9687>

Editor(a) Responsável: Francinaide de Lima Silva Nascimento
Pareceristas Ad Hoc: Albino Oliveira Nunes e Marcelo Nunes Coelho





Recibido 13 de setembro de 2022
Aceito: 8 de fevereiro de 2023
Publicado: 27 de fevereiro de 2023

