

Propuesta curricular interdisciplinar en investigación y educación ambiental dirigida a un grupo de estudiantes de básica secundaria

Interdisciplinary Curricular Proposal in Environmental Research and Education Aimed at a Group of Secondary Basic Students

Luz Elena Arévalo Arévalo



Resumen

Este documento presenta la construcción de un programa de formación en investigación y educación ambiental para estudiantes de básica secundaria, además de los resultados de la primera fase de implementación. Se emplea el método Delphi para la conformación del grupo de expertos que apoyan la elaboración del currículo y su implementación; se usan, además, las técnicas de encuesta y entrevista

Citar este artículo como: Arévalo Arévalo, L. E.(2020). Propuesta curricular interdisciplinar en investigación y educación ambiental dirigida a un grupo de estudiantes de básica secundaria. *Revista Papeles*, 12(23), 112-124.

Fecha de recibido: 1 de febrero del 2020 Fecha de aprobado: mayo 5 de 2020

* Bióloga de la Universidad Nacional de Colombia. Magíster en Educación de la Universidad Antonio Nariño. Docente del Colegio Débora Arango Pérez (IED). Correo electrónico de contacto: larevalo33@uan.edu.co

semiestructurada como apoyo a la metodología principal. Para el análisis de datos cuantitativos se usa el software estadístico SPSS (versión 25) de IBM. Los resultados preliminares de la primera fase de implementación del currículo dan indicios de un cambio positivo en la percepción que tienen los estudiantes de la investigación y de la conceptualización de ambiente, atribuible a la estrategia de construcción interdisciplinar del programa de formación.

Palabras clave: educación ambiental, investigación formativa, currículo, metodología Delphi, interdisciplinariedad.

Abstract

This paper presents the construction of an education program related to environmental education and investigation training for basic secondary students, in addition to the results of the first stage of its implementation. The Delphi method is used to consolidate the group of experts who support the development of the curriculum and its implementation; the techniques of survey and semi-structured interview are also used to support the main methodology. For the analysis of quantitative data, the statistical software SPSS (version 25) by IBM is used. The preliminary results of the first stage of curriculum implementation give indications of a positive change in the perception that students have of research and conceptualization of the environment, attributable to the interdisciplinary construction strategy of the training program.

Keywords: environmental education, formative research, curriculum, Delphi methodology, interdisciplinarity.

Introducción

La educación ambiental (EA) se presenta desde hace más de cinco décadas como la alternativa más apropiada para regular la relación de los seres humanos con su entorno. A nivel mundial, las grandes conferencias ambientales se han dado a la tarea de delimitar el concepto, establecer los fines y señalar su relación con otros campos de gran importancia como la política y la economía (Casas, 2002).

Latinoamérica no ha escapado de este largo recorrido, pues busca definir una identidad que medie entre las corrientes mundiales y los propios intereses regionales (Foradori, 2016; Leff, 2004).

En Colombia el recorrido lleva, entre otras cosas, a la creación del Sistema Nacional Ambiental en 1993, el establecimiento del decreto 1743 de 1994 que crea los proyectos

ambientales escolares (PRAE) como estrategia de implementación de la EA en la educación básica y media y la estructuración de la Política Nacional de Educación Ambiental (PNEA) en el 2002, encargada de determinar los objetivos de la EA y las estrategias para coordinar las acciones entre los diferentes sectores relacionados con la educación ambiental (MEN, 2002b). A pesar de los grandes avances y los esfuerzos multilaterales se percibe una dificultad para posicionar la EA como un verdadero instrumento de cambio de las realidades socioambientales de nuestro país (Torres, 2010; Sauve 2014).

Puntualmente, se puede decir que en las instituciones de educación básica y media el avance en el cumplimiento de las metas propuestas por la PNEA ha sido lento, debido, entre otras cosas, a la desarticulación del PRAE con las

situaciones ambientales regionales, la percepción recursista-naturalista del ambiente, que limita los componentes de transversalidad e interdisciplinariedad y las estrategias usadas con los estudiantes para encarar su rol dentro de los PRAE (Gutiérrez, 2015; MEN, 2008).

Teniendo en cuenta lo anterior, se presenta en este documento una propuesta curricular de EA para un grupo ambiental de estudiantes de básica secundaria de una institución educativa

distrital que presenta dichas dificultades, con el propósito de generar un modelo de acción desde la interdisciplinariedad y la formación en investigación, que motive una lectura multidimensional de la realidad y le dé una mayor significancia al papel de los diferentes actores institucionales dentro del PRAE.

Para comprender la esencia de la propuesta se presentan los fundamentos conceptuales pertinentes.

Marco teórico

La evolución del pensamiento ambiental ha llevado de forma natural al abandono paulatino del viejo paradigma relacionado con la concepción del ambiente desde lo biofísico o problémico, para dar paso a un nuevo concepto abarcador que permite hilar múltiples dimensiones y, con ello, la acción conjunta de diversos sectores sociales, políticos, culturales y económicos (Ángel-Maya, 2014; Sauve, 2004).

La teoría de la complejidad de Edgar Morin (1990) juega aquí un papel importante, ya que es una gran influencia en la educación y el pensamiento ambiental actual, pues aporta argumentos para desarrollar una EA que integra las perspectivas de diferentes áreas de conocimiento, así como la forma de interpretar la realidad y construir nuevo conocimiento (García, 2004).

En el caso de Colombia, esta nueva visión se percibe en la PNEA, en la que se define lo ambiental como:

Sistema dinámico definido por las interacciones físicas, biológicas, sociales y culturales, percibidas o no, entre los seres humanos y los demás seres vivos y todos los elementos del medio donde se desenvuelven, sean estos elementos de carácter natural, o bien transformados o creados por el hombre (MEN, 2002b, p. 18).

De manera similar, la concepción de la educación ambiental refleja esta visión sistémica y se expresa como:

Un proceso que le permite al individuo comprender las relaciones de su interdependencia con su entorno, con base en el conocimiento reflexivo y crítico de su realidad biofísica, social, política, económica y cultural, para que, a partir de la apropiación de la realidad concreta, se pueda generar en él y en su comunidad actitudes de valoración y respeto por el ambiente (MEN, 2002b, p. 19).

A nivel escolar, estos dos conceptos son recogidos y puestos en acción a través de la PRAE, cuya misión no es otra que tomar en consideración las diferentes situaciones ambientales en las que se encuentra inmersa una institución educativa y generar planes, proyectos y actividades que ayuden a la correcta gestión de las situaciones ambientales, siguiendo criterios de intersectorialidad, interdisciplinariedad, transversalidad, contextualización e inclusión (Mora-Ortiz, 2015).

Llegar a estos consensos conceptuales no ha sido fácil y tampoco es suficiente, pues se debe reconocer que existen algunos retos que la escuela debe superar en aras del cumplimiento de las metas de la EA propuestas a nivel mundial y nacional. El primero de los retos es lograr que todo el conocimiento

generado alrededor del ambiente se constituya en un instrumento de transformación social y empoderamiento.

En este caso, el papel de los formadores ambientales debe centrarse en que sus estudiantes tejan redes de significados y sentidos que la sociedad pueda usar para mediar la relación con su entorno y reestructurar su pensamiento frente al ambiente (González y Arias, 2009; Porras, 2014; Scott, 2010).

Por otro lado, se plantea el reto de potenciar en los estudiantes las habilidades para interpretar la realidad y validar sus propios descubrimientos.

En este sentido, la formación en investigación juega un papel importante y prioritario en la educación ambiental, porque traza el camino para que los estudiantes pasen a ser actores activos de su propio aprendizaje.

Esto requiere de modelos de formación que centren su atención en el proceso de aprendizaje, en lo que piensa y siente la gente, pues es esto lo que determina la forma de actuar a largo plazo (Scott, 2010).

Una forma interesante de abordar el tema de formación en investigación la propone Restrepo-Gómez (2004), quien tiene en cuenta que a nivel escolar no se considera la investigación en sentido estricto. Este autor señala que la formación en investigación y para la investigación se realiza desde “actividades investigativas que incorporan la lógica de la investigación y aplican métodos de investigación, pero que no implican necesariamente el desarrollo de proyectos de investigación completos ni el hallazgo de conocimiento nuevo y universal” (Restrepo-Gómez, 2004, p. 3).

Al respecto, González (2017) hace una extensión de los conceptos e indica que la formación en la investigación implica involucrar al estudiante con acompañamiento de un tutor, pero no a manera de transmisión de conocimientos de maestro a estudiante.

La formación en investigación y para la investigación se realiza desde “actividades investigativas que incorporan la lógica de la investigación y aplican métodos de investigación, pero que no implican necesariamente el desarrollo de proyectos de investigación completos ni el hallazgo de conocimiento nuevo y universal”.

La gran ventaja de esta forma de educación es que se abre la posibilidad de mejorar la imagen estereotipada que los estudiantes tienen de la investigación y los hace sentir capaces de involucrarse, no pensando en hacerse científicos, sino simplemente para formarse como ciudadanos (Fernandes, Pires y Villamañan, 2014).

Esta concepción es la que se propone para la estructuración curricular de este estudio, teniendo en cuenta su consonancia con los estándares básicos de competencias propuestos por el Ministerio de Educación Nacional (2006).

Currículo

Todo proceso de formación debe ser planificado y organizado de tal manera que asegure el cumplimiento de las metas propuestas. Por la naturaleza de este estudio es necesario, entonces, hacer referencia al concepto de currículo, por lo que se toma como base el concepto propuesto por el MEN:

Currículo es el conjunto de criterios, planes de estudio, programas, metodologías, y procesos que contribuyen a la formación integral y a la construcción de

la identidad cultural nacional, regional y local, incluyendo también los recursos humanos, académicos y físicos para poner en práctica las políticas y llevar a cabo el proyecto educativo institucional (Ministerio de Educación Nacional, 2002, p. 1).

Además de esta definición, los estándares de educación nacional proponen el diseño curricular por competencias como modelo para ser implementado en la educación escolar; sin embargo, esta propuesta tiene seguidores y opositores, quienes argumentan la pertinencia o no de su uso.

Los opositores señalan, entre otras cosas, que las competencias se centran en la estandarización de los procesos de educación en pro de cubrir las necesidades laborales del modelo económico reinante y que esto lleva a desconocer las particularidades educativas y riquezas culturales de muchas sociedades.

A favor se encuentran voces que perciben el currículo por competencias como una oportunidad de mejorar la calidad de la educación, pues propicia la integración de conocimientos a favor del uso de este en contextos reales (Casanova, 2012; Tobón, 2008).

Una postura intermedia, que busca reivindicar el uso de competencias dentro del currículo, la presenta Tobón (2008). El autor propone usar las competencias desde lo complejo, es decir, para la formación integral del ser humano (desde lo individual, lo social y lo laboral-profesional) y su preparación para el análisis y transformación crítico del contexto, y no permitir su uso como elemento de exclusión social.

En este trabajo de investigación se tiene en cuenta la definición dada anteriormente y se plasma en la propuesta curricular, de acuerdo con lo sugerido desde el Ministerio de Educación como competencias interpretativa, argumentativa y propositiva.

Metodología Delphi

Debido a que esta metodología forma un eje central en este estudio, se hace una breve explicación de ella, en especial para entender el propósito de su modificación. En su acepción original, la metodología Delphi se aplica para encontrar un consenso o grado de acuerdo entre especialistas en un tema, garantizando el mayor grado de fiabilidad posible (Dalkney y Helmer, citado por Renguant, 2016). En esta metodología se usa un índice de competencia experta K para determinar el nivel de conocimiento de una persona respecto a un tema en particular y con él determinar su idoneidad para ser considerado un experto. El número de expertos a incluirse en un estudio depende de los objetivos propuestos y la disponibilidad de herramientas para el procesamiento de la información. Una vez determinado el panel de expertos, la metodología usa rondas sucesivas de consulta para realizar discusiones que lleven al consenso sobre el tema consultado (López, 2018).

La metodología Delphi aquí propuesta está relacionada con el análisis y comprensión de realidades complejas, el conocimiento de opiniones expertas sobre una misma realidad que puedan ofrecer como resultado distintas opciones, tendencias y escenarios que sirvan de base a la actuación.

A esta metodología se le reconoce una dimensión política, y la recomendación en este caso no es que el grupo de expertos llegue a un consenso estricto, sino que represente la pluralidad de opiniones (Meyrick, 2003, citado por Yañez y Cuadra, 2008). En este caso, ante el problema de formación planteado, se pretende encontrar la diversidad de opiniones frente a la pertinencia de ciertos contenidos y metodologías para la investigación formativa y educación ambiental que se desea brindar a los estudiantes, con lo que se busca una mayor interdisciplinariedad en el abordaje de estos temas complejos.

Metodología

El estudio plantea una investigación de enfoque mixto con la participación de estudiantes (representantes ambientales) de grados sexto a noveno y docentes del Colegio Débora Arango Pérez (IED) de la jornada de la tarde. Se incluyó la metodología Delphi como eje central de la articulación de saberes entre el grupo de docentes participantes de la investigación, por lo que se realizaron adaptaciones respecto a la metodología original, debido a las condiciones del ejercicio en campo. También se incluyeron en esta propuesta de investigación elementos metodológicos asociados al aprendizaje basado en proyectos.

Para el cumplimiento de los objetivos propuestos, la investigación se desarrolló en tres fases, como se observa en la figura 1. A continuación se explica cada una de estas fases.

Elección del grupo de docentes expertos

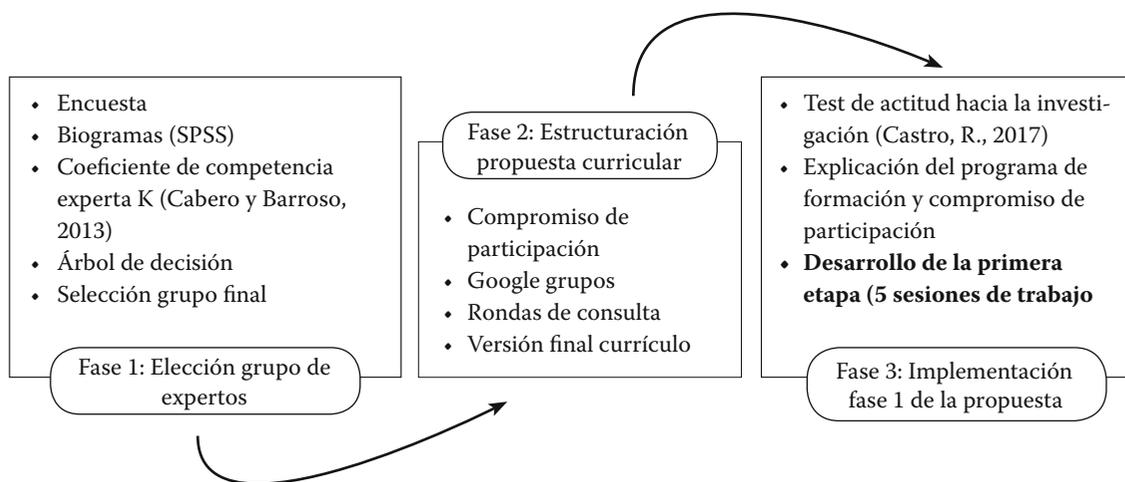
Para la selección de los docentes asesores se construyó, en primera instancia, una encuesta de 25 ítems en la que se recogieron datos

relacionados con formación académica y experiencia tanto en investigación como en temas ambientales. La encuesta se aplicó a 13 personas y los resultados de estas se incluyeron y procesaron en el software estadístico SPSS (Statistical Package for the Social Sciences), versión 24, para generar biogramas de cada participante. Posteriormente, se calculó para cada docente el índice de competencia experta (K) recomendado en metodología Delphi a partir de la fórmula propuesta por Cabero y Barroso (2013).

A continuación, se usó el programa SPSS para la construcción de un árbol de decisiones en el que se cruzaron los valores del coeficiente de competencia experta y la información de los biogramas para tomar una decisión final.

Los docentes en su biograma debían cumplir con un mínimo de un producto y una asesoría en investigación o medio ambiente para poder ser seleccionados. Finalmente, se notificó a cada docente seleccionado su inclusión en el trabajo de investigación y se firmó la carta de aceptación y compromiso.

Figura 1. Resumen de las fases en las que se desarrolló el estudio



Fuente: elaboración propia a partir de Cabero y Barroso (2013) y Castro (2017)

Estructuración de la propuesta curricular

Para la construcción de la propuesta curricular se hizo uso de la metodología Delphi modificada, en la que se aplicaron dos rondas de consulta por actividad. Las condiciones de anonimato, equidad y eficiencia se garantizaron al crear un grupo de trabajo en la plataforma Google groups, en la que cada experto, identificado solo con un número, podía acceder a los materiales de trabajo en cualquier momento, emitir su opinión y revisar los aportes de sus pares.

En la primera ronda de consulta se organizaron preguntas abiertas y una matriz DOFA para recaudar información relacionada con elementos de enlace entre PEI-PRAE y el programa curricular, perfil de salida del estudiante (usando las competencias propuestas por Tobón) y posibles contenidos curriculares.

Las respuestas fueron sometidas a un análisis de contenido para construir un documento integrador con la visión de los expertos. En este análisis se tuvieron en cuenta criterios de frecuencia, dirección y clasificación.

Este documento integrador se presentó a los expertos en una segunda ronda de consulta con la posibilidad de suprimir, modificar, reordenar o complementar ideas y, en especial, para sugerir didácticas para los módulos de trabajo. En esta ronda se debió hacer un ajuste en la metodología, pues los expertos presentaron problemas para

cumplir con las actividades en los plazos establecidos. Se implementaron entrevistas semiestructuradas personales para obtener la retroalimentación del documento. El producto de esta segunda ronda de consulta se dejó como la propuesta final de currículo.

Implementación de la primera fase de la propuesta

Esta fase se realizó con 28 estudiantes y 3 docentes expertos, e inició con la aplicación de una encuesta de actitud hacia la investigación por parte de los estudiantes. La encuesta se basó en un documento creado por Castro (2017) para tal fin, pero con algunos ajustes pertinentes al contexto escolar. Cada estudiante asistió a las sesiones de aprendizaje, una vez a la semana, en contra-jornada por espacio de 90 minutos.

En general, las sesiones consistían en una charla introductoria (en la que se explicaba el objetivo de la sesión y la metodología de trabajo), el desarrollo de la actividad, una socialización de resultados y una autoevaluación. Se utilizó, muy frecuentemente, el trabajo en grupo colaborativo.

Para el registro del proceso de aprendizaje, se organizó una carpeta con los formatos de bitácora, las guías de aprendizaje y el material adicional para las sesiones.

Esta bitácora constituyó una herramienta muy valiosa para el fomento del hábito de escritura y procesos de metacognición.

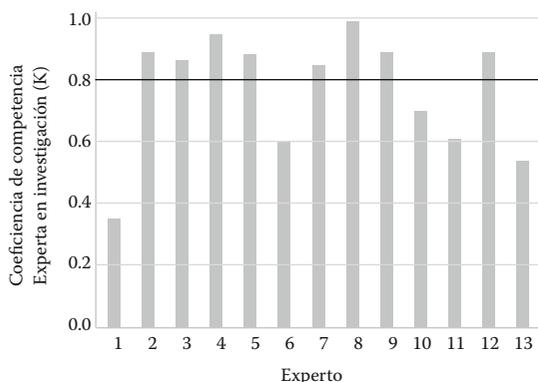
Resultados y discusión

Selección del grupo de expertos

Luego de la aplicación del árbol de decisiones se logró conformar un grupo de 9 personas pertenecientes a 4 áreas de conocimiento y un coordinador académico. Dos de los docentes se retiraron al no poder cumplir con

el cronograma de actividades, por lo que el estudio se realizó con los 7 restantes. En las figuras 2 y 3 se muestran resultados del índice de competencia experta en conocimientos en investigación y ambiente. Por su parte, en la figura 4 se presenta la caracterización general del grupo de expertos.

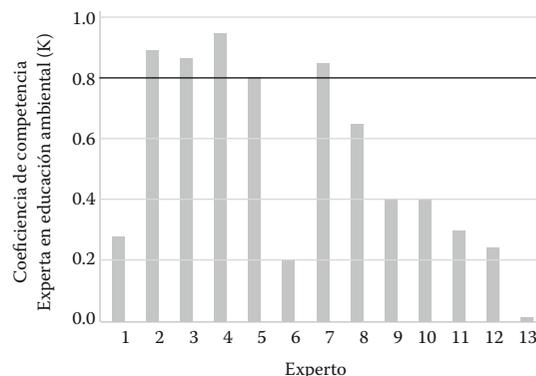
Figura 2. Coeficiente de competencia experta en investigación de los 13 docentes que participaron en la primera parte del proceso (los coeficientes superiores a 0.8 se consideran aprobatorios)



Fuente: elaboración propia

Con base en la encuesta a los maestros y biogramas generados a partir de ella, se encontraron fortalezas relacionadas con la formación académica, experiencia en investigación y el tiempo de trabajo en la institución. Estas características coinciden con aquellas que se consideraron primordiales para la elección del grupo de expertos desde el inicio del

Figura 3. Coeficiente de competencia experta en educación ambiental de los 13 docentes que participaron en la primera parte del proceso (los coeficientes superiores a 0.8 se consideran aprobatorios)



Fuente: elaboración propia

estudio, debido al carácter interdisciplinario y complejo de la propuesta.

Sin embargo, hubo limitaciones en cuanto a la experiencia en educación ambiental, pues las personas que cumplieron con el requisito corresponden a las áreas tradicionalmente ligadas a ella.

Figura 4. Caracterización general del grupo de docentes seleccionados como expertos para el estudio

Variable	Opciones	Valores
Género	Masculino	66,7%
	Femenino	33,3%
Edad	Entre 31-45 años	44,4%
	Mayor de 45 años	55,6%
Formación	Profesional universitario	11,1%
	Especialización	11,1%
	Magíster	77,8%
Tiempo de trabajo con el colegio	Menor a 1 año	11,1%
	Entre 1 y 5 años	33,3%
	Mayor a 5 años	55,5%
Área de desempeño	Ciencias	33,3 %
	Comunicación	22,2 %
	Sociales	22,2 %
	Expresión	11,1%
	Coordinación	11,1%

Fuente: elaboración propia

Del análisis de la información se encuentra que esta situación se relaciona con el tipo de formación que promueven las universidades en profesionales pertenecientes a áreas diferentes a las ciencias naturales.

Respecto al uso de la metodología Delphi, la aplicación del índice de competencia experta apoyó las observaciones hechas a partir de las encuestas, pero además se puede observar que resultó útil, pues permitió discriminar de forma más adecuada la selección de los expertos, lo que ayudó, a su vez, a que cada docente reconociera de forma más objetiva su capacidad para asesorar proyectos de investigación o educación ambiental.

También se reconoce el valor del uso de elementos decisorios adicionales que le restaron aún más al carácter subjetivo que se le atribuye al método Delphi.

Estos elementos adicionales son importantes si se tiene en cuenta que el uso del coeficiente K se reporta principalmente para ambientes universitarios y profesionales en los que se cuenta con mayor experiencia y más altos niveles de formación en investigación, no para educación secundaria con las limitaciones sobre el proceso de formación y la práctica que efectivamente pueden alcanzar los docentes.

En el árbol de decisiones se refleja el potencial del uso combinado de los criterios sugeridos por la literatura y los propios del contexto de investigación.

Este tipo de metodología permite hacer modificaciones que lleven a una selección de expertos acorde con las posibilidades de la investigación sin perder la rigurosidad de su aplicación.

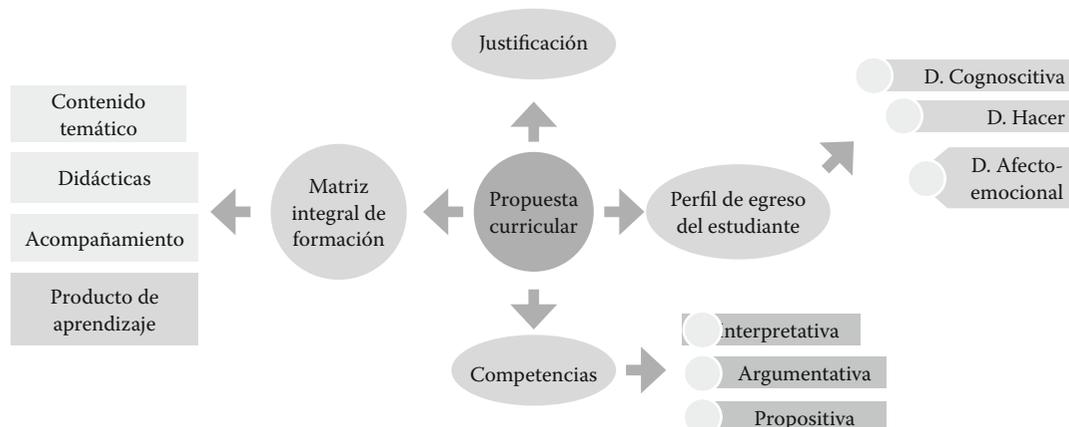
Ejemplo de ello es la reducción del valor mínimo en el coeficiente K (de 0,8 a 0,7) para ajustarlo con la menor posibilidad de contar con personas expertas en investigación y educación ambiental al mismo tiempo.

Propuesta curricular

Respecto a la construcción interdisciplinar del currículo, en la primera ronda de consulta se obtuvieron 7 documentos de matriz DOFA y 7 perfiles de estudiantes con los que se organizó el documento de precurrículo, el cual incluyó la justificación del programa de formación, el perfil del estudiante y las competencias generales.

En la segunda ronda se hicieron los ajustes a partir de 53 observaciones hechas al

Figura 5. Estructura general del currículo obtenido luego de la segunda ronda de consulta con los expertos



Fuente: elaboración propia

documento mencionado anteriormente. Producto de esta ronda se construyó el documento final de la propuesta de formación.

El currículo obtenido tiene elementos que evidencian su carácter complejo como lo propone Tobón (2008), entre ellos autorreflexión, multidimensionalidad, autocrítica, comprensión profunda del objeto de conocimiento, afrontamiento de la incertidumbre desde la acción sobre la realidad institucional.

Estos elementos se ven reflejados en las competencias propuestas y especialmente en las actividades que requieren trabajo autónomo por parte del estudiante (por ejemplo, cuando debe definir su proyecto de investigación). La estructura general del currículo se observa en la figura 5. Con base en estos resultados se perciben elementos y ajustes muy favorables a la propuesta metodológica. El primero de ellos es el uso de herramientas tecnológicas para facilitar el intercambio de información entre expertos, evitando, así, la presencia física y aumentando la participación incógnita de los expertos, según las recomendaciones hechas para esta metodología (López, 2018).

Por otro lado, el apoyo con entrevistas semiestructuradas permitió solventar vacíos o interpretaciones equívocas de conceptos relacionados con la teoría de la complejidad y ambiente, en especial para aquellos docentes cuyo dominio disciplinar no contempla este tipo de conocimiento.

El análisis cualitativo de los discursos emitidos por cada experto, en reemplazo del análisis probabilístico de los ciclos de consulta, como se sugiere en la bibliografía en el Delphi original, estuvo acorde con el carácter político de la metodología aplicada a esta investigación, y fue fundamental para la comprensión del saber específico de cada docente en el contexto de la investigación. En este sentido, la construcción de la propuesta curricular refleja el carácter complejo del tema educativo.

Implementación de la propuesta curricular

De esta fase se obtuvo la encuesta de actitud hacia la investigación de 28 estudiantes (figura 6) y el registro de actividades de 5 sesiones de trabajo con productos como registros en bitácora, videos, mapas cognoscitivos, exposiciones e informes de salida. El análisis de los resultados de la encuesta muestra, en primera instancia, la concordancia entre algunos de los factores de actitud y las actitudes reales en las sesiones de trabajo (figura 6).

Figura 6. Resultados generales de la encuesta de actitud hacia la investigación aplicada a los estudiantes que formaron parte del estudio

Factor 1: satisfacción-agrado

65% favorabilidad hacia la investigación.

Factor 2: apropiación conceptual

Cerca del 50% percibe contar con las bases teóricas para asumir los procesos investigativos.

Factor 3: comportamientos de aprendizaje

Reconocen la organización (89%) y la actitud (69%) como valores fundamentales en investigación.

Factor 4: exploración sistemática

La mayoría están a favor de mejorar en los procesos investigativos, pero cerca del 40% se considera poco crítico frente a sus actividades de investigación.

Factor 5: habilidades percibidas

- Baja dedicación a las actividades investigativas (cerca del 70%).
- Dificultades para realizar lectura científica (89%).
- Asociación positiva con el desarrollo del pensamiento crítico (cerca del 57%).

Fuente: elaboración propia

Como se destaca en la figura 6, se evidenció una buena disposición a la experimentación (factor 1) y hubo preocupación por argumentar las situaciones problemáticas planteadas usando conceptos desde la investigación (factor 2).

Sin embargo, la mayoría registró una baja capacidad de autocrítica frente a su desempeño (factor 4) y se presentaron dificultades para leer textos científicos o escribir las memorias de sus actividades (factor 5).

Solamente el factor 3 presenta resultados contrarios, pues, a pesar de reconocer el valor de la organización para desarrollar actividades investigativas, a los estudiantes se les dificultó este aspecto en el desarrollo de las actividades.

Por otro lado, el enfoque constructivista que se le dio al currículo afianzó las actitudes

positivas de los jóvenes participantes, quienes cumplieron por sus propios medios con la elaboración de las actividades de campo y la elaboración de un concepto propio de investigación y paradigma.

Las dificultades inicialmente percibidas en cuanto a la escritura presentaron mejoría al finalizar la implementación, pues se observó más autonomía y profundidad en su elaboración. En este sentido, la bitácora fue una herramienta fundamental para lograr el propósito.

Finalmente, el hecho de que el estudiante compartiera espacios con otros docentes diferentes a los del área de ciencias hizo que entendieran mejor la interdisciplinariedad en lo ambiental, lo que se reflejó en el discurso de los estudiantes en las discusiones grupales.

Conclusiones y recomendaciones

1. La aplicación de la metodología Delphi unida el estudio de biogramas demostró ser muy útil en la selección del grupo de docentes expertos, ya que permitió el análisis objetivo de la formación y experiencia de estos en los temas de investigación y ambiente. No obstante, es necesario analizar las limitaciones relacionadas con la adaptación del método al contexto educativo escolar, pues sus beneficios están muy bien documentados en la educación superior pero muy poco en la básica primaria y secundaria. Los ajustes propuestos tienen que ver con la redefinición del concepto de "experto" y el uso de las tablas de fuentes de argumentación.
2. El currículo propuesto presentó las características de interdisciplinariedad, complejidad y formación por competencias esperadas, lo que se atribuye a la aplicación de la metodología Delphi, que facilitó recoger y organizar todos los aportes de los expertos participantes. Algunas dificultades relacionadas con la completa disponibilidad (en tiempo) y compromiso de los expertos afectó el ritmo de obtención de los productos. En este sentido, no se debe desconocer que los docentes participantes tenían compromisos laborales que no les permitieron cumplir a cabalidad con los compromisos adquiridos con el estudio. En este caso, si no hay una disposición administrativa para facilitar este tipo de actividades, solo queda por recomendar el trabajo con un número bajo de personas involucradas como expertos (entre 6 y 10 personas) que permita dar soluciones rápidas a posibles inconvenientes de ocurrencia repentina.
3. Este estudio demostró el potencial que tiene la metodología Delphi en la estructuración de proyectos curriculares sólidos basados en el aporte interdisciplinar y no fragmentario del conocimiento; sin embargo, es necesario realizar mayor cantidad de investigaciones que ratifiquen su potencial y verdadera utilidad en la educación básica primaria y secundaria.

4. Los resultados obtenidos en la implementación de la primera fase del currículo presentaron un balance positivo, pues se evidenciaron cambios en las habilidades de comunicación, análisis de situaciones desde los paradigmas y enfoque de la investigación, e incremento de actitudes de autonomía y autorreflexión. Si bien estas no son razones suficientes para asegurar que los estudiantes están fortaleciendo sus competencias investigativas, sí se puede decir que son el primer paso a favor de una educación más pertinente al contexto y a las necesidades de los estudiantes. Se considera necesaria la implementación de estrategias paralelas para potenciar las habilidades comunicativas y metacognitivas que permitan al estudiante ser un poco más organizado en sus actividades y autocrítico del proceso de aprendizaje.
5. La recomendación para futuras investigaciones es replicar la metodología de trabajo usada en esta investigación para generar programas de formación en investigación y educación ambiental que permitan comprobar la pertinencia de estos en el contexto educativo colombiano a nivel escolar. Esta recomendación obedece a la firme convicción de que no es necesario esperar hasta la educación superior para formar individuos con competencias en investigación, sino que se puede hacer desde el colegio con las situaciones que a diario viven los estudiantes.

Referencias

- Ángel-Maya, A. (2014). *La aventura de los símbolos: una visión ambiental de la historia del pensamiento*. Bogotá: Ecofondo.
- Cabero, J. y Infante, A. (2014). Empleo del método Delphi y su empleo en la investigación en comunicación y educación. *Revista electrónica de Tecnología Educativa*, (48), 1-16.
- Casanova, M. (2012). El diseño curricular como factor de calidad educativa. *Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación*, 10(4), 6-20.
- Casas, M. C. (2002). *Manual de tratados internacionales en medio ambiente y desarrollo sostenible*. Bogotá: Ministerio del Medio Ambiente.
- Fernandes, I., Pires, D. y Villamañán, R. (2014). Educación científica con enfoque ciencia-tecnología-sociedad-ambiente. Construcción de un instrumento de análisis de las directrices curriculares. *Formación universitaria*, 7(4), 23-32.
- Foradori, M. I. (2016). *La Educación Ambiental como herramienta para la concientización y participación ciudadana en el paradigma del buen vivir, frente a la racionalidad capitalista en Latinoamérica* (Repositorio Institucional). Universidad Nacional de Villa María, Villa María, Argentina. Recuperado de http://catalogo.unvm.edu.ar/doc_num.php?explnum_id=718
- García, J. E. (2004). Los contenidos de la Educación Ambiental: una reflexión desde la perspectiva de la complejidad. *Revista Investigación en la escuela* (53), 31-51.
- González-Gaudio, E. y Arias, M. (2009). La Educación Ambiental institucionalizada: actos fallidos y horizontes de posibilidad. *Perfiles educativos* (124), 58-68.
- González, D. (2017). Formación e investigación: balance de un campo en tensión. *Actualidad pedagógica* (69), 277-294.
- Gutiérrez, H. (2015). Problemática de la Educación Ambiental en las instituciones educativas. *Revista Científica* (23), 57-76.
- Leff, E. (2004). *Racionalidad ambiental. La reapropiación social de la naturaleza*. Ciudad de México: Siglo XXI.

- López, E. (2018). El método Delphi en la investigación actual en educación: una revisión teórica y metodológica. *Educación XXI*, 21(1), 17-40.
- Ministerio de Educación Nacional y Ministerio del Medio Ambiente. (2002b). *Política Nacional de Educación Ambiental SINA*. Bogotá: MEN.
- Ministerio de Educación Nacional. (2006). *Estándares básicos de competencias en Lenguaje, Matemáticas, Ciencias y Ciudadanas*. Bogotá: MEN.
- Ministerio de Educación Nacional. (2002a). *Decreto 230*. Recuperado de <https://www.mineducacion.gov.co/1621/article-103106.html>
- Mora-Ortiz, J. (2015). Los proyectos ambientales escolares. Herramientas de gestión ambiental. *Revista Bitácora*, 25(2), 67-74.
- Morin, E. (1990). *Introducción al pensamiento complejo*. Barcelona: Gedisa.
- Porrás, Y. (2014). *Retos y oportunidades de la Educación Ambiental en el siglo XXI*. Bogotá: Fondo editorial Universidad Pedagógica Nacional.
- Reguant-Álvarez, M. y Torrado-Fonseca, M. (2016). El método Delphi. *REIRE. Revista d'Innovació i Recerca en Educació*, 9(2), 87-102.
- Restrepo-Gómez, B. (2004). Seminario Taller de Docencia e Investigación. En Universidad de Antioquia (Ed.), *Formación investigativa e investigación formativa: acepciones y operacionalización de esta última* (pp. 119-121). Medellín: Fondo editorial Universidad de Antioquia.
- Sauvé, L. (2014). Educación ambiental y ecociudadanía. Dimensiones claves de un proyecto político-pedagógico. *Revista científica* (18), 12-23.
- Scott, W. (2010). La investigación y la educación ambiental: la necesidad de apuestas multidimensionales. En M. Torres-Carrasco (Ed.), *Investigación y educación ambiental. Apuestas investigativas pertinentes a los campos de reflexión e intervención en educación ambiental* (pp. 23-36). Medellín: Corantioquia.
- Secretaría Distrital de Educación y Jardín Botánico José Celestino Mutis (2008). *Diagnóstico del estado del proyecto ambiental escolar-PRAE*. Bogotá: SED.
- Tobón, S. (2008). *La formación basada en competencias en la educación superior: el enfoque complejo*. México: Universidad Autónoma de Guadalajara. Recuperado de <http://www.conalepfresnillo.com/images/stories/conalep/Formaciónbasadaencompetencias.SergioTobón.pdf>
- Torres Carrasco, M. (Ed.). (2010). *Investigación y Educación Ambiental. Apuestas investigativas pertinentes a los campos de reflexión e intervención en educación ambiental*. Medellín: Corantioquia.
- Yáñez-Gallardo, R. y Cuadra-Olmos, R. (2008). La técnica Delphi y la investigación en los servicios de salud. *Ciencia y enfermería*, 14(1), 9-15.