

La interdisciplinariedad en la enseñanza de las Ciencias experimentales: estado actual de la cuestión

A interdisciplinaridade no ensino das ciências experimentais: o estado atual da questão

Interdisciplinarity in the teaching of experimental sciences: Current state of the issue

Rocío Quijano-López¹

Universidad de Jaén; Profesora Catedrática de Escuela Universitaria;
<https://orcid.org/0000-0002-6989-3244>

Óscar Gaúin Chocano²

Universidad de Jaén; Profesor Ayudante Doctor;
<https://orcid.org/00000002-1975-5003>

Miguel Pérez-Ferra³

Universidad de Jaén; Catedrático de Universidad;
<https://orcid.org/0000-0002-3580-6472>

Resumen: El artículo aborda un análisis genealógico de la situación actual respecto a la aplicación de los procesos interdisciplinarios en la Didáctica de las Ciencias Experimentales. Se definen las tres fases del proceso, evidenciando las carencias formativas del profesorado, en relación al conocimiento metacientífico de las ciencias aplicadas, a la Didáctica General, como ciencia micro y en la gestión de Internet, así como el desconocimiento de la Filosofía de la Ciencia y Metodología, ámbito disciplinar integrador en los procesos interdisciplinarios. En un segundo momento, se abordan las consecuencias que tienen estas insuficiencias formativas en el hecho educativo: eidetismo, realismo ingenuo, o gobernanza sutil. En las consideraciones finales se plantean acciones de colaboración entre Administración educativa y universidades, tales como: adecuación de los planes de estudio en los grados, y másteres de especialización, a las demandas educativas, incentivación de la colaboración

¹ Doctora en Biología. Responsable del Grupo de Investigación "Investigación Curricular y Didáctica de las Ciencias Experimentales" (HUM 819)

² Doctor en Ciencias de la Educación. Miembro del Grupo de Investigación: Investigación Curricular y Didáctica de las Ciencias Experimentales HUM - 819

³ Doctor en Ciencias de la Educación. Miembro del Grupo de Investigación: Investigación Curricular y Didáctica de las Ciencias Experimentales HUM - 819

científica entre filósofos, didactas de las ciencias experimentales y didactas generales, abordando especialmente los procesos interdisciplinarios en los estudios STEM.

Palabras clave: Interdisciplinarietà; formação del profesorado; Didáctica de las Ciencias Experimentales; Filosofía de la Ciencia; decolonización ideológica.

Resumo: *O artigo trata de uma análise genealógica da situação atual no que diz respeito a aplicação de processos interdisciplinares na Didática das Ciências Experimentais. Podemos definir em três fases do processo, entre eles, destacamos as deficiências formativas do professor, em relação ao conhecimento meta-científico das ciências aplicadas, a Didática Geral como uma microciência e gestão da Internet, bem como a falta de conhecimento da Filosofia e da Ciência e Metodologia, um campo disciplinar integrador nos processos interdisciplinares. Em segundo lugar, abordamos as consequências destas inadequações formativas sobre o processo educacional: eidetismo, realismo ingênuo, ou governança sutil. Nas considerações finais propomos ações de colaboração entre a administração educativa e as universidades, tais como: adaptação de planos de estudo em cursos de graduação, mestrados e especializações, de acordo com às exigências educativas, incentivando a colaboração científica entre filósofos, especialista da ciência experimental e educação geral, com um enfoque especial nos processos interdisciplinares nos estudos STEM.*

Palavras-chave: Interdisciplinarietà; formação de professores; didática das Ciências Experimentais; Filosofia da Ciência e Metodologia; descolonização ideológica.

Abstract: *The present article presents a genealogical analysis of the current situation with regards to the application of interdisciplinary processes in the teaching of experimental sciences. Three phases of the process are defined. Gaps in the training of teaching staff are evidenced with regards to both the meta-scientific knowledge of applied sciences and general didactic knowledge, for instance in relation to micro science and digital management. Furthermore, a lack of knowledge of the philosophy of science and methodology was found despite this being a disciplinary setting embedded within interdisciplinary processes. Secondly, the implications of these training gaps were considered in the delivery of education through the lens of eidetism, naive realism and subtle governance. Final conclusions propose collaborative actions between educational entities and universities. These include: the adaptation of degree and Masters study plans to educational demands, incentivising scientific collaboration between philosophers, teachers of the experimental sciences and general teachers, and giving special focus to interdisciplinary processes in STEM subjects.*

Keywords: Interdisciplinarietà; training of teaching staff; experimental sciences teaching; scientific philosophy and methodology; ideological decolonization.

Recebido em 28 de março de 2022

Aceito em 21 de maio de 2022

1 INTRODUCCIÓN

Enseñar ciencia conlleva un proceso previo complejo de formación del profesorado, que concita el conocimiento de la historia de esa ciencia; la contribución de la ciencia didáctica, aportando métodos didácticos que sean asumidos, según la realidad onto-epistemológica y gnoseológica de la ciencia a enseñar (RÍOS CONTRERAS, 2021). Todo ello articulado por la Filosofía de la Ciencia y Metodología, en este caso desde el realismo ético.

Conviene recordar la vinculación de la Didáctica de las Ciencias Experimentales a su desarrollo histórico; en un primer momento, porque hasta principios de la década de los años noventa del siglo XX, las ciencias de carácter experimental, tanto en sus procedimientos como en su realidad onto-epistemológica, se circunscribían así mismas, sin trascender a su dimensión didáctica, cuyo soporte ha sido el positivismo lógico, caracterizado por el razonamiento inductivo, que opera desde la observación y la experiencia para alcanzar resultados generalizables (LANDEROS OLVERA; SALAZAR GONZÁLEZ; CRUZ QUEVEDO, 2009).

Es a partir de los años noventa cuando la investigación básica y aplicada en Ciencias Experimentales da un giro epistemológico, para intentar abordar las urgencias que realidades sociales concretas les demandan. La circunstancia aludida hizo considerar que la investigación en ciencias naturales, no sigue los mismos derroteros epistemológicos que su aprendizaje, por lo que la Didáctica de las Ciencias Experimentales transitó desde planteamientos positivistas hacia otros humanistas, en cuyo decurso influyó decisivamente la Historia de la Ciencia para definir las y aportarles visión epistemológico-metodológica cuando aún no contaban con una estructura metateórica consolidada (MORENO MARTÍNEZ, 2021).

Cuando no se parte de una identidad científica consolidada no es posible integrar las ciencias que convergen en el proceso interdisciplinar que concita el “acto didáctico” y, consiguientemente, no se desarrollan adecuadamente los procesos metodológicos, ni su orientación teleológica, generándose derivas como la perspectiva eidética, que solo atiende al conocimiento intuitivo y valora exclusivamente la apariencia.

Las consecuencias de la deriva aludida es que la realidad de la ciencia aplicada no puede contribuir a definir el hecho instructivo (DEVÉS; KOCEL, 2018), soporte de la acción educativa, en la medida que no es capaz de facilitar referentes estructurales identificativos a la Filosofía de la Ciencia y Metodología, articuladora del proceso interdisciplinar. Valga como ejemplo la teoría de la evidencia de Kant, que “descansa en una concepción general de la intuición como un tipo privilegiado de representación” (RIZO PATRÓN, 2012, p. 353), que impide abordar el conocimiento desde la realidad entitativa de lo que se pretende aprehender, limitándolo a la conjetura de una interpretación subjetiva, sin fundamento en la realidad entitativa de la ciencia objeto de aprendizaje.

La estimación eidética de lo experimentable ha ido mucho más allá en los momentos actuales, adquiriendo nuevas manifestaciones en el ámbito educativo, de modo que los avances de las ciencias de la naturaleza han sido integrados en los ámbitos socioculturales, alterando su realidad y significado. Ni siquiera se ha permitido una interpretación subjetiva de los mismos, sino que: “la verdad” queda desnaturalizada por sistemas de poder que la sostienen y la difunden, que Bourdieu y Passeron (1970) han denominado “arbitrario cultural” y Foucault (1990) “régimen de verdad”, que Vain (2021, p. 20) ha definido en los siguientes términos:

(...) esas normas morales, en lo que a la investigación educativa se refiere, deben orientar la producción del conocimiento científico y su utilización hacia la solución de los problemas de la sociedad, pero no desde un punto de vista sesgado. Dicho de otro modo, se trata de cómo seleccionamos los temas de investigación, en virtud de su relevancia social y del propósito que perseguimos al abordar esa aproximación al tema.

Los planteamientos disruptivos descritos no son asumidos en el ámbito educativo por el ejercicio de la subjetividad del profesorado, necesaria como medio de expresión de su singularidad, basada en los conocimientos académico-científicos y en la historia de sus vivencias personales, surgidos en su entorno cultural de referencia (identidad profesional docente), sino por una percepción subjetivista, que reduce toda percepción de verdad a mera immanencia. De modo que el acto de conocer no trasciende a la realidad entitativa de lo que se pretende aprehender, sino que se manifiesta y reduce a mero movimiento inherente a la misma realidad entitativa de quien conoce, de consecuencias nefastas para cualquier proceso interdisciplinar (LANDER, 2020).

Hace más de dos décadas que desde algunas líneas de investigación como “nature of science” se viene aceptado la importancia de la convergencia entre Filosofía de la Ciencia y Metodología con la Historia de la Ciencia (metaciencias), así como con la Didáctica General, las Ciencias Experimentales y las Ciencias de Internet. Desde esta orientación epistemológica se tiende a que la enseñanza de las ciencias oriente al profesorado y futuros docentes en su formación inicial a comprender y posicionarse ante fenómenos notables de la realidad; conozcan la repercusión real que tienen en su ámbito cultural; emitan opiniones sobre la incidencia de la investigación científica en los mismos y tomen decisiones “sociocientíficas” al respecto (ADÚRIZ BRAVO; ARIZA, 2012).

Hacia esos planteamientos debiera orientarse la formación del profesorado, pero lo cierto es que la realidad descrita no tiene repercusión en la formación del futuro docente y tampoco en las aulas de Primaria y Secundaria, porque quienes debieran diseminar esas percepciones no lo hacen. Enseñar a aprender en ciencias experimentales supone, en primer

lugar, disponer de un conocimiento de la realidad humana, de las ciencias aplicadas, en este caso experimentales, que integran el currículum, pero también de la Didáctica General y el uso adecuado de las Nuevas Tecnologías, en adelante (NN. TT.). Sin obviar el conocimiento del entorno en el que se lleva a cabo la acción educativa, para entender la vinculación de las ciencias naturales con la realidad sociocultural (FREIRE, 2002).

Atendiendo a lo indicado, apremia reconducir la enseñanza de las ciencias experimentales desde un planteamiento meramente inductivo -basado en el positivismo, que reduce el conocimiento a la interpretación de fenómenos, a partir de principios y leyes- a otro más humanístico, en el que la incidencia de esos fenómenos se considere en cuanto a su repercusión en el contexto y realidad personal de quienes aprenden (TORRES SALAS, 2009), motivo por el que es necesario reconducir la enseñanza de las ciencias experimentales desde procedimientos lógico-positivistas a un humanismo cívico (DE HOYOS BENITEZ, 2020).

Lo aludido demanda colaboración entre científicos de las metaciencias referenciadas y las ciencias objeto de acciones interdisciplinares, pues el acercamiento no es fácil, ya que no pocos filósofos consideran irrelevantes las ciencias experimentales para su actividad investigadora, con los peligros que supone eludir la realidad, en cuanto puede llevar a procesos eidéticos, divergentes con la finalidad última de la ciencia filosófica (amor a la sabiduría). Pero tampoco los científicos del ámbito experimental perciben los beneficios de la filosofía, en un contexto dominado por la especialización (LAPLANE et al., 2019)

Estos hechos urgen a articular acciones que: favorezcan las contribuciones filosóficas vinculadas a las ciencias experimentales en congresos; fomentar la codirección de tesis doctorales entre filósofos y profesorado de Didáctica de las Ciencias Experimentales y diseñar planes de estudio que incluyan algunas asignaturas del ámbito metateórico, que permitan a los estudiantes reflexionar sobre metaciencia y ciencias aplicadas del ámbito de lo natural.

La evidencia es que la situación descrita ha dado lugar a una tendencia pendular en el desarrollo de la Didáctica de las Ciencias Experimentales, que ha oscilado desde un positivismo lógico a un idealismo socioconstructivista de efectos contrarios, pero igualmente nocivos para la educación.

2 REALISMO FILOSÓFICO Y SOCIOCONSTRUCTIVISMO EN LA DEFINICIÓN DE LOS PROCESOS METODOLÓGICOS

Atendiendo a las reflexiones precedentes, conviene argumentar que la Didáctica de las Ciencias de Experimentales, en cuanto a su realidad ontológica, queda definida por una

doble dimensión; de una parte, por su actividad social, que se orienta al perfeccionamiento de las capacidades específicamente humanas a partir del conocimiento de lo natural (integridad), en contextos definidos y con una proyección longitudinal, determinada por la historicidad.

Pero siendo la educación una actividad social, la integra y la trasciende, en cuanto también tiene una dimensión artificial, en la medida que aporta a su realidad socializadora otra de diseño, pues planifica y articula procedimientos adecuados a la naturaleza y realidad de las ciencias aplicadas a aprender (ARROJO, 2020), integrados en la función holística de la Didáctica General, que sitúa los procesos de enseñanza-aprendizaje en su realidad micro.

Pero no siendo la acción didáctica una finalidad en sí misma, sino parte de un proceso, conviene que los procedimientos didácticos queden articulados por un referente filosófico-metodológica, que en este caso será el realismo ético. Teoría del conocimiento que considera los indicadores internos y externos de las ciencias objeto de estudio, ponderando sus dimensiones: semántica, ontológica, epistemológica, gnoseológico, lógica, axiológica y ética, propias de una ciencia (ALONSO RODRÍGUEZ, 2021), "cuyo referente es la educación, entendida como proceso de asimilación cultural y moral, y al mismo tiempo como un proceso de individualización" (GARCÍA HOZ, 1981, p. 15) en el que: "las realidades externas a la persona tienen una existencia independiente al sujeto que las observa y las intenta aprehender mediante el conocimiento, que se fundamenta en la realidad del ser" (LLANO, 1993, p. 93).

Como modo complementario de justificar la oportunidad de la dimensión realista de la filosofía en los estudios didácticos, es pertinente considerar el sesgo del socioconstructivimos como orientación del "idealismo", que se ha adicionado de modo sutil a la educación, atendiendo a su máxima: la valoración del pensar como fundamento del ser (LLANO, 1993; SAIZ; RIVAS, 2008). La teoría del conocimiento aludida aporta una interpretación inadecuada de la realidad ontológica de las ciencias curriculares, que ha conducido a un "realismo ingenuo"⁴, donde la reflexión sobre la realidad es sustituida por la estimación del pensar como fundamento del ser, que trivializa los alcances epistémicos, reduciéndolos a un empleo meramente declarativo (CUTRERA; STIPCICH, 2016).

Este modo inadecuado de acercarse al conocimiento de las cosas, determinado por la ideación de la autonomía de la razón sobre las realidades, que sólo es posible en mentes maduras, que no son precisamente las de personas en procesos iniciales de formación, ha dado lugar a la conceptualización de la realidad externa desde una percepción singular y subjetivadora, que no permite discernir sobre la naturaleza de las ciencias aplicadas (ontología), ni sobre los procedimientos que permiten profundizar en el conocimiento de las

⁴ Se entiende por "realismo ingenuo" la incorporación al ámbito educativo de prácticas solo justificadas por la sola evidencia de la costumbre debida al uso reiterado, de modo que la reflexión del docente es sustituida por la implementación de lo instrumental, quedando las reflexiones epistémicas reducidas a lo meramente declarativo.

misma y distinguir qué métodos más adecuados para su estudio (epistemología), hecho que se asocia a no ser consciente de cómo ha de ser adquirido el conocimiento sobre las mismas (ARMIJO; HERNANDEZ; SÁNCHEZ, 2017).

Contrariamente a lo expuesto, el realismo filosófico opta por una articulación entre pensamiento y realidad, en la que el conocimiento supone una parte de la misma, pero la realidad no es parte, ni todo el conocimiento humano. Desde este posicionamiento se aborda la naturaleza del conocimiento desde la capacidad de razonar e inferir, obteniendo información y posterior generación de nuevo conocimiento. Así planteada la relación entre realidad y conocimiento, se puede afirmar que: "Si por realismo se entiende todo lo que es, las ideas también son" (BERNAL, 2005, p. 13). Percepción aplicable a la Didáctica de las Ciencias Experimentales, como medio de acceder al conocimiento de hechos naturales y asumirlos en la realidad inmanente de la persona.

Desde la perspectiva socioconstructivista, ni la realidad ni la verdad son descubiertas, sino construidas por el sujeto (LÓPEZ-BARAJAS, 2015); es decir, definidas por la observación y percepción del individuo, en función de su realidad cultural y experiencia personal, que dan categoría de verdad a la certeza individual; por consiguiente, los aprendizajes de los estudiantes responden a elaboraciones de pensamientos diferentes, pero sin privilegiar en sus posibilidades de certeza a unos respecto a otros, razón por la que su adecuación a un referente de verdad objetiva no existe, que Gergen (2001) concreta afirmando que no hay realidades externas al mundo inherente de la persona, derivando desde la subjetividad al subjetivismo⁵.

Vinculando las reflexiones pretéritas a la Didáctica de las Ciencias Experimentales, se constata que se está ante un proceso de sometimiento de los educandos a intereses que trascienden sus ámbitos socioculturales, alejados de posibles intenciones de desarrollo de la persona (PÉREZ-FERRA et al., 2018)). Pero estando los estudiantes inexorablemente vinculados a realidades significativa que ellos mismos definen, partiendo del conocimiento de realidades externas a ellos, el proceso descrito, impide el ejercicio de compromiso y acogida al "otro", en cuanto el estudiante no se encuentra ubicado en su realidad, sino en una razón arbitraria externamente definida, que no permite delimitar el sentido del compromiso con el "otro" (GEERTZ, 1997), en cuanto que no se conoce su verdadera realidad personal.

Pero cuando se está inmerso en un subjetivismo determinado por una sutil gobernanza externa, no es posible ejercer la capacidad de discernimiento, ni por el

⁵ El subjetivismo responde a una postura en la que la persona solo considera como verdadero lo que responde a lo meramente inherente a su individualidad, imposible de relacionar con la verdad objetiva, externa al individuo. Sin embargo, el subjetivismo se construye en la convergencia de la realidad habida en las cosas, seres y fenómenos, con las vivencias surgidas de la experiencia de la persona que, sin abandonar el concepto de realidad, lo matizan atendiendo al modo y contextos que aportan una interpretación determinada, pero siempre convergente con la realidad.

profesorado ni en el alumnado. Por ello es de vital importancia que los docentes, además de conocer contextos y realidad psicológica de su alumnado, tengan un sentido ético de su labor docente, basado en la responsabilidad, el compromiso que se ha de materializar en una sólida formación académico-científica, que les permita determinar qué tipo de conocimiento se está elaborando, cómo se general y con qué finalidad.

Cuando lo anteriormente indicado no se sabe determinar, sucede que no se es consciente de que el socioconstructivismo es una corriente de pensamiento con funciones meramente instrumentales, que sustituye al humanismo cívico⁶ en los procesos formativos, donde la historia longitudinal ha sido reemplazada por una razón arbitraria, que deconstruye la realidad onto-epistemológica y gnoseológica de los ámbitos disciplinares de las Ciencias de la Educación, dejando los procesos educativos a merced del idealismo, que sitúa al profesorado y al alumnado en torno a un subjetivismo al que no tiene acceso la realidad, denominado "epistemicidio" (DE SOUSA SANTOS, 2010, p. 8).

De lo advertido se desprende que el docente ha de conocer la fundamentación de los principios morales que definen su actividad educativa, tanto en el sentido argumentativo de los mismos, como en su aplicación al hecho educativo, incuestionables en el sentido ético de la educación, de carácter interdisciplinar (CORTINA, 1993).

Esta realidad macro de la educación sobre la que se ha argumentado, tiene una incidencia notable en el proceso meso, determinada por la gestión de la Administración, en cuanto que se suelen adoptar corrientes de pensamiento al ámbito curricular, sin conocer en profundidad su estructura, finalidades y deficiencias.

Hasta donde los autores de esta colaboración conocen, no hay ningún ámbito disciplinar que en su realidad onto-epistemo-gnoseológica haya sido sustituido por las regulaciones de la legislación. Sin embargo, este hecho en educación es una evidencia. De modo que la función mediadora de la Administración educativa, materializada en la formación permanente del profesorado, en la formación inicial y en la definición de un diseño curricular, que garantice niveles mínimos de conocimiento, estructuración e interconexión de los ámbitos disciplinares del currículum, se torna en un cometido mediatizante, ejerciendo de modo inadecuado las responsabilidades institucionales que le son propias y absorbiendo el espacio de gestión que pertenece al docente, relegándole a mero implementador de diseños previamente estandarizados.

⁶ El humanismo cívico busca determinar las razones que definen la apatía de los ciudadanos y su escasa participación en la vida social de su realidad cultural, en definitiva, en todo aquellos que suponga proyectos societarios. Tres son las razones que argumenta A. Llano, que derivan del modelo humano determinado por la modernidad: individualismo exacerbado, tendencia al relativismo ético y la disociación entre moral pública y moral privada, que conlleva al cuestionamiento de la capacidad del ciudadano para conocer y elegir el bien moral en su vertiente social.

A ello aludió Foucault (2007) indicando que la conducta de las personas se modela mediante la diseminación de dispositivos de seguridad que se materializan mediante instrumentos o instituciones, a fin de normalizar y controlar la conducta de los individuos de modo subrepticio (RAFAGHELLI, 2017).

En el ámbito educativo estas derivas han generado procesos de deconstrucción en la ciencia didáctica, subvirtiendo su realidad ontológica y el discurso epistemo-gnoseológico, que ha neutralizado la singularidad de su discurso para construir conocimiento metodológico a través de procesos de transposición semántica entre significantes y significados (PÉREZ FERRA; QUIJANO LÓPEZ, 2020).

Autores como Popkewitz (2022) son a este respecto clarificadores, planteando una convergencia entre las dimensiones social y de diseño del hecho educativo (realismo), esencial para el progreso de las ciencias que se involucran en el "acto didáctico". De modo que siendo la realidad social en la que se halla inmerso el estudiante importante para conocer y aplicar el conocimiento adquirido, será el marco conceptual el que contribuye a la comprensión, clarificación, categorización y definición del orden lógico de las diferentes realidades sociales específicas.

Sin embargo, cuando en la formación inicial y continua del profesorado sólo se aprende que el conocimiento curricular es construido socialmente, los procesos formativos queden reducidos a mera práctica basada en la posibilidad.

Conviene que la experiencia acompaña a todas las formas de conocimiento, desde el realismo filosófico la realidad social no puede quedar circunscrita al conocimiento que define el discurso de unas pocas voces que, siendo estimables, requieren un análisis más amplio y longitudinal en de la Historia, y otro transversal, determinado por la amplia realidad socio-cultural (JARAMILLO ECHEVERRI, 2017).

La configuración definida conduce a una concepción del diseño curricular en la que se ha de establecer una relación entre los conocimientos que los estudiantes adquieren mediante las experiencias con el conocimiento disciplinar del currículum escolar, contextualizado en función de la realidad cultural y personal de los estudiantes. Esta apreciación supone una complejidad estructural que demanda formación onto-epistemo-gnoseológica de quien diseña el currículum, que Zubiría Samper (2013, p. 17) ha reflejado del modo preciso:

La función principal del currículo es permitir trasladar los principios y propósitos pedagógicos al aula de clase. Es por ello que el currículo debe sintetizar la praxis pedagógica y orientar la acción y la reflexión que genera nuestra praxis. El currículo pone en diálogo la teoría y la práctica, la reflexión y la acción, los principios pedagógicos más generales y la didáctica de aula.

Percepción que tácitamente anuncia las consecuencias de un subjetivismo que define un modo de entender el currículum en el que la función docente es de mera implementación, cayendo en una gobernanza sutilmente instrumentalizada (FOUCAULT, 2007), en la que el currículum es exclusivamente una construcción cultural, surgida de la dialéctica (AGRAY VARGAS, 2010).

En un tercer momento, considerar la incidencia de las reflexiones pretéritas en el ámbito micro, supone hacerlo sobre cómo incide en el compromiso del docente su capacitación para ir del “compromiso para realizar lo ideado a la habilitación para materializarlo” (PÉREZ FERRA, et al., 2018, p. 313), compromiso vinculado a un realismo filosófico, definido transversalmente por el Humanismo Cívico en el marco de la Sociedad del Conocimiento.

El profesorado ha de considerar en la calidad científica de la información con la que se trabaja, su adecuación al sentido de verdad (dimensión ética); además, ha de quedar atento a cómo los estudiantes seleccionan la información, la interpretan, la procesan y organizan y como activan sus capacidades para transformarla en conocimiento. Sin embargo, la orientación humanística plantea un segundo paso, que supone un salto cualitativo para ir de la instrucción a la formación, que Pérez Ferra; Quijano-López; Ocaña-Moral (2013, p. 242) concretan en los siguientes términos:

El saber va más allá de la información, supone un crecimiento interno que se manifiesta en la excelencia de la capacidad operativa, admite una elaboración personal que genera conocimiento interno, un avance que supone el enriquecimiento de nuestro ser práctico y el incremento de nuestra capacidad de obrar. Sin embargo, la información solo tiene valor para quienes saben cómo gestionarla: dónde hallarla, con qué criterios han de seleccionarla, relacionarla con la anterior y conceptualizarla, a fin de poder utilizarla posteriormente. Procesos que permiten diferenciar utilidad de valor o el modo de ser de las cosas del modo de ser de las personas.

El texto referenciado constituye indudablemente una hoja de ruta para definir los procesos y finalidades de la interdisciplinariedad educativa.

3 LOS PROCESOS INTERDISCIPLINAES EN LA DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES DESDE EL REALISMO FILOSÓFICO

La programación de la actividad docente del profesorado requiere tomar decisiones sobre qué enseñar, cómo enseñar y para qué enseñar, cuestiones que suponen un proceso interdisciplinar integrador de diferentes ámbitos científicos en las ciencias objeto de estudio, en

los que el docente ha de profundizar en aspectos ontológicos (naturaleza de esas ciencias), epistemológicos (cómo llevar a cabo los procesos indagadores) y gnoseológicos (cómo acercarse al conocimiento de esas ciencias, no en su realidad teórica, sino en la aprehensión de las mismas).

En este epígrafe se parte de la concepción de interdisciplinariedad desde la percepción de Ander-Egg (1999), definida desde la convergencia metodológica de las ciencias curriculares, Didáctica General, Ciencias de Internet y el ordenamiento metacientífico, que se define a partir de la Filosofía de la Ciencia y Metodología, en este caso, desde el realismo filosófico (RENGIJO AVADES, 2021)

Es ahí donde se generan los procesos interdisciplinares, desde la articulación de las ciencias no pedagógicas, con estructuras diferentes en su realidad ontológica, cuya articulación al proceso educativo queda definida por la Filosofía de la Ciencia y Metodología (ALONSO RODRÍGUEZ, 2021).

El proceso seguido para desarrollar la interdisciplinariedad comporta tres fases: una primera, definida por el conocimiento por el profesorado de la estructura metateórica de las ciencias curriculares objeto de aprendizaje, en este caso suelen ser: Biología, Geología, Física y Química. Esta primera fase comporta tres dimensiones de la realidad teórica de las ciencias aplicadas: ontológica, que aborda la naturaleza, estructura y procesos de clasificación; epistemológica, que define los principios, fundamentos y métodos para investigar y dar respuesta a las necesidades educativas que plantea la sociedad y gnoseológica, que estudia los modos más adecuados para conocer y acercarse al conocimiento humano, a fin de aprehender una ciencia determinada.

La segunda fase, delimita por procesos holísticos para integrar en torno a una ciencia micro, en este caso la Didáctica General, las ciencias aplicadas y Ciencias de Internet, a fin de generar y definir los procesos metodológicos a seguir, a partir de sus respectivas realidades metateóricas, considerando la singularidad de los estudiantes y el contexto en el que se desarrollan los procesos educativos. Es aquí donde se define la identidad de la Didáctica de las Ciencias experimentales, en la articulación de la opción metodológica más adecuada, en función de la naturaleza de la ciencia curricular objeto de estudio y la actividad concreta a desarrollar.

La tercera fase, define la culminación del proceso de interdisciplinar. A partir del realismo filosófico y el sentido ético del acto educativo, integrando las fases descritas previamente. Se define el ámbito axiológico y contexto sociocultural en el que se lleva a cabo el proceso de aprendizaje, desde una percepción del entendimiento considerado como la capacidad de razonar e inferir, para generar conocimiento desde la observación y percepción de la realidad.

La fase inicial, metateórica, respecto a las ciencias curriculares de carácter aplicado, es fundamental para la profesionalización docente, desde el sentido de asumir un compromiso de acogida al "otro". Integra, pero trasciende el conocimiento descriptivo de las ciencias aplicadas que enseña el profesorado, y aborda tres ámbitos referenciados en la introducción de este epígrafe: ontológico, epistemológico y gnoseológico.

La realidad ontológica permitirá al docente una aproximación a la naturaleza, realidad, estructura, posibilidades de categorización y de relación con otros ámbitos disciplinares de la ciencia que enseña, que son fundamentales para definir procesos interdisciplinares. Desde la dimensión epistemológica se profundiza en el conocimiento generado en ese ámbito disciplinar, mediante la indagación. Supone profundizar en el conocimiento, pero no del individuo respecto a la realidad, sino del teórico de esa ciencia.

La implicación para el profesorado entre ambas dimensiones de la estructura de una ciencia se halla en que mientras la ontología proporciona el referente propio de la esencia de esa ciencia, a partir del cual la epistemología define los avances propios mediante la investigación en el ámbito del espacio paradigmático que le es propio. La epistemología permite la acomodación de la naturaleza de cada ciencia aplicada -de carácter curricular, mediante la indagación- a las nuevas realidades y demandas sociales, dando respuestas pertinentes (CUADROS CONTRERAS, 2010).

El tercer ámbito responde a la dimensión gnoseología, que permite al docente acercarse al modo más adecuado de conocer una ciencia, pero no desde su estructura teórica (epistemología), sino desde la aprehensión del conocimiento que genera; es decir, permite una aproximación más adecuada a su aprendizaje. El docente ha de vincular ese acercamiento al modo de conocer una determinada ciencia, según los estilos de aprendizaje de su alumnado y la naturaleza del pensamiento humano.

La relación de la ontología y la epistemología con la gnoseología es evidente, respecto a la primera, en cuanto aporta el referente de la naturaleza de la ciencia objeto de estudio, imprescindible para acercarse al conocimiento de su contenido; en relación a la segunda, porque define procedimientos para profundizar en el conocimiento teórico de su estructura y aplicación del mismo a las demandas metodológicas a plantear, que facilitan el conocimiento a la aprehensión de esa ciencia, objeto de estudio de la gnoseología; además, "garantiza la producción y validación del conocimiento científico" (YNOUB, 2020, p. 18).

La ontología le aporta un campo de estudio definido, respecto a la construcción racional de conocimiento, mientras que la epistemología, define ámbitos de indagación que abren nuevas perspectivas a la gnoseología para redefinir cómo abordar el conocimiento de esa ciencia. Lo indicado permite a los docentes discernir que no se puede optar por modelos basados en el idealismo constructivista, en los que se sustituye verdad por certeza, así

como la dependencia de la realidad de la representatividad, que desvanecen la evidencia de ser en los procesos formativos, o bien caer en el planteamiento opuesto, de carácter antipsicologismo, que orientó en su momento al positivismo lógico, sustituyendo la gnoseología por procesos lógicos determinados por leyes y principios (LLANO, 1991).

Se está, pues, en un momento en el que hay que combinar la realidad, que evidencia el ser de las cosas con el ejercicio de la razón por el alumnado, para generar conocimiento, que aportará certezas válidas al sentido de verdad⁷, o lo que es lo mismo, personalizará el conocimiento en función de la realidad de su singularidad, que aportará a su conocimiento elementos contingentes y distintos a los de otros estudiantes, pero en los que prevalecerá la percepción real de la esencia de aquello percibido.

Una segunda fase del procedimiento interdisciplinar, para cuyo desarrollo es condición "sine qua non" el conocimiento de la estructura metateórica de las ciencias aplicadas (curriculares), lo determina un proceso holístico que define a la Didáctica General, como ciencias micro, unidisciplinar; la capacidad de discernimiento sobre la estructura de las ciencias integrantes del currículum, ya aludidas y las Ciencias de Internet.

Esta fase es compleja por la situación que ha abordado la Didáctica General, en la década de los años setenta y ochenta del siglo XX, mediada por la investigación positivista, que buscaba dar a la ciencia didáctica un corpus científico, pero los procedimientos lineales seguidos, obviando contextos y tiempos, y pretendiendo definir relaciones de causa - efecto en los procesos educativos, no llevaron a buen puerto (BOLÍVAR, 1995). En un segundo momento, el giro hermenéutico dio paso a una acción pendular que llevó a la Didáctica General desde lo meramente normativo al otro extremo, rechazando en el aprendizaje toda perspectiva externa y desligando a la ciencia didáctica de su dimensión tecnológica (metodologías), que la situó en un plano "emic" (interno), desvinculado de la realidad.

Otro tanto sucedió con la Didáctica de las Ciencias experimentales, que se comenzó a enseñar mediante el positivismo lógico, mediante procedimientos experienciales de carácter inductivo, obviando el pensamiento como medio para construir conocimiento. Pasado el tiempo, estos procedimientos fueron sustituidos por un psicologismo que condujo la formación hacia un soporte idealista, y a la adquisición de aprendizajes construido socialmente mediante la subjetivación del conocimiento individual, que se limita a considerar las representaciones de la ciencia a mera creación personal, relegando el ser de las cosas a ideación del pensamiento y prescindiendo de la realidad curricular.

En la actualidad, el área de Didáctica de las Ciencias experimentales se adentra en procesos socializadores para generar conocimiento, con un cierto desvanecimiento de

⁷ Grande ha sido la influencia de la crítica de Heidegger a la filosofía de la conciencia, en la que denuncia una sustitución de la verdad por la certeza y la interdependencia de la realidad y el representar, que acentúa el olvido de la realidad del ser.

los contenidos curriculares y descuido de la metodología, que no es el modo más adecuado de articular procesos de interdisciplinarios, razón por la que convendría dar una mirada a la Historia de la Educación, para evitar “tropiezos” pretéritos (PERALES PALACIOS, 2018).

Hay que admitir la importancia del proceso holístico con función micro definida por la Didáctica General para seleccionar los métodos más adecuados en cada situación. El problema central no está en el reconocimiento de la necesidad de vinculación entre Didáctica de las Ciencias experimentales y Didáctica General, sino en las debilidades y carencias epistemológicas difundidas desde instancias “colonizantes” de la educación, sin obviar las derivas que en algunos casos genera la acción difusora de información falsa desde las Ciencias de Internet (MENDOZA DÍAZ, 2015).

Las razones aludidas son más que suficiente para recuperar la centralidad que aporta un ámbito micro definido por la Didáctica General, ya que cuando se transita de la novedad a la ocurrencia, consecuencia de la ausencia de conocimiento y, por tanto, de rigor al plantear el hecho educativo se pasa de utilizar una: “[...] una ciencia práctica a una práctica sin ciencia” (SIERRA ARIZMENDIARRIETA; PÉREZ FERRA, 2007, p. 555).

No se puede obviar en este proceso la importancia que han adquirido en la Sociedad del Conocimiento las Ciencias de Internet respecto a los procesos educativos. Estas disciplinas que facilitan recursos tecnológicos y gran parte de la información con la que han de trabajar los estudiantes para generar conocimiento, revisten complejidad en su gestión en el ámbito educativo; en primer lugar, por las debilidades metateóricas ya aludidas. Pero también por las demandas urgentes y apremiantes que se han hecho a las Ciencias de Internet desde la educación, que han definido nuevos ámbitos disciplinares, sobre los que apenas ha habido tiempo para su definición metateórica.

Dicho lo cual, la convergencia entre creatividad científica e innovación tecnológica no se ha definido con las garantías científicas suficientes. Las razones están en que el rápido desarrollo aludido demanda respuestas a cuestiones semánticas, ontológicas, epistemológicas, gnoseológicas y axiológicas a los procesos educativos, que no se pueden dar (GONZÁLEZ; ARROJO, 2019).

Lo indicado define un escenario inicial que dificulta determinar la información a solicitar a la Web y los procedimientos a seguir para generarla, razón por la cual las funciones de recepción de información y su gestión, en ocasiones, están desprovistas de las garantías, tanto técnicas como éticas, que permitan orientar de modo adecuado la aprehensión de conocimiento, circunstancias que definen una línea formativa en la profesionalización del profesorado.

La inconsistencia metateórica actual de las ciencias aplicadas y de la Didáctica General debilita el proceso micro, incidiendo en la relación bidireccional que debiera haber

entre las ciencias implicadas en ese proceso holístico; es decir, que la contribución de la ciencia didáctica y las ciencias aplicadas (curriculares) no aporten información pertinente a las Ciencias de Internet, a fin de adecuar la Web a las necesidades que plantea en ese momento el proceso educativo (FRESNO-ANABO et al., 2019) y, como consecuencia de ello, que la Web no aporte procedimientos innovadores adecuados para obtener información.

Las consecuencias de las carencias aludidas, no solo afectan a los procedimientos para obtener información con garantías, sino que han subvertido la función de las ciencias intervinientes, de modo que los métodos didácticos se sustituyen en incontables ocasiones por las diferentes fases que definen un ambiente virtual de aprendizaje.

La situación descrita activa rutinas o incluso el desarrollo de procesos racionales para alcanzar información, que pueden llegar a la generación de conocimiento en los estudiantes. Sin embargo, el hecho de que prevalezca la racionalidad instrumental de los medios sobre la actividad humana, empobrece el hecho educativo, que demanda los matices del comportamiento humano, que han de trascender a la mera conducta rutinaria.

Cuando el profesorado subvierte las funciones arriba indicadas, se resiente el sentido ético que ha de garantizar una información con garantías. Se demanda, pues, conocer la solvencia ética de los portales y tipos de información que aportan, tanto respecto a los objetivos como a los procesos y resultados esperados. Esto es así en cuanto hay información que siendo legal no es ética (ARROJO, 2020).

La verdad y la objetividad constituyen dos referentes esenciales para buscar información en la Web; por consiguiente, la precaución debe ser un factor importante en la utilización de las TIC, ya que su uso inadecuado puede generar serios problemas en la formación de los estudiantes. Sirva como ejemplo la utilización copiosa de algoritmos instalados en la red, que permiten traducir textos y responder a preguntas, también en el ámbito educativo, que suponen un desarrollo importante para las ciencias, pero también un potencial para elaborar noticias falsas (KNIGHT, 2019), que pueden llevar a situaciones eidéticas.

El análisis realizado conduce a la última fase del proceso de interdisciplinariedad, de profundo carácter teleológico, fundamentado en el realismo filosófico. Partiendo de este referente es más que posible superar la doble escisión que se puede generar en la acción formativa; en primer lugar, evitar la fragmentación de la realidad cultural en los diversos ámbitos disciplinares en los que se desarrolla el hecho educativo, que impiden en no pocas ocasiones, establecer procesos convergentes en la adquisición de conocimiento y en las relaciones que articulan las diferentes manifestaciones de la cultura; en segundo lugar, evitar la escisión entre el aprendizaje intelectual y otras manifestaciones de la vida humana como la ética, afectiva, entre otras (ÁLVAREZ ÁLVAREZ, 2015).

Las manifestaciones anteriores confirmar la oportunidad del realismo en los procesos de interdisciplinarios, ya que es una manifestación de que la Filosofía constituye la proyección de la racionalidad de las ciencias, vinculando la esencia de lo real con la aprehensión singular de cada persona, conocimiento (DÍAZ SOTO, 2018). Con ello, se está queriendo argumentar que las diferentes realidades, en este caso la educativa, no responden al estado de cosas, independiente del sujeto, sino que tanto la investigación como la acción educativa han de estar avaladas por una interpretación enriquecedora, hasta donde no se desvirtúe la realidad. Que no es lo mismo que definir los criterios de cognición fundados en representaciones exitosas, reconocidas socialmente, pues se formaría sin fundamento, y conduciría hacia una razón instrumental.

Se han defendido diferentes posturas sobre el eje articulador de los procesos interdisciplinarios; en unas ocasiones definidos por el patrimonio histórico; en otras, por el ecologismo y su necesidad para preservar la naturaleza, entre otras. Sin embargo, esos aspectos se pueden considerar como tópicos en el nivel ya definido del conocimiento metateórico de las ciencias curriculares, pero en ningún caso responden a procesos interdisciplinarios.

Desde la perspectiva de quienes elaboran este trabajo, articulando los niveles ya descritos, se trata de estructurar el proceso formativo en torno al espacio axiológico que defiende la "Pedagogía de la Alteridad" o acogida al otro/a", desde el compromiso. Llevar a cabo este proceso por el profesorado, desde una perspectiva interdisciplinar, supone un cambio de orientación en sus modos de hacer, determinado por el conocimiento profundo de las disciplinas curriculares que imparte, articulando los procesos de intervención con profesores de otros ámbitos disciplinares, etc.

Considerando que desde una disciplina de carácter experimental se asumen interacciones que pueden integrar diferentes perspectivas del conocimiento, se plantea la necesidad de ejercer valores que conduzcan a la aceptación de las opiniones de los otros, al ejercicio del sentido argumentativo y capacidad para integrar posturas (VIZCAINO ESCOBAR; OTERO-RAMOS, 2008), pero no desde el consenso basado en la cesión, sino en la justificación estructural de la realidad onto-epistemológica de esa ciencia.

En esta acción interdisciplinar, que concita la responsabilidad, el compromiso y la actualización permanente de la formación del docente, la función del profesor es la de acompañar al alumnado en la construcción de su proyecto personal de vida. Como se ha afirmado en las dos dimensiones previas referidas, conocimiento por el docente de la realidad metateórica de las ciencias aplicadas y fase micro, siendo ambas necesarias para llevar a buen puerto el proceso educativo, no son suficientes. La finalidad última de la interdisciplinaria está es contribuir a desarrollar en el estudiante su personalidad, aportando el profesor el sentido ético de compromiso (IBÁÑEZ MARTÍN, 2017).

De modo que, desde la orientación del realismo ético, se inicia el proceso de conocimiento de las realidades externas a la persona, que son independientes al sujeto que las observa y las intenta aprehender mediante su entendimiento, pero también se orienta el ejercicio de la libertad mediante la voluntad. Para ello ha de fundamentar previamente los principios morales de su conducta y aplicar los principios hallados a su vida cotidiana (CORTINA, 1993).

Lo referido, que sustenta el fundamento del proceso a seguir para llegar a ser persona, -entendido como el desarrollo de la integralidad de cada estudiante, atendiendo a la realidad ontológica que define su integridad-, supone ayuda para buscar la verdad, integrarla, no solo con el hecho de ser conocida, sino sabida, prueba evidente de la relación entre conclusiones y principios que la sustentan (MILLÁN PUELLES, 2013).

El relato del discurso vertebrado sobre la construcción y necesidad de articular procesos interdisciplinares para llevar a cabo el hecho educativo, es de difícil aplicación en los momentos actuales a la realidad educativa en el ámbito de la Didáctica de las Ciencias experimentales, por dos motivos fundamentales; el primero de ellos, por la incidencia que tuvo en el siglo pasado la decisión de EE. UU. de trasladar al espacio educativo los métodos propios de la investigación en ciencias experimentales, basados en el positivismo lógico. Tampoco fue mejor la propuesta alternativa, basada en el psicologismo, que propició un idealismo basado en la construcción social del aprendizaje, a partir de la subjetivación del conocimiento, que tienen una dimensión positiva, partir de los modos de pensar y conocer, propios de una determinada realidad cultural, vinculados a las situaciones que demandan activar los procesos de conocimiento (RAFAGHELLI, 2013), que al disociarlos de la realidad de los fenómenos naturales y del conocimiento de las ciencias que justifican su génesis y consecuencias en la vida de las personas, pierde su razón de ser en su aplicación al conocimiento de las ciencias experimentales.

4 CONSIDERACIONES FINALES

En el presente estudio se han articulado razonamientos que justifican la necesidad de los procesos interdisciplinares, así como de los procedimientos previos: conocimiento metateóricos de las ciencias aplicadas y articulación holística de las mismas con la Didáctica General, la Didáctica General e Internet, desde un referente micro definido por la Didáctica General, culminando el proceso de interdisciplinar desde el realismo filosófico de carácter ético, cuya finalidad es actualizar un compromiso permanente del profesorado para orientar el desarrollo del proyecto de vida de cada uno de sus alumnos y alumnas.

Se considera que es una postura integradora que, siendo importante en educación, lo es más cuando los objetos de conocimiento se vinculan a las ciencias experimentales. Conocer la realidad natural que nos circunda, necesita, pero trasciende el entendimiento humano, en cuanto no puede conocer el ser de las cosas “en sí”, por lo que abordar su entendimiento supone integrar conformidad del juicio con la realidad, condición previa y no desestimable para articular los procesos interdisciplinarios (MARÍN GALLEGO, 2009).

Resulta, por tanto, evidente, como primera proposición lógica a argumentar, que el profesorado conozca la naturaleza y finalidades de las ciencias intervinientes en los procesos formativos, no sólo para articular los procedimientos interdisciplinarios, sino y – sobre todo – por los sesgos de carácter “colonial” que erosionan la realidad educativa, introduciendo teorías del conocimiento inadecuadas.

En la formación docente, hay que incidir en que lo que determina el conocimiento no sólo son las experiencias individuales (empirismo), ni tampoco las intuiciones subjetivas (racionalismo), sino que son las experiencias que se definen en el ámbito de la realidad social quienes determinan la percepción y conceptualización que se tiene de la realidad (PERCE, 1970).

La formación permanente del profesorado, como de los futuros egresados es prioritaria. Requiere corregir carencias evidenciadas en el discurso descrito en esta colaboración, para ello es necesario el conocimiento de las teorías del conocimiento más significativas y las consecuencias de gestionar las ciencias curriculares desde unas u otras perspectivas filosóficas.

El docente ha de definir qué finalidades quiere alcanzar mediante los aprendizajes; con qué contenidos puede alcanzarlas, en qué contextos y mediante que método o métodos. Lo que exige una formación sólida sobre la epistemología de las ciencias experimentales, que facilitará el ejercicio de la práctica profesional con capacidad para argumentar y elegir con soporte científico-didáctico la articulación de los elementos que integran el proceso (ADÚRIZ BRAVO, 2001).

El primer desafío, de carácter administrativo-académico, urge a que la Administración educativa restituya las funciones que son propias del profesorado, evitando la acción mediatizante, que desprofesionaliza al docente y lo relega a mero implementador de procesos estandarizados. Así mismo, las instituciones debieran recuperar su función mediacional, programando acciones formativas mediante las cuales el profesorado adquiera conocimiento para gestionar los procesos educativos y salir de la indolencia en la que le sume el “realismo ingenuo”.

Pero el ejercicio de la capacidad de gestión demanda que la Administración educativa diseñe currículos con coherencia científica y flexibles, de modo que se puedan

adaptar a la realidad cultural del entorno en el que se desarrollan, pero trascendiéndola, condición indispensable para elaborar conocimiento. Lo indicado supone desestimar la arbitrariedad legislativa y optar por el rigor científico en el diseño de los mismos (AGRAY VARGAS, 2010), derivas que responde a una obsesión de la Administración por ejercer una gobernanza sutil sobre la educación (FOUCAULT, 2007).

La revisión de la bibliografía ha evidenciado investigaciones en las que se evidencia un déficit notable en la colaboración entre la Administración educativa en niveles formativos no universitarios, con relación a la Universidad, concretamente en la estructura de los títulos de grado como de posgrado que, en ocasiones, no siempre se vertebran en función de la naturaleza y objetivos de la formación que define el título, sino que se optan por asimetrías en función de pactos que vulneran la ética y la responsabilidad en los diseños de los planes de estudio (LÓPEZ ZABALA, 2013).

Urgen, por tanto, una colaboración entre Administración educativa y Universidad, que permita vertebrar la formación del profesorado en ejercicio; la formación inicial, grados, así como opciones de especialización, másteres.

Vertebrar adecuadamente la estructura disciplinar de los títulos en los que tengan cabida materias fundamentantes, necesarias para que el profesorado no caiga en la mera implementación o en las consecuencias estériles de una utilización meramente especulativa de lo epistemológico, que “instalan” al docente ante supuestas ideas innovadoras que no se corresponden con la necesidad que tiene la educación de comprender que ocurre en la vida cotidiana (BIANCHINI, 2010).

También la contribución entre los departamentos de Filosofía de la Ciencias, de Didácticas de las Ciencias Experimentales y Didáctica General y Organización Escolar es necesaria para promover las acciones indicadas. Sin embargo, la consideración errónea de perspectivas encontradas de momento no la hace viable (LAPLANE et al., 2019). Cuando en realidad, actualmente, la formación docente está definida por las demandas de diferentes ámbitos disciplinares que determinan la práctica educativa y desde los diversos avances que surgen en las ciencias curriculares y educativas en general, que urgen al entendimiento.

Desde esta realidad, corresponde a la Didáctica de las Ciencias Experimentales dar respuestas, como nexo que es de los campos de investigación propios, al proceso educativo y a la acción indagadora que comporta, para generar innovación; es decir, dar respuesta a la articulación de los procesos de enseñanza-aprendizaje desde las propias características del contenido y la realidad personal de los estudiantes (DE LONGHI, 2018).

Compete a la Administración y a los gobiernos de las Universidades mostrar las evidencias de la viabilidad integradora de los diferentes campos disciplinares que intervienen en la interdisciplinariedad, así como los servicios que ello puede reportar a la educación.

La elaboración de tesis conjuntas o la realización de trabajos fin de grado y publicaciones compartidas, debidamente incentivadas en los procesos acreditativos y en la justificación de excelencia universitaria, podrían ser una orientación adecuada para integrar voluntades, que evidenciara los beneficios de la colaboración.

Se ha de dar respuesta a un modo distinto de percibir la educación, que conlleva reflexionar sobre un modo alternativo de percibir las áreas curriculares como compartimentos estancos, formando al profesorado para que sea capaz de articular procesos interdisciplinares, que comportan trabajo colaborativo en los docentes (IMBERNÓN, 2001).

Esta función micro de la ciencia didáctica en educación permitirá articular la aproximación del profesorado a la Web, definiendo desde su realidad epistemo-ontológica, oportunidad disciplinar y ética de la información que se selecciona, y posibilidad de convergencia entre creatividad científica e innovación tecnológica, difícil de alcanzar sin el concurso metacientífico de las ciencias aplicadas que integran el proceso interdisciplinar (GONZÁLES; ARROJO, 2019).

La no apreciación de la función micro, en este caso de la disciplina de Tecnología, ha incidido en el modo deficiente de abordar el aprendizaje de los estudios STEM, cuyo deterioro tiene un origen legislativo, reducción de la carga lectiva de la materia de Tecnología, y didáctico, no abordar su estudio desde los procesos interdisciplinares, ámbito micro de la Tecnología (MEGÍA; HERRERO; DÍAZ, 2012), que ha supuesto disminución del 6,1% en la matrícula universitaria en estos estudio y un 45,2% en la efectividad de su culminación (CONFEDERACIÓN DE RECTORES DE LAS UNIVERSIDADES ESPAÑOLAS (CRUE), 2020).

Se está ante un horizonte lejano a la generalización de la aplicación de procesos interdisciplinares a la educación. Ello apremia a iniciar una andadura para que la formación en ciencias experimentales adquiera adecuación a su naturaleza, para lo que es preceptivo iniciar procesos decoloniales, ante una situación que Rivas Flores (2019, p. 29) considera que está afectando: “[...] a los sistemas culturales, académicos, científicos, etc.”

REFERENCIAS

ADÚRIZ BRAVO, A. *Integración de la epistemología en la formación del profesorado de ciencias*. Tesis doctoral sin publicar. Universidad Autónoma de Barcelona, Barcelona. 2001.

ADÚRIZ BRAVO, A.; ARIZA, Y. Importancia de la Filosofía y de la Historia de la Ciencia en la enseñanza y en el aprendizaje de las Ciencias. *In*: MONROY, Z.; LEÓN SÁNCHEZ, R.; ÁLVAREZ DÍAZ-DE LEÓN (org.). *Enseñanza de la ciencia*. México, D.F.: UNAM, 2012. p. 79 - 92.

AGRAY VARGAS, N. La construcción del currículum desde perspectivas críticas: una construcción cultural. *Signos y pensamiento*, v. 29, n. 56, p. 420 - 427, 2010.

ALONSO RODRÍGUEZ, A. M. Objetividad y verdad en la Ciencia de la Educación como Ciencia de Diseño. *Sophia, Colección de Filosofía de la Educación*, n. 31, p. 11 -135, jul./dic. 2021.

ÁLVAREZ ÁLVAREZ, C. Teoría frente a la práctica educativa. Algunos problemas y propuestas de solución. *Perfiles educativos*, v. 37, n. 148, 172 - 190, 2015. <https://www.elsevier.es/es-revista-perfiles-educativos-85-articulo-teoria-frente-practica-educativa-algunos-S0185269815000264>

ANDER EGG, E. *Que es y que no es interdisciplina. Interdisciplinariedad en educación*. Buenos Aires: Magisterio del Río de la Plata, 1999.

ARMIJOS, C. E.; HERNÁNDEZ, M. W. H.; SÁNCHEZ, R. E. Principios epistemológicos para el proceso de enseñanza-aprendizaje, según el pensamiento complejo de Edgar Morín. *Pueblo continente*, v. 27, n. 2, p. 471- 478. 2017.

ARROJO, M. J. Las Ciencias de la Comunicación desde el realismo científico: El problema de la complejidad y las noticias falsas (fake news). *ArtefaCToS. Revista de estudios de la ciencia y la tecnología*, v. 9, n. 1, p. 131 - 158. 2020.

BERNAL, A. *El realismo pedagógico*. Madrid: Editorial Síntesis, 2005. <https://www.sintesis.com/teor%C3%ADa%20e%20historia%20de%20la%20educaci%C3%B3n%20%28the%29-151/el%20realismo%20pedag%C3%B3gico-ebook-402.html>

BOLÍVAR, A. *El conocimiento de la enseñanza. Epistemología de la investigación curricular*. Granada: FORCE, 1995.

BIANCHINI, E. L. Inobservables y realismo ingenuo de la economía. *Epistemología e historia de la ciencia*, 7(7), 22 - 26. 2010. <https://rdu.unc.edu.ar/bitstream/handle/11086/3593/07%20-%20Inobservables.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

BOURDIEU, P.; PASSERON, J. C. *La reproducción. Elementos para una teoría del sistema de enseñanza*. Barcelona: Laia, 1970. <https://www.uv.mx/mie/files/2012/10/reproduccion.pdf>

CONFEDERACIÓN DE RECTORES DE LAS UNIVERSIDADES ESPAÑOLAS (CRUE). *La universidad española de cifras, 2017/2018*. CRUE. Madrid: CRUE/Fundación Santander, 2020. file:///D:/CONGRESOS%202022/Resumen-Ejecutivo-CRUE-2019_DIGITAL_PDF

CORTINA, A. Moral dialógica y educación democrática. In: ORTEGA RUIZ, P.; SAEZ CARRERAS, J. (org.). *Educación y democracia*. Murcia: S. P. CAJAMURCIA, 1993. p. 15 - 24.

CUADROS CONTRERAS, R. Ontología y epistemología cyborg: representaciones emergentes del vínculo orgánico entre el hombre y la naturaleza. *Revista CS*, n. 6, p. 317 - 330, jul. 2010. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3633441>

CUTRERA, G. STIPCICH, S. Una perspectiva de análisis epistemológico desde los niveles de interpretación de la materia. *Revista iberoamericana de producción académica y gestión educativa*, v. 39, n. 3, p. 1 - 16, ene./jun. 2016. <https://www.pag.org.mx/index.php/PAG/article/view/497/536>

DE SOUSA SANTOS, B. *Descolonizar el saber, reinventar el poder*. Montevideo: Trilce, 2010.

DE HOYOS BENITEZ, S.M. El método científico y la filosofía como herramientas para generar conocimiento. *Revista de filosofía UIS*, v. 19, n. 1, p. 229 - 245. 2020.

DE LONGHI, A. L. *Fundamentos didácticos para la enseñanza de las ciencias*. Concepciones alternativas, comunicación y transposición. Córdoba (Argentina): S. de P. de la Universidad Nacional de Córdoba, 2018.

DEVÉS, E.; KOCEL, A. *Estudios eidéticos Una conversación desde el Sur sobre la vida de las ideas y la reconfiguración de un espacio disciplinar*. Colección Estudios de las Ideas (V-2). Santiago de Chile: Ariadna Ediciones, 2018.

DÍAZ SOTO, M. Filosofía, filosofía de las ciencias y la cuestión del realismo. *Alpha*, n. 46, p. 199 - 214. 2018.

FOUCAULT, M. *Diálogos sobre el poder*. Madrid: Alianza, 1990.

FOUCAULT, M. *Nacimiento de la biopolítica*. Buenos Aires: Fondo de Cultura Económica, 2007.

FREIRE, P. *La educación como práctica de la libertad*. Madrid: Siglo XXI, 2002.

FRESNO ANABO, I., ELEXPURU ALBICURI, I. Y VILLARDÓN GALLEGU, L. Revisiting the Belmont Report's ethical principles in internet-mediated research: perspectives from disciplinary associations in the social sciences. *Ethics Inf Technol*, 21, p. 137-149, 2019. <https://doi.org/10.1007/s10676-018-9495-z>

GARCÍA HOZ, V. *Educación personalizada*. 4 ed. Madrid: Rialp. 1981.

GEERTZ, C. *Dichte Beschreibung. Beiträge zum Verstehen kultureller Systeme*. Frankfurt: Suhrkamp, 1997.

GERGEN, K. J. *Social construction in context*. London: Sage, 2001.

GONZÁLEZ, W. J.; ARROJO, M. J. Complexity in the Sciences of the Internet and its Relation to Communication Sciences. *Empedocles. European Journal for the Philosophy of Communication*, v. 10, n. 1, p. 15-33. 2019. https://doi.org/10.1386/ejpc.10.1.15_1

IBÁÑEZ-MARTÍN, J. A. *Horizontes para los educadores. Las profesiones educativas y la promoción de la plenitud humana*. Madrid: Dykinson, 2017.

IMBERNÓN, F. La profesión docente ante los desafíos del presente y del futuro. En: MARCELO, C. (org.). *La función docente*. Madrid: Síntesis, 2001. p. 27 -45.

JARAMILLO ECHEVERRI, L. G. Enseñanza y responsabilidad. Implicaciones epistemológicas del constructivismo social en educación. *Revista de investigaciones UCM*, v. 17, n. 30, p. 56 - 67, mar./ago. 2007.

KNIGHT, W. An AI that writes convincing prose risks mass-producing fake news. *MIT Technology Review*, 2019. <https://www.technologyreview.com/s/612960/an-ai-tool-auto-generates-fake-news-bogus-tweets-and-plenty-of-gibberish/>

LANDER, R. Sujeto, subjetividad y subjetivismo. *Revista trópicos*, n. 459, p.77-91, 2020.

LANDEROS OLVERA, E.; SALAZAR GONZÁLEZ, B.; CRUZ QUEVEDO, E. La influencia del positivismo en la investigación y práctica de enfermería. *Index de enfermería*, v. 18, n 4, p. 263 - 266, 2009.

LAPLANE, L.; MANTOVNIC, P.; DOLPHSD, R.; CHANGE, H.; MANTOVANIF, A. McFALL-NGAIH, M. Why science needs philosophy. *Pnas*, v. 116, n .10, p. 3948 - 3952, 2019.

LLANO, A. Compromiso con la verdad. A propósito de la Veritatis Splendor. *Anuario filosófico*, n. 26, p. 459 - 462, 1993.

LLANO, A. *Gnoseología* (3ª. ed.). Pamplona: Pamplona: EUNSA, 1991.

LÓPEZ BARAJAS, E. *Introducción a la metodología científica*. Logroño: UNIR Editorial, 2015.

LÓPEZ ZABALA, R. Ética profesional en la formación universitaria. *Perfiles educativos*, v. 35, n. 142, p. 15 - 24, 2013. <http://www.scielo.org.mx/pdf/peredu/v35n142/v35n142a17.pdf>

MARÍN GALLEGU, J.D. El conocimiento pedagógico fundamentado en una epistemología de los sistemas complejos y una metodología hermenéutica. *Magistro*, v. 3, n. 6, p. 13- 25, 2009.

MEGÍA, J.; HERRERO, J.; DÍEZ, D. Situación de la Tecnología en la LOMCE. Análisis y propuestas de modificación. PEAPT, 2012. <https://aptandalucia.files.wordpress.com/2012/10/situaciontecnologiaiomce-peapt2.pdf>

MENDOZA DÍAZ, J. E. Estrategia didáctica para la formación interdisciplinaria del licenciado en Cultura Física. Podium. *Revista electrónica de ciencia y tecnología en la cultura física*, v. 10, n° 29, p. 34-51, 2015. <https://podium.upr.edu.cu/index.php/podium/article/view/view/477/480>

MILLÁN PUELLES, A. *La formación de la personalidad. Obras completas (v. III)*. Madrid: Rialp, 2013.

MORENO MARTÍNEZ, L. El boletín Faraday (1928-29) y las relaciones entre historia y didáctica de las ciencias. *Enseñanza de las ciencias*, v. 39, n. 3, p. 215-230, 2021.

PEIRCE, CH. S. *Deducción, inducción e hipótesis*. Buenos Aires: Aguilar, 1970.

PERALES PALACIOS, F. J. El área de Didáctica de las Ciencias experimentales en España: entre la tribulación y la esperanza. *Ápice. Revista de educación científica*, v. 2, n. 2, p. 1 - 14, 2018. <https://ruc.udc.es/dspace/handle/2183/21832>

PÉREZ FERRA, M.; QUIJANO LÓPEZ, R. Horizontes de la Didáctica y su posible relación con el Currículum. Necesidad de un proceso de interacción entre ambas ciencias. En RODRÍGUEZ PULIDO, J.; ARTILES RODRÍGUEZ, J.; YAKELYN, T. (org.). *Procesos didácticos y de gestión en la Universidad*. Madrid: Mercurio, 2020. p. 85 - 105.

PÉREZ FERRA, M.; QUIJANO LÓPEZ, R.; OCAÑA MORAL, M. T. El profesorado universitario ante el Espacio Europeo de Educación Superior: dos años después. *Educatio siglo XII*, v. 31, n. 2, p. 235 - 254, 2013.

PÉREZ FERRA, M.; RIVAS FLORES, J. I.; QUIJANO LÓPEZ, R., LEITE MÉNDEZ, A. Estado actual de la Didáctica General: vicisitudes y controversias. *Educatio siglo XXI*, v. 36, n. 3, p. 299 - 318, 2018.

POPKIEWITZ, T.H. S. Conversación sobre teoría crítica y ciencias de la educación. *Revista educación, política y sociedad*, v. 7, n. 3, p. 168 - 195, 2022. <https://revistas.uam.es/reps/article/view/14750>

RAFAGHELLI, M. Dimensión pedagógica de la extensión. In: CAMILLIONI, A. (org.). *Integración, docencia y extensión*. Otra forma de enseñar. Santa Fe: S.P. de la Universidad Nacional del Litoral, 2013. p. 79 - 92.

RAFAGHELLI, M. (2017). Las Prácticas de Extensión de Educación Experiencial como oportunidad para integrar docencia y extensión. *Revista De Extensión Universitaria*, v. 6, n. 6, p. 8-15. <https://doi.org/10.14409/extension.v1i6.6308>

RENGUO AVADEZ, L.A. La interdisciplinariedad desde la perspectiva de Ezequiel Ander - Egg. *Revista Cientific*, v. 6, n. 20, p. 340 - 359, 2021. <https://doi.org/10.29394/Scientific.issn.2542-2987.2021.6.20.19.340-359>

RÍOS CONRETRAS, M. A. Transformación de la práctica pedagógico en educación básica primaria desde los significados de los actores de la aplicación de la programación neurolingüística. *Dialéctica*, v. 1, n. 18, p. 165 - 182, 2021.

RIVAS FLORES, J. I. **Re-instituyendo la investigación como transformadora**: deconolizar la investigación educativa. In: DE MELO, A.; ESPINOSA TORRES, I. J.; PONS BONALS, L.; RivasFlores, J. I. (org.). *Perspectivas decoloniales sobre la educación*, 2019. p. 23 - 60.

RIVAS FLORES, J. I. (org.). **Perspectivas decoloniales sobre la educación**. Málaga: UMA Editorial/Santa Cruz (Brasil): Editora UNICENTRO, 2019. p. 23 - 60. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/autor?codigo=115260>

RIZO PATRÓN, R. Husserl, lector de Kant. Apuntes sobre la razón y sus límites. *Arete. Revista de filosofía*, v. XXIV, n. 2, p. 351 - 383, 2012.

SAIZ, C.; RIVAS, S. F. Evaluación en pensamiento crítico: una propuesta para diferenciar formas de pensar. *Ergo. Nueva época*, n. 22 - 23, p. 25 - 66, 2008. <https://www.pensamiento-critico.com/archivos/evaluarpcergodf.pdf>

SIERRA ARIZMENDIARRIETA, B.; PÉREZ FERRA, M. La comprensión de la relación teoría-práctica: una clave epistemológica de la didáctica. *Revista de educación*, n. 342, p. 553 - 576, 2007. https://www.researchgate.net/publication/28161218_La_compreension_de_la_relacion_teor%C3%ADa-practica_una_clave_epistemologica_de_la_didactica

TORRES SALAS, M.I. La enseñanza tradicional de las ciencias versus las nuevas tendencias educativas. *Revista electrónica educare*, v. 14, n. 1, p. 131 - 142, 2009.

VAIN, P. D. La ética en la investigación educativa y el riesgo del uso de la ciencia como naturalización de lo social. *Revista Iberoamericana sobre calidad, eficacia y cambio en educación*, v. 9, n. 2, p. 15 - 23, 2021.

VIZCAINO ESCOBAR, A. E.; OTERO RAMOS, I. Enseñar-aprender para el desarrollo: la interdisciplinariedad como alternativa de solución. *Psicología para América Latina*, n. 14, p. 1 - 11, 2008. http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-350X2008000300014&lng=pt&nrm=iso.

YNOUB, R. Epistemología y metodología en y de la investigación en Diseño. *Cuaderno. Cuadernos del centro de estudios en diseño y comunicación*, n. 82, p. 17 - 31, 2020. <http://www.scielo.org.ar/pdf/ccedce/n82/1853-3523-ccedce-82-17.pdf>

ZUBIRÍA SAMPER, J. *Cómo diseñar un currículo por competencias. Fundamentos, lineamientos y estrategias*. Bogotá: Magisterio Editorial, 2013.

