



**CONGRESO
IBEROAMERICANO**
DE CIENCIA, TECNOLOGÍA,
INNOVACIÓN Y EDUCACIÓN

BUENOS AIRES, ARGENTINA
12, 13 Y 14 DE NOVIEMBRE 2014

**CONGRESSO
IBERO-AMERICANO**
DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA,
INOVAÇÃO E EDUCAÇÃO

BUENOS AIRES, ARGENTINA
12, 13 Y 14 DE NOVIEMBRO 2014

**LAS TIC EN LA EDUCACIÓN EN CIENCIAS EN
COLOMBIA: UNA MIRADA AL ESTADO ACTUAL DE LA
INVESTIGACIÓN EN LA LÍNEA Y A SU CONTRIBUCIÓN
A LOS PROPÓSITOS DE LA EDUCACIÓN EN CIENCIAS**

Arias, V.; López, S. Y.

LAS TIC EN LA EDUCACIÓN EN CIENCIAS EN COLOMBIA: UNA MIRADA AL ESTADO ACTUAL DE LA INVESTIGACIÓN EN LA LÍNEA Y A SU CONTRIBUCIÓN A LOS PROPÓSITOS DE LA EDUCACIÓN EN CIENCIAS

Vanessa Arias Gil

vanessagil182@hotmail.com

Sonia Yaneth López Ríos

sonia.lopez@udea.edu.co

El presente trabajo tiene como propósito principal, valorar la contribución de la producción científica relacionada con la implementación de TIC en la enseñanza de las ciencias en Colombia, para los retos actuales de la educación en este campo, teniendo como delimitación temporal el período 2000-2014. Dicho propósito parte de la necesidad de conocer la manera como se han venido incorporando las TIC, y de favorecer una implementación en el aula cada vez con mejor fundamentación teórica que repercute de manera significativa en los procesos de enseñanza y aprendizaje de las ciencias, y contribuya no solo a aprender ciencias, sino también a aprender a hacer ciencia y aprender sobre ciencia; retos éstos planteados por Hodson (2003) y cuya comprensión a la luz de las TIC podría representar un avance, en la medida que la implementación en el aula del amplio abanico de posibilidades que las TIC ofrecen para la enseñanza de las ciencias, permita que los conocimientos disciplinares al ser presentados a los estudiantes desde perspectivas y formas más cercanas a sus necesidades e intereses, sean dotados de significados (*aprender ciencias*); permita también una comprensión de los procesos teóricos y prácticos en el marco de una visión clara y fundamentada de la ciencia (*aprender a hacer ciencia*) y una comprensión de la ciencia como construcción social, determinada por condiciones que pueden ser muy cercanas a las del sujeto que aprende, lo que propiciaría además superar la imagen deformada de la ciencia y del científico (*aprender sobre ciencia*).

La valoración del aporte que se le está haciendo al cumplimiento de estos retos desde la implementación de las TIC para la enseñanza de las ciencias, responde a una preocupación de mayor envergadura, y es que “aunque en el ámbito académico no se discute que las TIC se han introducido en la práctica docente para quedarse, y que día a día su presencia es mayor, se sospecha que no se ha logrado superar una primera fase exploratoria, donde se proponen distintas modalidades de trabajo en las actividades áulicas hasta hoy no abordadas desde la investigación educativa” (Sanmartí e Izquierdo, 2001; Pontes, 2001, citado en Capuano, 2011, p. 80).

Es notable como “en los últimos años la integración de las TIC en la educación se ha convertido en centro de atención en el ámbito educativo [...], prueba de ello son las numerosas publicaciones, eventos científicos, investigaciones, experiencias, proyectos, etc. surgidos sobre el tema” (Vidal, 2006, p. 542). Sin embargo, también es posible evidenciar cómo el interés de estos elementos ha estado enfocado especialmente en la presentación de resultados obtenidos a partir de la implementación instrumental de estas herramientas en el aula; este hecho denota que a pesar de los avances que la informática educativa ha experimentado en las últimas

décadas, existe un importante problema de fundamentación didáctica, apuntado por diversos autores (Vaquero, 1992; Pontes, 1999; Esquembre et al., 2004, citado en Pontes, 2005, p. 331) y que lleva a otro asunto que es, el necesario reconocimiento de que la existencia actual de un amplio abanico de recursos informáticos para la enseñanza de las ciencias, o los avances tecnológicos que se puedan ir desarrollando sobre este tema en el futuro, no garantizan que el uso educativo de las TIC llegue a producir un cambio significativo en la calidad de la educación científica, si no se tiene en cuenta la importancia de los aspectos teóricos que lo fundamenten y el papel que desempeñan profesores y alumnos en los procesos de enseñanza y aprendizaje (Najjar, 1997; Novak et al., 1999; Bransford et al., 1999, citado en Pontes, 2005, p. 331).

En consecuencia con este planteamiento, se ha optado metodológicamente por la revisión y análisis de las publicaciones relacionadas con este tema, en las principales revistas de educación; pues se reconoce que éstas tienen una importante función dentro del desarrollo de un área del conocimiento; en palabras de Sanmartí (2008), las publicaciones de Educación en Ciencias (EC), tienen unas funciones principales que son: una función constructora de identidad del área de conocimiento y, una función de desarrollo profesional de los educadores en ciencias. Con base en lo anterior, puede afirmarse que es sumamente relevante que los profesores de ciencias reconozcamos la importancia que tiene para nuestro desarrollo profesional y el desarrollo de la disciplina en que nos desempeñamos, la publicación de las experiencias académicas que tenemos en nuestro quehacer docente; y en la misma medida, la importancia de acercarse de manera crítica a dicha fuente de conocimiento a partir de la lectura de los trabajos hechos por colegas. En este sentido, “la línea de investigación se beneficiará si podemos construir más eficazmente sobre las innovaciones y las experiencias de los otros para identificar maneras efectivas de usar y adaptar materiales de enseñanza a fin de sacar partido de la tecnología en educación, específicamente en el área de ciencias” (Linn, 2002, p. 4).

El desconocimiento de los aportes hechos por colegas y personas interesadas en la Educación en Ciencias, tiene consecuencias muy graves para la investigación en el campo; entre ellas, la repetición de los errores del pasado o el redescubrimiento de asuntos que incluso han sido superados (Sanmartí, 2008). Esta idea cobra relevancia en el caso específico de las TIC en la EC, donde se evidencia que, a pesar del avance tecnológico y la irrupción de valiosas herramientas para los procesos educativos, su incursión en las aulas se sigue haciendo de forma instrumentalista y superficial. Este asunto es mucho más trascendental; pues el hecho de desconocer los aportes hechos en el pasado e incluso en el presente, repetir o redescubrir asuntos ya reflexionados y en ocasiones revaluados, lleva a que se avance poco dentro de la disciplina y que el aporte de estos trabajos a las necesidades de los estudiantes siga estando en deuda. Incluso podría ser uno de los factores que día tras día aumentan la brecha entre el avance del conocimiento científico y el conocimiento científico escolar.

Así pues, el trabajo aquí presentado, consiste en una investigación documental (Estado del arte) desde la perspectiva de Hoyos (2000), enfocada en Tecnologías de la Información y Comunicación en Enseñanza de las Ciencias entre los años 2000 y 2014, y teniendo como delimitación contextual el ámbito nacional (Colombia). Con esto se pretende responder al propósito de la presente investigación, a partir del análisis de revistas, memorias de eventos, trabajos de grado a nivel de maestría y tesis doctorales. Para ello, se incluyen como procedimientos de recolección y análisis de la información, el análisis contenido, la categorización, codificación, interpretación y

triangulación. Es un trabajo que trata de ser exhaustivo; sin embargo, no se desconoce que puedan existir otras investigaciones que estén directamente relacionadas con el tema investigado que no son menos significativas, pero que por las limitaciones propias de la investigación no se han considerado.

Como base teórica para el desarrollo de esta investigación se tienen referentes como Hodson (2003) quien define los retos de la educación científica con miras a la toma de decisiones sobre el currículo de ciencias de la escuela; pues a su criterio, éste ya no satisface las necesidades, intereses y aspiraciones de los ciudadanos jóvenes. En este sentido, el autor propone un plan de estudios que aborde cuatro componentes principales como son: aprender Ciencia y Tecnología, aprender a hacer Ciencia y Tecnología, aprender sobre Ciencia y Tecnología, y participar en acción sociopolítica. Esta concepción de currículo y de Educación en Ciencias favorece en gran medida el desarrollo de un pensamiento crítico y la posición argumentada frente a la ciencia y el aprendizaje de la misma, asunto éste que confluye de manera substancial con los planteamientos de Moreira (2005) en su Teoría del Aprendizaje Significativo Crítico (TASC).

De esta manera se puede procurar, que a partir de la práctica docente apoyada en este tipo de tecnologías y orientada hacia propósitos claros de enseñanza y aprendizaje, se favorezca el cumplimiento de los retos de la Educación en Ciencias desde estrategias que promuevan la apropiación crítica de los conocimientos científicos; es decir, **enseñar ciencias** desde su componente disciplinar, lo cual implica también una selección de materiales que tengan significado lógico (Ausubel, 2002). Asimismo, debe promoverse el acercamiento a los procesos epistémicos que configuran dichos conocimientos y con esto **enseñar sobre ciencia**; y finalmente, la planeación de espacios para la formulación de preguntas, la discusión, la argumentación, el debate y la construcción social del conocimiento, para compartir significados, representaciones y explicaciones como procesos a partir de los cuales se puede **enseñar a hacer ciencia**.

A continuación, se presenta una descripción más detallada de los asuntos aquí descritos y que configuran la presente investigación, iniciando con una mirada del problema desde una perspectiva principalmente pedagógica, siguiendo con un acercamiento al marco teórico a partir de la presentación de las líneas de investigación que han marcado el desarrollo de la didáctica de las ciencias, el papel de las TIC en ese entramado, y una contextualización de las TIC en el ámbito internacional y nacional. De igual manera, se esboza la relación que se ha establecido entre el concepto de criticidad en los referentes teóricos seleccionados, a saber, Hodson (2003) y Moreira (2005) y finalmente, se detalla el diseño metodológico en asuntos como el enfoque, tipología de estudio, los criterios de selección de unidades/colectivos de análisis, y los procedimientos de recolección y análisis de la información.

Para empezar es necesario partir de la idea de que las TIC han presentado en las últimas décadas una incursión significativa en casi todos los aspectos de la humanidad; y la educación ha sido uno de ellos. Pues este tipo de herramientas de tan amplio espectro ha motivado reflexiones acerca de su contribución en los procesos de enseñanza y de aprendizaje, y son contempladas en los requerimientos educativos internacionales, nacionales y locales de cualquier país. Para la EC, las TIC representan múltiples posibilidades que van desde la instrucción y evaluación por computador, comunicación a distancia, recolección y análisis de datos en tiempo real, recursos multimedia, hasta *software* de modelación y simulación de fenómenos físicos,

químicos y biológicos que dinamizan los procesos de enseñanza, aprendizaje, actividad experimental, resolución de problemas y evaluación; ya que permiten un acercamiento a los fenómenos y modelos construidos para ser explicados por la Ciencia. Sin embargo, es frecuente encontrar las TIC asociadas únicamente a instrumentos como proyectores, tableros digitales, plataformas académicas y en algunos casos blogs, páginas web y grupos académicos en redes sociales. En este sentido podría afirmarse que las TIC no han superado una primera fase exploratoria e instrumental, pues su aporte a la EC no se limita a la intención de usarlas en el aula o laboratorio de ciencias, sino que debería dotarlas de un sentido pedagógico, disciplinar, didáctico y epistemológico acorde a las necesidades y retos de la educación científica actual.

La inclusión de las TIC en las publicaciones en Ciencias ha tenido también un crecimiento revelador (González y Capuano, 2009, citado en Capuano, 2011) y el interés de estas ha estado enfocado especialmente en la presentación de resultados obtenidos a partir de la implementación instrumental de estas herramientas en el aula; a la vez que refleja la variedad de herramientas tecnológicas que se han estado llevando a las aulas, y el mayor uso de algunas de estas herramientas en unas disciplinas de las ciencias naturales que en otras (López, et al, 2014); de igual manera, el hecho de que las TIC sean hoy en día uno de los principales ejes temáticos en congresos nacionales e internacionales, que sean reconocidas por grupos de investigación que las abordan como líneas de trabajo, que tengan carácter de enseñabilidad, que hayan logrado el reconocimiento en titulaciones a nivel de posgrado, etc., es indicativo de que se encuentran en un estado avanzado de desarrollo como línea de investigación, y que la reflexión en torno a su contribución a los propósitos de la educación y específicamente para este caso de la Educación en Ciencias, debe ser permanente y tener un carácter imperante.

La constitución de las TIC como línea de investigación ha estado marcada por diferentes asuntos, entre estos, que los reportes de implementación de las TIC en la enseñanza de las ciencias se han gestado desde líneas de investigación como las concepciones alternativas, las prácticas de laboratorio o la resolución de problemas, mientras que otros procesos como la evaluación mediados por TIC, o la reflexión sobre el desarrollo de la propia línea de investigación son terrenos todavía poco explorados. Esto justifica una reflexión crítica que posibilite un ejercicio metateórico en el que se tome distancia de la práctica para hacerla objeto de reflexión. Al respecto dice Capuano (2011) “el estado movimientista de la incorporación de las TIC a la educación, no ha provocado aún la necesidad de “mirar” lo que se está haciendo. Sería deseable, dado el ritmo del crecimiento de la presencia de las TIC en la Educación en general y en la Educación Científica en particular, que se consideren períodos más cortos para realizar las revisiones y puestas al día del estado del arte” (p. 84).

Podría decirse que solo en los últimos años se le ha dado a las TIC el reconocimiento como línea de investigación. Antes de esto, para autores como Gil, Carrascosa y Martínez (1999), era clara la relevancia de líneas de investigación como las concepciones alternativas, la resolución de problemas y las prácticas de laboratorio a las que denominan “prioritarias” y establecían como desafíos actuales de la investigación en didáctica de las ciencias el papel de las nuevas tecnologías en la educación. Moreira (2003) al hablar de la investigación en Educación en Ciencias, se refiere a tópicos sobre los que se cuenta con un amplio conocimiento producido, y

otros sobre los que existe muy poca producción; y en estos últimos ubica lo relativo a nuevas tecnologías en la enseñanza de las ciencias.

Más adelante, las TIC fueron consideradas como un foco de investigación en enseñanza de las ciencias altamente promitente, o como línea de trabajo futura; pues se plantea como prioridad emprender el trabajo sobre las ellas junto con otras líneas emergentes en la didáctica de las ciencias; como son: las concepciones espontáneas de ciencia, aprendizaje de la ciencia, enseñanza e investigación, las Tecnologías de la Información y la Comunicación en la educación, entre otras. Cachapuz, et al. (2006) le otorgan a las TIC un carácter independiente de otros focos de investigación y se les confiere un nivel de prelación significativo. De igual manera, Vidal (2006), aporta un elemento de gran relevancia para el desarrollo de las TIC como línea de investigación, al decir que: “la integración de las TIC en la educación se ha convertido en centro de atención en el ámbito educativo [...], prueba de ello son las numerosas publicaciones, eventos científicos, investigaciones, experiencias, proyectos, etc. surgidos sobre el tema” (p. 542). Pero además, la autora manifiesta que “la línea de investigación sobre las TIC en la educación es una de las más desarrolladas desde hace años” (p. 542). Así pues, en 2006 ya las TIC eran consideradas por algunos autores como una línea de investigación. En Garritz (2010) se analizan los paradigmas actuales de la enseñanza de las Ciencias; es decir, “las nuevas expectativas de aprendizaje en este siglo” (p. 316), entre ellos incluye las TIC. En Zambrano, et al. (2013), se otorga a las TIC el carácter formal de línea de investigación, y se advierte que “las TIC cuentan con un desarrollo incipiente, que no refleja aún un crecimiento en el contexto nacional (Colombia)” (p. 96).

Así pues, puede entenderse que el estado actual de las TIC, es consecuente con un largo camino recorrido que empieza en los primeros albores del siglo XX con la incursión de los medios masivos de comunicación; podría decirse que desde entonces, las TIC han sido objeto de cuestionamientos que sin lugar a dudas han posibilitado la construcción de diferentes miradas en torno a la superación de las falencias hasta entonces identificadas. Sin embargo, tal reflexión no ha tenido mayor impacto en la mirada de éstas de forma compleja e integrando aspectos epistemológicos, didácticos y pedagógicos, que permitan una implementación de dichas tecnologías de manera coherente a las necesidades educativas de los estudiantes en cada generación, que sea además vinculada a su contexto y expectativas, y que repercuta de manera significativa en el aprendizaje.

Con todo y esto, su importancia y reconocimiento en los procesos educativos es tal en la contemporaneidad, que son contempladas en los objetivos y requerimientos educativos internacionales, nacionales y locales. En relación con los requerimientos mundiales, la UNESCO desde informes dados a partir de 1998, presenta las TIC como un desafío con alto potencial para la transformación del proceso de enseñanza y aprendizaje y la forma en que se accede al conocimiento. Al respecto, en el Informe Mundial sobre la Educación se plantea que:

“Las nuevas tecnologías constituyen un desafío a los conceptos tradicionales de enseñanza y aprendizaje, pues redefinen el modo en que profesores y alumnos acceden al conocimiento, y por ello tienen la capacidad de transformar radicalmente estos procesos. Las TIC ofrecen un variado espectro de herramientas que pueden ayudar a transformar las clases actuales –centradas en el profesor, aisladas del entorno y limitadas al texto de clase– en entornos de conocimiento ricos, interactivos y centrados en el alumno. Para afrontar

estos desafíos con éxito, las escuelas deben aprovechar las nuevas tecnologías y aplicarlas al aprendizaje. También deben plantearse como meta transformar el paradigma tradicional del aprendizaje” (p. 19).

En el mismo informe, se definen las condiciones necesarias para el cumplimiento de dicho desafío, y se hace explícita la necesidad de fundamentar pedagógicamente el uso de estos recursos, dejando abiertas las posibilidades para el diseño a nivel nacional de las estrategias más adecuadas de acuerdo al contexto, y las características propias. Los gobiernos de todo el mundo han destinado políticas y recursos para responder a dichas necesidades y cambios, ya que uno de los rasgos que, indudablemente, va a caracterizar a las sociedades del siglo XXI, es la incorporación plena de las TIC tanto al campo profesional como al personal. El ámbito educativo no sólo no puede sustraerse a esta realidad, sino que tiene ante sí el reto de hacer frente a las desigualdades sociales que se manifiestan en el acceso a la utilización de estas tecnologías y la alfabetización digital, hasta el punto de que “uno de los indicadores de calidad de la educación en los países desarrollados tecnológicamente debe ser la forma en que la escuela aborda y reduce la creciente brecha digital, o división social entre quienes saben y no saben utilizar las nuevas tecnologías para mejorar sus relaciones sociales y laborales” (Bautista, 2004, citado por García y Ortega, 2007, p. 562).

En el contexto Colombiano, tras la creación el 30 de Julio de 2009 del Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones –MINTIC- mediante la ley 1341 y el trabajo a la par de MINTIC con el Ministerio de Educación Nacional –MEN- empiezan a desarrollarse una serie de programas y estrategias como el Portal Educativo Colombia Aprende; se asume la presidencia en 2007 de la Red Latinoamericana de Portales educativos; y se contemplan en los diferentes planes de desarrollo y modelos de gestión las ideas que propenden por el buen uso de las TIC para la consecución de los objetivos mundiales. De esta manera, las TIC entran a formar parte de las políticas públicas contempladas en planes de orden nacional; sin embargo, parecieran enfocarse más en el asunto de dotación en infraestructura dejando de lado en la mayoría de los casos, la reflexión del sentido de las mismas en los procesos educativos. Lo anterior conlleva a que el valor de dichos recursos sea tergiversado por los maestros y por los estudiantes, y se centre (casi siempre) en el uso recreativo de los mismos, o en su utilización para la transmisión de contenidos; reafirmando el hecho de que la implementación de las diferentes herramientas que ofrecen las TIC, se sigue haciendo de manera predominantemente instrumentalista, por lo que se constituye en una fachada del conductismo, esta vez con el apoyo en herramientas computacionales; lo cual se refleja por ejemplo en la evaluación, donde predomina el estímulo-respuesta. Un argumento para esta reflexión se encuentra en Sanmartí (2008), quien afirma que:

“Si se observara una clase actual en comparación con una de hace 100 años, se comprobaría que han cambiado los pupitres, el material con que está hecha la pizarra e incluso que hay nuevos instrumentos (cañones de video, ordenadores...), pero que las concepciones sobre como aprenden los alumnos y sobre cómo enseñar han cambiado muy poco y, consecuentemente, la practica real también” (p. 302).

De nuevo entonces, se reafirma la necesidad de un ejercicio metateórico, en el que se tome distancia de la práctica para hacerla objeto de reflexión.

Ahora bien, se entienden los retos de la educación científica planteados por Hodson (2003) como:

Aprender Ciencia y tecnología: en palabras del autor, este es el primer elemento que debe considerar un plan de estudios de ciencias y hace referencia a “adquisición y el desarrollo del conocimiento conceptual y teórico en la ciencia y la tecnología, y la obtención de la familiaridad con una gama de éstas”. Es decir, tiene que ver con la adquisición y desarrollo del conocimiento conceptual y teórico de la ciencia y la obtención de la familiaridad con la misma, a través de una gama de tecnologías, preguntas, problemas y conceptos (Hodson, 2003). En este sentido cabría preguntarse: ¿la implementación de TIC para la enseñanza de las ciencias, propende por la apropiación crítica de los conocimientos de las disciplinas científicas? o por el contrario ¿se propende por una enseñanza de corte positivista?

El segundo reto, **Aprender sobre Ciencia y Tecnología**, se refiere al desarrollo de una comprensión de la naturaleza y los métodos de la ciencia y la tecnología, el conocimiento de las complejas interacciones entre la ciencia, la tecnología, la sociedad y el medio ambiente, y una sensibilidad a las consecuencias personales, sociales y éticas de las tecnologías particulares (Hodson, 2003). En este sentido, aprender sobre los problemas de los científicos y, cómo se relaciona la ciencia con otros saberes, puede permitir una mejor comprensión de la ciencia y de sus procedimientos.

Una cosa serían las narraciones anecdóticas, la descripción de hechos históricos o de datos biográficos de los científicos, y otra muy diferente, la inclusión de aspectos relacionados con la historia y epistemología de las ciencias. En este orden de ideas, la historia y epistemología de las ciencias cumplen un papel trascendental no como un factor que retroalimenta sobre lo correcto o no del conocimiento en su construcción y devenir, sino como lo manifiesta Henao, Stipcich, y Moreira (2011), como reflexión que posibilita la comprensión de obstáculos, rupturas, delimitaciones y errores por los que pasa el conocimiento científico.

Por su parte en Fernández (2000) se considera que la concepción de ciencia aporoblemática y ahistórica da cuenta de una imagen dogmática y cerrada, desconoce cuáles fueron los problemas que generaron su construcción, su evolución, sus dificultades y limitaciones del conocimiento científico y los obstáculos epistemológicos que fue preciso superar.

Así pues, de nuevo es importante preguntarse, ¿la implementación de TIC para la enseñanza de las ciencias, favorece la enseñanza de la historia y epistemología de la ciencia?

Finalmente, aprender a **Hacer Ciencia y Tecnología**, hace referencia a la participación del estudiante en el desarrollo de conocimientos y en la investigación científica, la resolución de problemas; el desarrollo de confianza y competencia en la lucha en el "mundo real" contra una amplia gama de tareas tecnológicas. Esto implica entonces que, hacer ciencia es propiciar en el aula procesos de construcción de conocimientos, que posibiliten argumentar, justificar, debatir, criticar, refutar, validar, discutir, intercambiar, consensuar y compartir significados, representaciones y explicaciones. Por ende, sería pertinente al valorar la contribución de la implementación de TIC al cumplimiento de estos retos, preguntarse: ¿se brinda la posibilidad para la discusión, el debate y la construcción social de conocimiento? ¿Prevalece lo experimental apuntando a la comprobación y demostración de los

conceptos científicos? ¿Se brinda al estudiante la posibilidad de formular preguntas como un elemento fundamental en el proceso de construcción de conocimiento? ¿Se posibilita argumentar como actividad propia del proceso de construcción de conocimiento? ¿Las estrategias y actividades que orientan el trabajo con TIC en el aula de clase presentan la ciencia como una actividad social y cultural dinámica y en permanente evolución?

Los planteamientos de Hodson, tienen amplios puntos de congruencia con los de Moreira (2005) en su teoría del Aprendizaje Significativo Crítico. A continuación se presentan algunos de ellos.

Hodson propone un nuevo currículo de ciencias basado en los retos ya planteados con el fin de que entre otras cosas, el estudiante pueda lidiar con los problemas complejos del "mundo real", lo cual, requiere un cambio significativo de los enfoques tradicionales de resolución de problemas científicos. El Pensamiento mecanicista tradicional, como una simple cadena lineal de causa y efecto determinadas mediante un estrecho control experimental, ya no es apropiado. Lo que se necesita es un cambio hacia un estilo más holístico, un sistema de pensamiento capaz de lidiar con complejas redes de relaciones, interdependencias múltiples, sistemas de retroalimentación y la imprevisibilidad. Este punto tiene una interesante relación con la percepción de Moreira sobre las ideas de Postman y Weintgartner (1969), específicamente frente al hecho de que "aún en las escuelas se enseñan "verdades", respuestas "correctas", entidades aisladas, causas simples e identificables, estados y "cosas" fijos, diferencias solamente dicotómicas. Y aún se "transmite" el conocimiento, desestimulando el cuestionamiento. El discurso educativo puede ser otro, pero la práctica escolar sigue sin fomentar el "aprender a aprender" que permitirá a la persona lidiar con el cambio de forma fructífera y sobrevivir" (Moreira, 2005, p. 85). Así pues, en ambas posturas, es imperante la necesidad de un cambio en la forma tradicional de enseñar con el fin de preparar a los estudiantes para lidiar con el cambio y enfrentarse de manera más pertinente a la sociedad que les atañe.

Por otro lado, cuando Hodson hace referencia a aprender a hacer ciencia, y se asocia este principio con la posibilidad de propiciar en el aula procesos de construcción de conocimientos, que posibiliten argumentar, justificar, debatir, criticar, refutar, validar, discutir, intercambiar, consensuar y compartir significados, representaciones y explicaciones; se vincula con el primer principio facilitador de la teoría de Moreira, el principio de la interacción social y del cuestionamiento. Enseñar/aprender preguntas en lugar de respuestas, y según el cual, "compartir significados es consecuencia de la negociación entre alumno y profesor. Pero esta negociación, debe implicar un intercambio permanente de preguntas en lugar de respuestas. Con este elemento ambos autores privilegian la capacidad de cuestionamiento como elemento fundamental de una postura crítica, que se manifiesta y se fortalece mediante el diálogo, y la posibilidad de compartir y escuchar las cuestiones de otros.

Son múltiples los puntos de encuentro entre ambos pensamientos; sin embargo, el foco central está en el concepto de criticidad, como elemento fundamental que debe propiciarse en la escuela y por ende, que debe orientar la construcción del currículo y el desarrollo de las clases y actividades relacionadas con la enseñanza de las ciencias. Además, como elemento desencadenante de una mejor relación del estudiante con el entorno (social, cultural, ambiental, etc.).

En correspondencia con el planteamiento y marco teórico esbozado, la presente investigación, se enmarca en un enfoque de investigación cualitativo; se valora dentro de éste método, la posibilidad de producir un conocimiento basado en la construcción de significados a partir de una relación cercana con el objeto de investigación. Dentro de las múltiples perspectivas teóricas que ofrece la investigación cualitativa, se recurre a la Hermenéutica por la posibilidad que ofrece para la interpretación y diálogo entre el contenido y la visión que se asume para el cumplimiento de los propósitos de esta investigación. “La Hermenéutica debe ser vista como una forma de comprensión crítica que permite analizar las relaciones humanas dentro del ejercicio de la razón de vida plena para toda la humanidad, ampliando el campo de la significación teórica” (Bautista, 2011. p. 50). En este sentido, la hermenéutica entendida como “ciencia universal de la interpretación y comprensión o entendimiento crítico y objetivo del sentido” (Hoyos, 2000. p. 57) y específicamente de un texto escrito o hablado para interpretar el sentido del autor, el contexto en el que surge, las características que lo determinan, se constituye en el lienzo sobre el cual se desarrolla la presente investigación.

El tipo de estudio que se hace es investigación documental definida por Uribe (2013) como:

“El estudio metódico, sistemático y ordenado con objetivos bien definidos, de datos, documentos escritos, fuentes de información impresas, contenidos y referencias bibliográficas; los cuales una vez recopilados, contextualizados, clasificados, categorizados y analizados, sirven de base para la comprensión del problema, la definición o redefinición de nuevos hechos o situaciones problemáticas, la elaboración de hipótesis o la orientación a nuevas fuentes de investigación en la construcción del conocimiento”.

Como relación entre el tipo de estudio (investigación documental), el enfoque de investigación (cualitativo) y la perspectiva teórica definida para el trabajo (Hermenéutica), se asume que es esta:

“Una forma de trabajar sobre el acervo documental recogido para mirarlo desde otro lugar y con otros objetivos; buscar diferentes matices antes no tenidos en cuenta y penetrar en los textos para “hacerlos hablar” desde su propia capacidad significativa; una manera “depurada” de ver la realidad, donde la interpretación del dato demanda una elaboración mayor, en tanto más amplia es la recopilación de la información que exige un esfuerzo de revisión y síntesis donde la dialéctica del conocer y del ignorar, se resuelven en el método hermenéutico por la posibilidad que este ofrece de tomar el todo a partir de la asociación de significados para lograr la captación de sentido” (Hoyos, 2000. p. 52)

La investigación documental que constituye este trabajo, está delimitada temáticamente en TIC para la EC entre los años 2000 y 2014 y teniendo como delimitación contextual el ámbito nacional (Colombia), en el que se busca conocer a partir del análisis de la producción científica, representada por revistas, memorias de eventos, trabajos de grado a nivel de maestría y tesis doctorales, la relevancia de la investigación en el campo, para los retos de la Educación en Ciencias: *aprender ciencias, aprender a hacer ciencias y aprender sobre ciencias* (Hodson, 2003).

Hoyos (2000), propone como modelo para este tipo de estudios, un conjunto de estrategias metodológicas divididas en cinco fases, que permiten verla como un proceso dinámico encaminado a la consecución de una meta. Dichas fases son la preparatoria, descriptiva, interpretativa por núcleo temático, construcción teórica global y, extensión y publicación.

La **fase preparatoria** es aquella en la cual se orienta a los investigadores sobre las generalidades del estudio; se discuten los elementos teóricos de la investigación documental, se identifica el objeto de investigación y se definen los núcleos temáticos, unidades de análisis y metodología a seguir. La **fase descriptiva** consiste en el trabajo de campo; es decir, comprende el tiempo de búsqueda, revisión y análisis del material objeto de estudio; se elaboran fichas e informes del trabajo. La **fase Interpretativa** por núcleo temático se centra en la sistematización de la información encontrada para cada uno de los núcleos definidos, permitiendo la elaboración de tablas, gráficas y otras herramientas que favorecen el análisis de los factores e indicadores, la elaboración de hipótesis a partir de los hallazgos y la construcción de un documento balance por cada núcleo temático. La **fase de construcción teórica global**, es aquella en la cual se integran los resultados obtenidos en cada núcleo temático para la construcción de un balance del conjunto de la investigación documental. Incluye también la tabulación de resultados, discusión y análisis. Finalmente, la fase denominada **extensión y publicación**, consiste en la divulgación oral y/o escrita del producto de la investigación, esto es, la escritura de artículos, participación en congresos, conferencias, paneles, disertaciones, seminarios, mesas redondas, entre otros.

Puede notarse que además de las fases descritas y sus principales actividades, se hace referencia a una serie de elementos metodológicos que desde Hoyos (2000) que es la referencia base, se definen como: **núcleos temáticos**, entendidos como “los subtemas que delimitan el campo de conocimiento” (p. 62); es decir, aquellos asuntos que ayudan a acotar el objeto de estudio y a identificar con mayor facilidad las fuentes de información. Para la presente investigación, estos núcleos serían dos, denominados: Evolución cuantitativa de la investigación en la línea de TIC dentro de la Enseñanza de las ciencias en Colombia y Correspondencia de la producción científica con los retos actuales de la Educación en Ciencias. **Unidad de análisis**, es un texto individual (cualquiera que sea su carácter: libro, ensayo, tesis, etc.), seleccionado para revisión y análisis; para el presente trabajo, se han reunido las unidades de análisis en **Colectivos de análisis**, con el fin de hacer claridad sobre las fuentes de información y de unidades de análisis que serán consultadas atendiendo además a criterios de delimitación del estudio. Así pues, los colectivos de análisis son: Revistas de Educación en Ciencias indexadas en Publindex Colciencias, Congresos nacionales e internacionales sobre Educación en Ciencias realizados en Colombia entre 2000 y 2014, y trabajos de investigación a nivel de posgrado relacionados con TIC para la Enseñanza de las Ciencias. A los “aspectos que destacan elementos de relevancia a señalar o a distinguir en una unidad de análisis” (p. 62), se les denomina: **Factores** y a los ítems en que se desglosan dichos factores se les conoce como: **Indicadores**.

La selección de los colectivos de análisis se hizo atendiendo a la intención de abordar dentro de este trabajo, las producciones científicas más relevantes para conocer el estado actual de la investigación en TIC en Enseñanza de las Ciencias; y el aporte de estas producciones al cumplimiento de los retos planteados por Hodson (2003).

Como procedimientos de recolección y análisis de información, se recurre al análisis de contenido, desde el cual se busca, más que conocer el contenido mismo del texto, develar su significado, su sentido, a partir de procesos interpretativos para los que cobra relevancia lo dicho y lo no dicho, lo explícito y lo implícito. Una apertura teórica como ésta, de un producto comunicativo en el contexto de una investigación, implicaría entonces abordar dichos productos teniendo como punto de observación los objetivos que persigue el trabajo, el marco referencial adoptado, la metodología prevista y las condiciones en que surge el problema que se quiere resolver.

El análisis de contenido, resulta de trascendental importancia cuando se tiene como propósito de investigación, y específicamente en una investigación documental, valorar la contribución de la producción científica relacionada con la implementación de TIC en la enseñanza de las ciencias en Colombia, para los retos actuales de la educación en este campo; caso en el cual cobra especial significado el contexto que rodea el material a analizar y el contexto para el cual se valoran las contribuciones; lo cual se define como escenario para este tipo de construcción de sentido, que implica una transformación interpretativa de un producto comunicativo a partir de asuntos que seguramente no están explícitos en el texto, discurso, etc. pero que el investigador a la luz de sus propósitos puede identificar y justificar. De esta manera, “el análisis de contenido ha de entenderse como un metatexto resultado de la transformación de un texto primitivo (o conjunto de ellos) sobre el que se ha operado aquella transformación para modificarlo (controladamente) de acuerdo a unas reglas de procedimiento, de análisis y de refutación (metodología) confiables y válidas, y que se hayan justificado metodológicamente” (Piñuel, 2002, p. 7)

En definitiva, el análisis de contenido , permite en el caso de esta investigación, una inmersión en la individualidad de las unidades de análisis seleccionadas, para develar su contenido, su significado y su sentido a la luz de los objetivos planteados; y se constituye dentro de la investigación cualitativa, en un importante método para la construcción de sentido con base en productos comunicativos de interés para el investigador, quien a la luz de las categorías establecidas, puede identificar asuntos explícitos y/o no explícitos en el texto, y develar otros que hacen parte de su origen, condiciones y características; es decir, de su contexto, y de esta forma, transformar un texto primitivo a través de la interpretación, en un texto dotado de sentido a partir de la postura hermenéutica del investigador.

Dicho análisis de contenido inicia con un sistema de categorización y codificación, que en palabras de Bonilla y Rodríguez (2005) “implica un ejercicio de inmersión progresiva en la información escrita, el cual comienza con un fraccionamiento del universo de análisis en subconjuntos de datos ordenados por temas, para luego recomponerlo inductivamente en categorías culturales que reflejen una visión totalizante de la situación estudiada” (p. 134). Así mismo, la codificación no es más que la operación concreta, el proceso físico o manipulativo, por la que se asigna a cada unidad un indicativo o código, propio de la categoría en la que consideramos incluida. Estas marcas pueden ser números, palabras o abreviaturas, con las que se van etiquetando las categorías. El establecimiento de categorías puede resultar de un procedimiento inductivo; es decir, a medida que se examinan los datos, o deductivo, habiendo establecido *a priori* el sistema de categorías sobre el que se va a codificar. Aunque, normalmente, se sigue un criterio mixto entre ambos” (Revelta & Sánchez, 2003, p. 5)

Finalmente, el proceso de triangulación es entendido como, el diálogo entre las fuentes de información o “la acción de reunión y cruce dialéctico de toda la información pertinente al objeto de estudio surgida en una investigación por medio de los instrumentos correspondientes” (Cisterna, 2005, p. 68). Para la presente investigación, incluye la depuración de la información con el fin de identificar lo realmente importante en relación con los objetivos del trabajo y las categorías de análisis atendiendo a dos criterios que son la pertinencia y relevancia (Cisterna, 2005). Posteriormente, se pretende la triangulación entre las fuentes de información, y de las fuentes de información con el marco teórico, esto con el objetivo de establecer conclusiones de orden superior, y alcanzar la comprensión de sentido a la luz de los objetivos propuestos y como resultado del proceso metodológico. Al respecto dice Cisterna (2005), “la realización de la triangulación es la que permite sostener que se cuenta con un corpus coherente, que refleja de modo orgánico aquello que denominamos resultados de la investigación” (p. 69), además de que “confiere a la investigación su carácter de cuerpo integrado y su sentido como totalidad significativa” (p. 70).

El trabajo aquí presentado se encuentra en la fase descriptiva de acuerdo con el modelo de investigación de Hoyos (2000), y se planea que los resultados de la misma puedan ser presentados a finales del año 2015.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- Ausubel, D. P. (2002). *Adquisición y retención del conocimiento: una perspectiva cognitiva*. Barcelona: Paidós Ibérica, S. A.
- Bonilla, E. Rodríguez, P. (1997). Manejo de los datos cualitativos. Más allá del dilema de los métodos: La investigación en Ciencias Sociales. Grupo Editorial Norma. pp. 134 – 146.
- Cachapuz, Lopes, Paixão, Praia y Guerra (2006). “Seminario internacional sobre el estado actual de la investigación en enseñanza de las ciencias”. *Rev. Eureka para la Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, vol. 3, núm. 1, pp. 167-171
- Capuano, V. (2011). “El uso de las TIC en la enseñanza de las Ciencias Naturales”. *Virtualidad, Educación y Ciencia*, Vol., 2, Núm. 2, pp. 79-88.
- Cisterna, F. (2005). “Categorización y triangulación como procesos de validación del conocimiento en investigación cualitativa”. *Theoría: Ciencia, Arte y Humanidades*, vol. 14, núm. 1.
- Fernández. I.; Gil, D.; Carrascosa, J y Cachapuz, A (2002). Visiones deformadas de la ciencia transmitidas por la enseñanza. *Revista enseñanza de la ciencia*, Vol. 20, núm. 3, pp. 477- 488. <http://ddd.uab.cat/pub/edlc/02124521v20n3p477.pdf>
- García, M. L., & Ortega, J. G. M. (2007). Las TIC en la enseñanza de la Biología en la educación secundaria: los laboratorios virtuales. *Revista electrónica de enseñanza de las ciencias*, vol. 6, núm. 3, pp. 562-576
- Garriz, A. (2010). “La enseñanza de la ciencia en una sociedad con incertidumbre y cambios acelerados”. *Enseñanza de las Ciencias*, vol. 28, núm. 3, pp. 315-325.

- Gil, D.; Carrascosa, J.; Martínez, F. (1999). "El surgimiento de la didáctica de las ciencias como campo específico de conocimientos". *Revista educación y pedagogía*, vol. 11, núm. 25.
- Henao, B, Stipcich, S y Moreira, M. (2011) La Educación en Ciencias desde la perspectiva epistemológica de Stephen Toulmin. *Latin-American journal of Physics Education*. 1(5), 232-248. The Latin-American Physics Network.
- Hodson, D. (2003). "Time for action: Science education for an alternative future". *International Journal of Science Education*, vol. 25, núm. 6, pp. 645-670.
- Hoyos, C. (2000). Un modelo para investigación documental: guía teórico-práctica sobre construcción de Estados del Arte con importantes reflexiones sobre la investigación. Señal editora.
- Linn, M. C. (2002). "Promover la educación científica a través de las tecnologías de la información y comunicación. Enseñanza de las ciencias". *Revista de investigación y experiencias didácticas*, vol. 20, núm. 3, pp. 347-356.
- López, S.; Estrada, J. A.; Arias, V.; Jaramillo, J. (2014). "Una aproximación al uso de la modelación y simulación computacional en la enseñanza de las ciencias". Memorias del VIII congreso internacional de didáctica de las ciencias y XIII taller de internacional sobre la enseñanza de la Física. La Habana, Cuba.
- Moreira (2003). "Investigación básica en Educación en Ciencias: una visión personal". Texto adaptado y revisado, en 2003, de "A Pesquisa em Educação em Ciências e a Formação Permanente do Professor de Ciências". *Revista Chilena de Educación Científica*, vol. 3, núm. 1, pp. 10 -17.
- Moreira, M. A. (2005). "Aprendizaje significativo crítico". *Indivisa: Boletín de estudios e investigación*, núm. 6, pp. 83-102.
- Piñuel, J. L. (2002). "Epistemología, metodología y técnicas del análisis de contenido". *Sociolinguistic Studies*, vol. 3, núm. 1, pp. 1-42.
- Pontes, A. (2005). "Aplicaciones de las Tecnologías de la Información y de la Comunicación en la educación científica". *Revista Eureka sobre Enseñanza y divulgación de las Ciencias*, vol. 2, núm. 1, pp. 2-18; 330-343.
- Revuelta, F. I., & Sánchez, M. C. (2003). "Programas de análisis cualitativo para la investigación en espacios virtuales de formación". Consultado en: http://campus.usal.es/~teoriaeducacion/rev_numero_04/n4_art_revuelta_sanchez.htm el 4 de junio de 2014.
- Sanmartí, N. (2008). "Contribuciones y desafíos de las publicaciones del área de Educación en Ciencias en la construcción y consolidación de la identidad del área: la experiencia de la revista Enseñanza de las Ciencias". *Enseñanza de las Ciencias*, vol. 26, núm. 3, pp. 301-310.
- UNESCO (2004). Las tecnologías de la información y la comunicación en la formación docente. Guía de planificación.

Uribe, J. (2013). "La investigación documental y el estado del arte como estrategias de investigación en ciencias sociales". En: Páramo, P. (2013). *La investigación en ciencias sociales: estrategias de investigación*. Segunda Edición, Bogotá: Universidad Piloto de Colombia. pp. 197-212.

Vidal, M^a. P. (2006). "Investigación de las TIC en la educación". *Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa*, vol. 5, núm. 2, pp. 539-552.

Zambrano, A. C., Salazar López, T. I., Candela, B. F., & Villa García, L. Y. (2013). *Las líneas de investigación en Educación en Ciencias en Colombia*. *Revista Virtual EDUCyT*, 7. 78-109.