

Revisión documental sobre TIC para la enseñanza de la Biología¹

¹Héctor Alexander Afanador Castañeda

²Edgar Orly Valbuena Ussa

¹Doctorando del Interinstitucional de Educación Universidad Pedagógica Nacional, docente de la Secretaría de Educación Distrital, Bogotá. Correo haacster@gmail.com.

²Doctor en Didáctica de las Ciencias Experimentales de la Universidad de Complutense de Madrid, docente del Doctorado Interinstitucional de Educación, Universidad Pedagógica Nacional, sede Bogotá. Correo edgarorlay@hotmail.com

Resumen

Se presentan resultados de la revisión documental realizada sobre la práctica de enseñanza mediada por TIC, en especial de profesores de Biología. Esta revisión de carácter interpretativa recurrió a la estrategia análisis del contenido. Se revisaron 826 artículos científicos en el periodo 2005 – 2015 de revistas de Nigeria, Kenia, Botsuana, Marruecos, Rumania, Eslovaquia, Eslovenia, República Checa, España, Francia, Turquía, India, México, Cuba, Colombia, Brasil, Argentina, Australia, Indonesia y Estados Unidos, entre otros, estableciendo la categoría descriptiva uso de TIC y su respectiva subcategoría (recursos tecnológicos). Los datos de la bibliometría establecieron que existen pocos artículos de investigación en la enseñanza de la Biología mediada con TIC, la mayor contribución esta en los años de 2012 y 2014 siendo Suramérica y Europa con mayor aporte en esta línea de investigación. Además, se encontró que la mayoría de profesores de ciencias, incluidos los de Biología tienden a usar los artefactos tecnológicos convencionales e intuitivos (ejemplo: ofimática) y muy pocos los artefactos digitales complejos y específicos (ejemplo: AVA para Biología) y se concluye que existe una relación inversa entre infraestructura – equipamiento y recursos tecnológicos, el cual afecta el potencial de las TIC (tendencia baja).

Palabras claves: clasificación de las TIC, recursos tecnológicos, TIC.

Abstrac

Results of the documentary review on the practice of ICT-mediated teaching, especially of Biology teachers, are presented. This revision of an interpretative nature resorted to the content analysis strategy. A total of 826 scientific articles were reviewed in the 2005-2015 period of journals from Nigeria, Kenya, Botswana, Morocco, Romania, Slovakia, Slovenia, Spain, France, Turkey, India, Mexico, Cuba, Colombia, Brazil, Argentina, Australia, Indonesia and the United States, among others, establishing the descriptive category use of ICT and its respective subcategory (technological resources). The data from the bibliometrics established that there are few research articles in the teaching of Biology mediated with ICT, the greatest contribution is in the years of 2012 and 2014 being South America and Europe with greater contribution in this line of research. In addition, it was found that most science teachers, including those in Biology, tend to use conventional and intuitive technological artifacts (eg: office automation) and very few complex and specific digital artifacts (eg AVA for Biology) and it is concluded that There is an inverse relationship between infrastructure - equipment and technological resources, which affects the potential of ICT (low trend).

Key words: classification of ICT, technological resources, ICT

¹ Los resultados presentados forman parte de la investigación “Configuración de la práctica de enseñanza a través de TIC de profesores de Biología de la Secretaría de Educación Distrital, Bogotá”, suscrita en el grupo de investigación Conocimiento Profesional del Profesor de la Universidad Pedagógica Nacional.

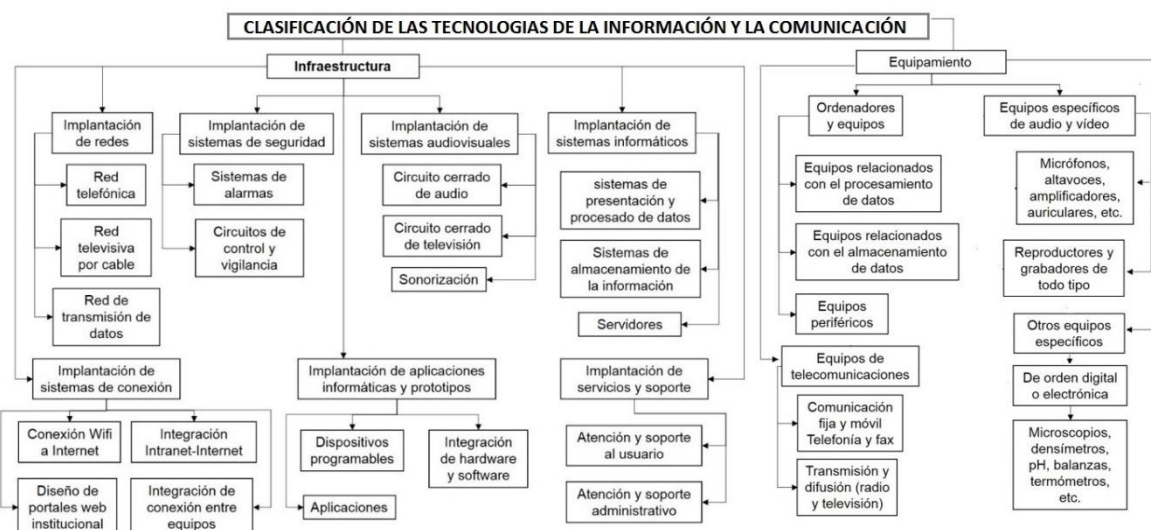
Introducción

Actualmente las TIC tienen como propósito transformar la económica industrial en economía digital (las mercancías son información y conocimiento), siendo la gran preocupación de los Estados Nación. Bajo este panorama de productividad, las políticas de Colombia han planteado como reto “impulsar la digitalización de sectores estratégicos como el agro y la educación, y promover que los beneficios de dicha digitalización lleguen a todos los ciudadanos y a todas las regiones del país” (Luna 2016, pág. 3).

En este sentido se afirma que para este siglo XXI son representativas toda clase de TIC, cuyas finalidades apuntan a la adquisición y procesamiento de información, como al desarrollo y utilización de nuevos lenguajes acordes al contexto de la vida actual (Da Silveira et ál., 2008). Las TIC al transferirse a la escuela, se convierten en alternativas de cambio e innovación para la enseñanza y el aprendizaje. Esto mismo se hace visible en el VIII encuentro de experiencias en enseñanza de la Biología y Educación Ambiental 2015 realizado en Bogotá, cuando se refiere a la importancia de las implementaciones con TIC en la enseñanza de la Biología, donde la mediación y la interacción del profesor, en estos espacios, facilitan ciertos conocimientos que en ocasiones resultan poco comprensibles o difíciles de entender para los estudiantes (Parra, 2015).

Según el artículo 6 de la Ley 1341 de 2009 de la República de Colombia, al igual que Cavas et ál. (2009), “las TIC son el conjunto de recursos, herramientas, equipos, programas informáticos, aplicaciones, redes y medios, que permiten la compilación, procesamiento, almacenamiento, transmisión de información como: voz, datos, texto, vídeo e imágenes”. Para Acosta, Miquilena y Riveros (2014), todos estos elementos tecnológicos son agrupados dentro de una categoría denominada infraestructura, entendida como dispositivos que permiten las acciones de transmisión de la señal y el transporte del mismo, además involucra los dispositivos de computación y los programas (transporte de la información), al respecto Giralt, Companys y Pere (2009), consideran que estos recursos deben ser agrupados en torno a infraestructura y equipamiento (ver figura 1).

Figura 1. Clasificación de las TIC. Construcción propia, a partir de Giralt, Companys y Pere (2009).



Construcción propia

En cuanto a la clasificación de las TIC en el contexto educativo, la escuela contextualizada hace parte del sector productivo de tal modo que sus procesos administrativos (organizativos) y de servicio a la comunidad (educativos), han sido mejorados con la incorporación de las TIC (ejemplos los sistemas de información contables y financieros les permiten dar información inmediata sobre el estado actual de la escuela, las bases de datos permiten identificar e inventariar espacios como la biblioteca, las aulas, el almacén de suministros etc.).

Este rendimiento productivo se ha trasladado al aula donde se busca que el uso de estas herramientas tecnológicas influya en las actividades diarias de enseñanza y aprendizaje, donde se mantiene la misma clasificación de Giralt, Companys y Pere (2009). En este sentido la clasificación TIC en el ámbito educativo se convierte en algo más específico y particular porque se centra en el uso o integración de herramientas y su función en la enseñanza y aprendizaje, esto ha generado una clasificación, según la intención investigativa, en: infraestructura TIC, equipamiento TIC, recursos tecnológicos generales para la enseñanza y recursos tecnológicos específicos para la enseñanza de la Biología.

Diseño metodológico

La presente investigación corresponde al enfoque interpretativo y está fundamentada en la revisión documental, el cual se soporta en la comprensión de la realidad simbólicamente pre-estructurada del objeto de estudio (textos escritos), para ello se involucró la revisión documental bibliográfica donde la información se sometió a un análisis de contenido con el propósito de identificar los elementos implicados en la enseñanza de la Biología a través de las TIC. A continuación, la estrategia de investigación se presenta en dos etapas.

Etapa uno, bibliometría de la revisión documentada

Según Valencia, Huertas y Baracaldo (2014), esta etapa es importante porque identificó la vigencia y relevancia de la investigación dentro de la comunidad científica. Para ello se delimitó dentro de un periodo cronológico 2005 y 2015 puesto que corresponde al periodo con mayor fuerza de desarrollo de políticas públicas colombianas en educación sobre la incorporación de las TIC en la enseñanza.

Para el éxito de la productividad se adoptó la búsqueda y selección de información a partir de plataformas electrónicas (google académico, dialnet.com, ScieELO.org, sciencedirect.com, oei.es, ojs.pensamultimedia, eduteka.org y ries.universia.net, entre otras), apoyado en el uso del operador AND y la terminación TIC con palabras claves (profesor, profesor de Biología escolar, Biología escolar, Biología, profesor de Biología, enseñanza, competencias, formación de profesores), permitiendo la identificación y evaluación de fuentes potenciales de información y al acceso a las fuentes de información seleccionadas.

Etapa dos, análisis del contenido de la revisión documental

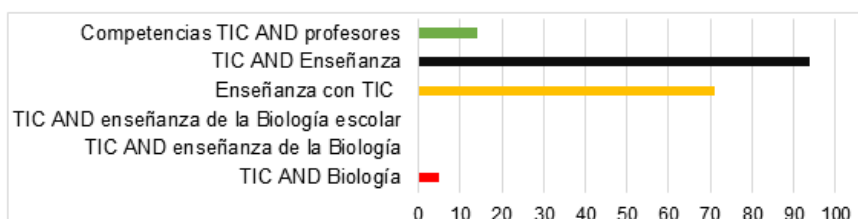
Desde la visión de López (1996), se indica que toda comunicación consta de unidades que puede ser analizada desde una tipología, bien sea, desde la operación clasificatoria formulada o construida teóricamente u operación técnica de construcción empírica a través de una matriz de datos. De tal modo se asumió la unidad de análisis con el objetivo de detectar la presencia y ausencia de una característica o cualidad en el contenido de los artículos científicos. Así mismo se empleó el análisis de contenido para contrarrestar las dificultades de obtener alta productividad diacrónica y de contenido, al cual se refieren Anta y Pérez (2004), sobre la enseñanza con TIC, en especial a la

enseñanza de la Biología mediada con TIC. y la formulación de la categoría “uso de TIC” y subcategoría recursos tecnológicos, que facilitó la comprensión de dicha categoría.

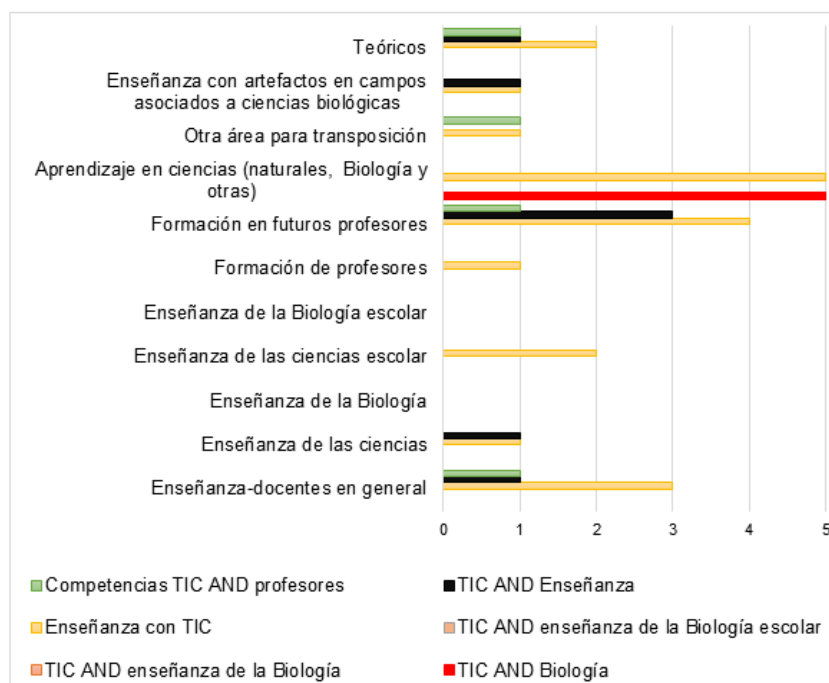
Resultados

Para la presentación de los resultados disponen en el siguiente orden: datos de búsqueda de información especializada en plataformas especializadas y datos de clasificación de los artículos científicos.

En la búsqueda de información especializada en la biblioteca digital SciELO (Scientific Electronic Library Online) donde se empleó el operador AND y las palabras claves: profesor, profesor de biología escolar, biología escolar, biología, profesor de biología, enseñanza con TIC, se tuvo acceso a 184 artículos científicos (ver gráfica 1). De los cuales 40 artículos hacen referencia a la Biología (ver gráfica 2).



Gráfica 1. Cantidad de artículos por palabras claves en SciELO.org

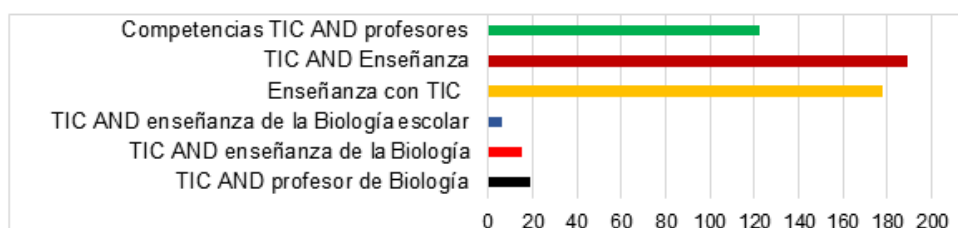


Gráfica 2. Cantidad de artículos por categorías de búsqueda y palabras claves en SciELO.org

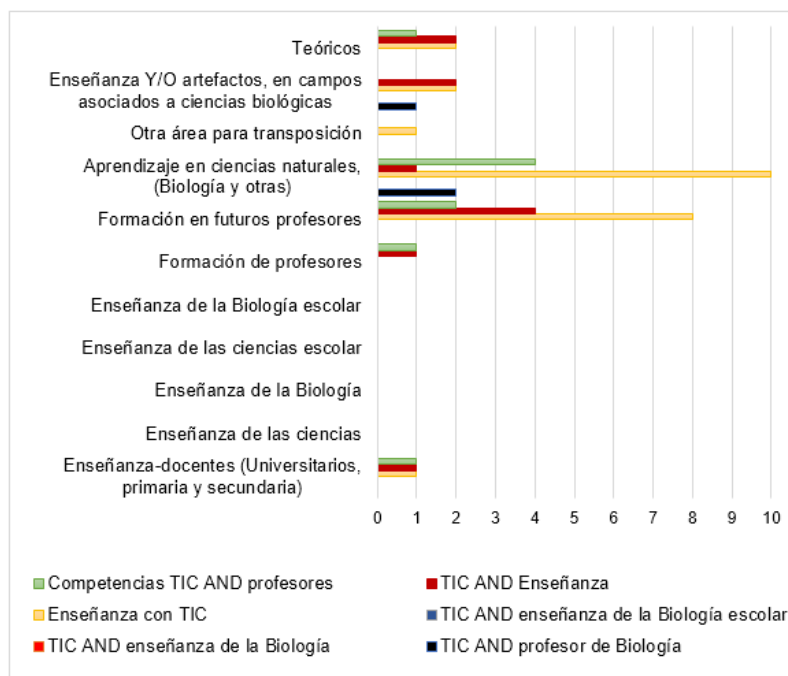
Según gráfica 1., demuestra que la mayor cantidad de artículos hace referencia a la incorporación de las TIC en la enseñanza (165 documentos) donde 118 justifican desde lo teórico su incorporación, cabe decir que al revisar la documentación se encuentran artículos científicos que hacen referencia exclusivamente al aprendizaje mediadas con TIC o tipos de estrategias de aprendizaje con TIC. Tan solo 40 documentos muestran datos de uso, frecuencia, accesibilidad y disponibilidad referida a la enseñanza mediada con TIC. Y no existen registros específicos sobre el uso de las TIC en la enseñanza de la Biología o Biología escolar (en esta búsqueda se incluye profesor de Biología y

profesor de Biología escolar). En el caso de los 40 artículos, la gráfica 2 identificó la existencia de muy pocos documentos que responden a nuevos criterios construidos de agrupación (enseñanza de TIC en docentes en general, enseñanza de las ciencias y enseñanza de la ciencia escolar, formación de profesores) especialmente para Biología donde la información se centraliza en: aprendizaje en ciencias y formación en futuros profesores. Sin embargo, siete artículos son empleados como información relevante por su estructuración (resumen, fundamentación teórica, diseño metodológico, resultados, discusiones y conclusiones) pertinente a la enseñanza de la Biología mediada con TIC.

En la segunda búsqueda se empleó el sitio que tiene mayor compendio de artículos científicos por suscripción en internet, sciencedirect.com. Para la búsqueda de información en este sitio, se usó el operador AND y las palabras claves: profesor, profesor de biología escolar, biología escolar, biología, profesor de biología, enseñanza con TIC, el cual permitió la revisión de 529 artículos (ver gráfica 3), de los cuales 49 artículos son de carácter específico (ver gráfica 4).



Gráfica 3. Cantidad de artículos por palabras claves en sciencedirect.com



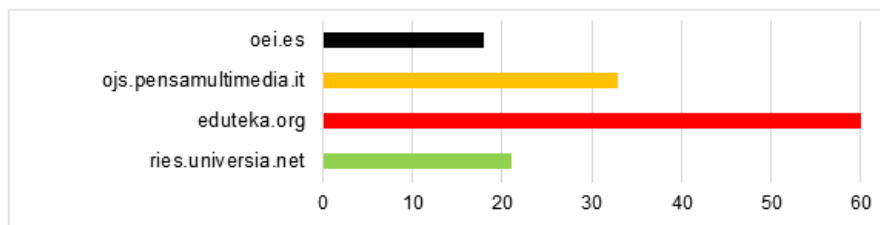
Gráfica 4. Cantidad de artículos por categorías de búsqueda y palabras claves en sciencedirect.com

La gráfica 3., estableció en el sitio sciencedirect.com, que el mayor número de artículos abordan discusiones en torno a la enseñanza con TIC (367 artículos) y las competencias TIC (incluye alfabetización digital con 122) sin diferenciación entre profesores y estudiantes. Mientras en la categorización de los artículos para la enseñanza de Biología mediadas con TIC, la gráfica 4, demostró que la cantidad de artículos referentes al campo de la Biología, así como al de las ciencias experimentales, son muy pocos. Nótese, que la mayor cantidad de artículos corresponden, de nuevo, a la categoría

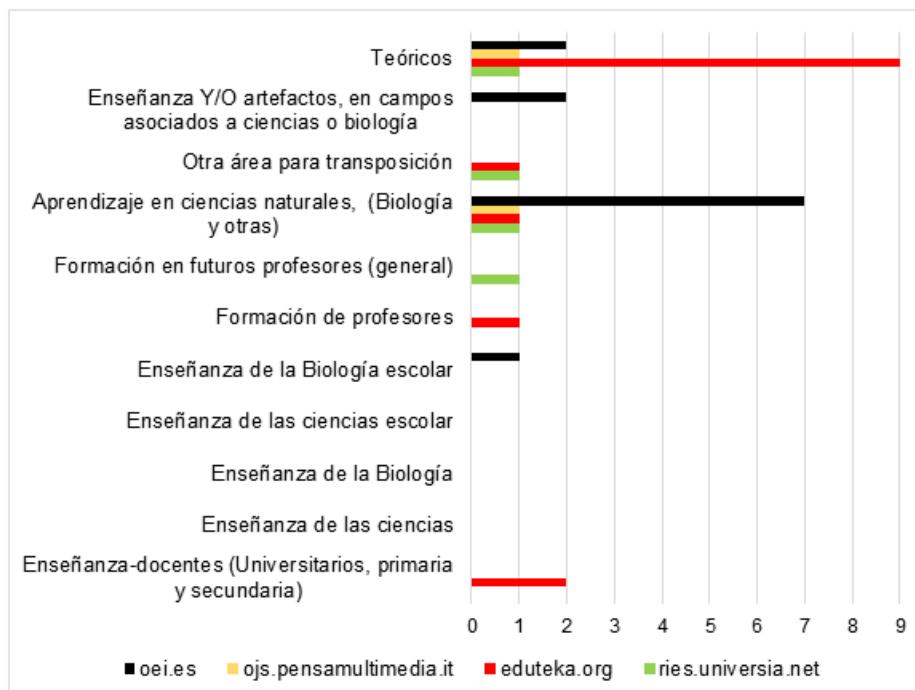
aprendizaje. De esta información es pertinente decir que fueron seleccionados once de los cuales siete responden a los criterios: enseñanza docente (profesores de ciencia en general), formación de profesores, enseñanza y/o artefactos en campos asociados a las ciencias (biológicas, físicas, etc), además, se visibiliza en la gráfica 4, la inexistencia de investigaciones en profesor de biología y biología escolar AND TIC.

En la tercera búsqueda y selección de información, se hizo en cuatro sitios web reconocidos por el contenido especializado y libre y se agrupó la información teniendo en cuenta que ciertas relaciones de palabras claves no arrojaron resultados (TIC AND profesor de Biología o ciencia ciencias). Dentro los resultados obtenidos en estos sitios se resalta Eduteka.org quien tuvo mayor cantidad de artículos (60), seguido de ojs.pensamultimedia (33), ries.universia.net (21) y oei.es (18) cuando se empleó la relación de palabras clave Competencias TIC AND profesor y TIC AND enseñanza (ver gráfica 5). Donde la mayoría de artículos encontrados según criterios específicos de agrupación fueron Eduteka.org y oei.es (ver gráfica 6).

Bajo el parámetro de la gráfica 6, se evidenció que la selección de la información responde a documentos teóricos que se encuentran en estos sitios especializados, cabe decir que la mayoría de los artículos (9 documentos de 13) revisados en Eduteka.org, son pertinentes en el campo específico de la enseñanza de la Biología. Al igual que en las anteriores búsquedas, la documentación en la enseñanza de la ciencia escolar y enseñanza de la biología escolar fue escasa.

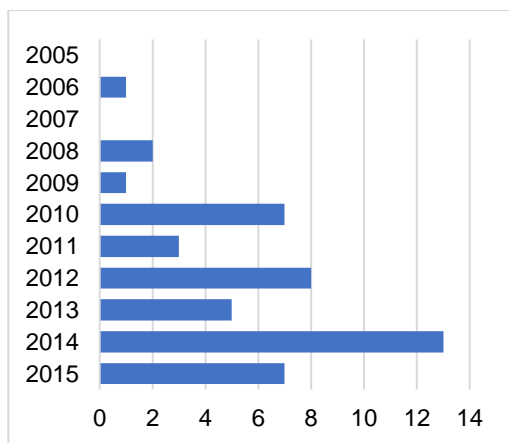


Grafica 5. Cantidad de artículos por palabras claves en buscadores especializados

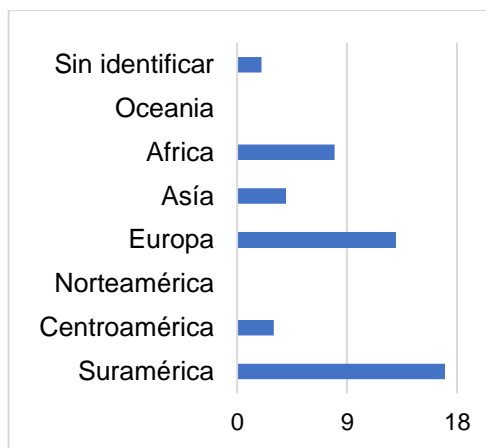


Grafica 6. Cantidad de artículos por categorías de búsqueda y palabras claves en buscadores especializados.

De la anterior búsqueda se demuestra que la información se centra en procesos de aprendizaje (mediación o uso de TIC) y no en procesos de enseñanza, ni mucho menos se refiere al profesor de Biología y profesor de Biología escolar. Aunque la información encontrada fue valiosa y el procedimiento no fue infructuoso, se indica que la información los demás textos que se analizaron fue recolectada a través de búsqueda por dispersión en scholar.google.com o google académico, a partir de los mismos operadores, completando así la muestra de 47 artículos científicos.

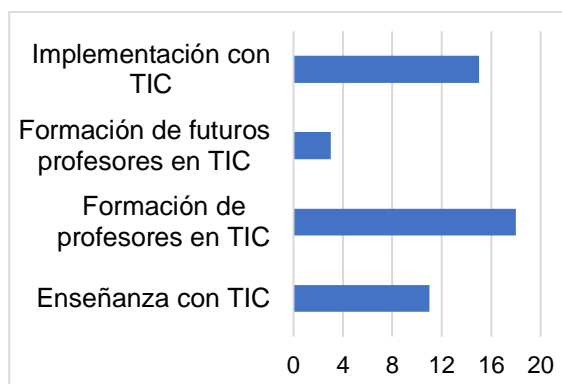


Gráfica 7. Cantidad de artículos por año

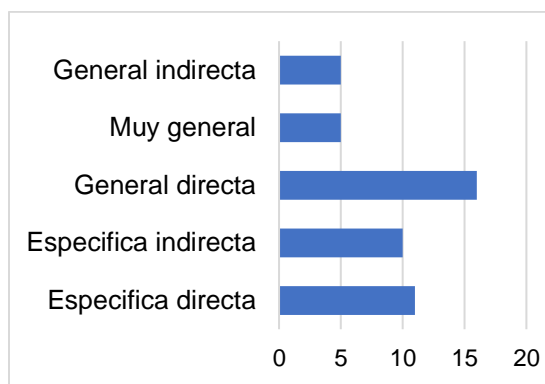


Gráfica 2. Producción de artículos por continente

En cuantos los resultados de clasificación de los artículos especializados para la enseñanza mediada con TIC, en especial Biología, se estableció que: la mayor información recopilada y clasificada responde al periodo del 2010 – 2015. Siendo el año 2014 con mayor cantidad de artículos que aporta a los antecedentes, seguido del año 2012, pero para el 2015 disminuye la productividad científica (ver gráfica 7). En el caso de la gráfica 8, cantidad de producción artículos científicos, los continentes con mayor cantidad de artículos sobre las TIC en la enseñanza, en este caso especial la Biología escolar, corresponde a Suramérica, de los cuales 7 artículos son colombianos, en el caso de Europa 6 artículos son españoles, mientras que en África el mayor contribuyente es Nigeria con 4 artículos.



Gráfica 9. Cantidad de artículos según carácter educativo.



Gráfica 10. Cantidad de artículos según la relación con el proyecto de investigación.

La gráfica 14, agrupa a los artículos según el carácter educativo, en el cual indica la existencia en un número mayor de artículos referidos a formación de profesores en TIC (conocimientos o alfabetización en TIC que posee un docente) pero con solo 4 artículos relacionados con Biología. Luego sigue el carácter educativo implementación con TIC

(son las investigaciones que realizan intervenciones o proyectos con profesores que luego son evaluados) en el cual existen 6 artículos relacionados con Biología. Mientras que en el carácter educativo enseñanza con TIC (refiere a las acciones del docente, en especial de Biología, al realizar su práctica educativa) hay 8 artículos específicos.

En la gráfica 15, se establece que la mayoría de artículos buscados y seleccionados tienen una relación general directa con el proyecto de investigación (de los cuales 5 artículos son de Biología y 2 artículos de ciencias) según resultados y conclusiones de las investigaciones la mayoría de estos artículos contribuyen con datos y hallazgos con tendencia específica en el uso de herramientas en TIC y responden al carácter educativo formación de docente. Luego siguen los artículos que tienen relación específica directa con el proyecto de investigación, propios de la Biología (11 artículos), según los resultados y conclusiones se identifica que la contribución de estos en la investigación es a partir de descripciones y formulación de explicaciones, y datos y hallazgos con tendencia muy específica. Cabe decir la existencia de la relación específica indirecta, donde sus artículos no son exclusivos de la Biología o las Ciencias pero que son importantes por los aportes de información, de tal modo que la contribución se encuentra en las descripciones y formulación de explicaciones y datos y hallazgos con tendencia muy específica. El resto de relaciones, también importantes, contribuyen con datos particulares.

Discusiones del análisis de contenido

Al definir las TIC, desde el artículo 6 de la Ley 1341 de 2009 de Colombia, el cual establece que las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC), “son el conjunto de recursos, herramientas, equipos, programas informáticos, aplicaciones, redes y medios, que permiten la compilación, procesamiento, almacenamiento, transmisión de información como: voz, datos, texto, vídeo e imágenes”, para establecer la clase de recurso o artefacto tecnológico (equipamiento, infraestructura, genéricos, específicos) que emplea el profesor de ciencias según la frecuencia, la tendencia, la disponibilidad, la familiaridad y el impacto, del uso de las TIC. Se establece que las discusiones del análisis de contenido deben abordar tres aspectos: uso de las TIC por los profesores al enseñar, uso de las TIC por los profesores de Biología al enseñar y limitantes o barreras en el uso de las TIC en Biología.

Primer aspecto “*uso de las TIC por los profesores al enseñar*”: los datos de las investigaciones en infraestructura de Afanador (2013), Domingo y Marquès (2011), Nechita y Timofti (2011) y Paredes y Dias (2012), determinan que los profesores usan frecuentemente la internet. Y Levent (2010) y Paredes y Dias (2012), reportan alta disponibilidad y uso de plataformas LMS, sin embargo, existen datos como los de Alturo, Silva y Losada (2014) y Tejedor y García (2006), que reportan en los profesores uso limitado en esta clase de infraestructura, además del no uso del sistema de red local (intranet o LMS interna) para realizar la práctica de enseñanza.

En cuanto al equipamiento, Paredes y Dias (2012), identifican que los profesores usan los ordenadores (computadores), proyectores y CD-ROM en la actividad de enseñanza, pero Domingo y Marquès (2011) establece que son muy pocos los profesores que utilizan los ordenadores dentro de la enseñanza, al respecto Domingo y Marquès (2011) y Tejedor y García (2006), indican que esto se debe a la muy baja disponibilidad de los computadores y al mismo uso en el aula. Otros equipamientos que emplean los profesores es la pizarra digital interactiva (Skutil, 2014) que para Domingo y Marquès (2011) sola la mitad de los profesores la utilizan, este mismo dato es para el uso favorable de la TV (Alturo, Silva & Losada, 2014).

En el uso de recursos tecnológicos² genéricos, la ofimática es el primer recurso tecnológico al cual hacen referencia Paredes y Dias (2012) y Tejedor y García (2006), identificando que los profesores utilizan frecuentemente power point o la presentación de diapositivas, mientras que Akinjide, Adesina y Osunrinade (2014) demuestran lo contrario en la frecuencia de uso, esta baja frecuencia lo ratifica Afanador (2013), este mismo investigador agrega la frecuencia casi nula de uso de la hoja de cálculo y su baja importancia en las actividades de enseñanza. Inclusive los softwares de mapas o esquemas conceptuales (Paredes & Dias, 2012; Nechita & Timofti, 2011), al igual que los artefactos digitales sociales como Facebook y Messenger (Ocampo, Gómez & Zambrano, 2015; Nechita & Timofti 2011), son utilizado de manera simple por los profesores en la actividad de enseñanza donde la frecuencia de uso es baja (Afanador, 2013). Otros recursos con baja frecuencia de utilización en profesores son: la web y sus contenidos (Valencia & Said, 2014), contenidos digitales en Red académica, Colombia aprende, Wikipedia y You tube (Afanador, 2013).

Para el caso del uso de recursos tecnológicos específicos, los recursos audiovisuales juegan un papel importante, puesto que Cavas et ál., (2009), indica que los profesores los emplean, pero la frecuencia de uso es baja (Tejedor & García, 2006). Sin embargo, los resultados por separados (sonido, video e imagen animada y digital), establecen que los recursos de sonido son empleados de forma simple (Nechita y Timofti 2011) con baja frecuencia de uso (Tejedor & García, 2006), los videos tienen una tendencia favorable de uso (Akinjide, Adesina & Osunrinade, 2014; Nechita & Timofti, 2011; Domingo & Marquès, 2011), resultado contrario con la videoconferencia (Domingo & Marquès, 2011). Y la utilización de las imágenes digitales son empleados de forma simple (Nechita & Timofti, 2011) acompañadas de baja frecuencia de uso (Afanador, 2013; Tejedor & García, 2006).

Estos resultados se encuentran relacionados con los de multimedia (artefacto complejo que integra los recursos audiovisuales) puesto que se reporta que no alcanza los niveles óptimos de uso y la alta frecuencia de uso (Skutil, 2014; Tejedor & García, 2006). En cuanto a las herramientas hipermediales como lo son los softwares educativos u objetos virtuales de aprendizaje, Afanador (2013) y Tejedor y García (2006) reportan que la tendencia de favorabilidad de uso del recurso es baja, de igual manera ocurre con los simuladores y laboratorios virtuales para actividades experimentales (Afanador, 2013; Akinjide, Adesina & Osunrinade, 2014; Domingo & Marquès, 2011) y en aplicaciones móviles o apps (Valencia y Said, 2014). Pero Bigeón (2015) y Sanabria, López y Leal (2014), establecen que el uso de softwares (software simas y software Phet Propiedades del gas) tienen un impacto positivo en el profesor. Y en cuanto a los recursos tecnológicos de la web, los profesores presentan bajo uso en TIC comunicativas como lo son blogs, wikis, WebQuests, y AVA (Afanador, 2013; Domingo & Marquès, 2011).

Todo lo anterior también se enmarca en aspectos de género y generacional frente al uso de TIC. Levent (2010) hace referencia a las diferencias de género en el uso de TIC en la enseñanza, al respecto indica que el impacto es más positivo en mujeres cuando se refiere al uso de los materiales tecnológicos para materializa los conceptos y la realización de explicaciones agradables. Respecto a lo generacional Cavas et al (2009) enfatizan que los profesores jóvenes (menores a 36 años) están más abiertos a la utilización de las TIC, pero Levent (2010) indica que no hay diferencias significativas en los puntos de vista sobre el uso de estas mismas.

² En cuanto a los recursos tecnológicos o artefactos digitales a nivel de enseñanza se recurre al origen, aplicación y complejidad en la especificidad del diseño y uso relacionado con la disciplina o área de estudio, para clasificarlos en recursos tecnológicos generales y recursos tecnológicos específicos.

Segundo aspecto *“uso de las TIC por los profesores de Biología al enseñar”*: los datos en infraestructura de El Madhi et ál., (2014), determinan que casi la totalidad de la muestra usan el internet y la disponibilidad de un aula de informática para los profesores de Biología es alta (Šorgo, Verčkovnik & Kocijančič, 2010). En el uso de equipamiento para profesores de Biología, los datos de Aladejana (2008), Bekyibei (2014a) y Vera, Tomka y Snežana (2014) reportan que casi la totalidad de los profesores usan los ordenadores en la enseñanza siendo conscientes de la importancia y necesidad de aplicación de las mismas.

Al respecto agregan El Madhi et ál., (2014), que los profesores tienen una frecuencia media de uso de los computadores de escritorio disminuyendo hasta una frecuencia baja en el uso de portátiles y tabletas Ipads (Bekyibei, 2014a). Otros equipos son: pizarra digital interactiva con un uso entre bajo (Bekyibei, 2014a) y moderado (Odcházalová, 2015), el TV con alta frecuencia de uso (Aladejana, 2008) y alta disponibilidad (Bekyibei, 2014a), retroproyector y la grabadora de vídeo con alta frecuencia de uso (Aladejana, 2008), y el proyector (video Beam o LCD) lo usan un poco más de la mitad de los profesores (Aladejana, 2008). Y Bekyibei, (2014a) y (2014b), reportan bajos porcentajes de uso y frecuencia de uso del equipamiento en impresora, fotocopidora, escáner, cámaras digitales, reproductoras de casetes de video y grabadoras, altavoces y auriculares, indicando que no están familiarizados los profesores de Biología con estas TIC. Pero reporta que los profesores se encuentran usando el teléfono celular para la clase. Adicionalmente los datos de especificidad de equipamiento para Biología, como Kubiátko M. (2006), indican uso casi nulo del portátil, al igual que el uso del microscopio digital (Bekyibei, 2014a), y pocos profesores tienen computadoras con un lugar permanente en el salón de clases de Biología (Šorgo, Verčkovnik & Kocijančič, 2010).

En cuanto a los recursos tecnológicos genéricos para la enseñanza de la Biología, la ofimática es muy predominante, donde se destaca Power Point (Kubiátko, 2006; Melillán & Rognone, 2013; Šorgo, Verčkovnik & Kocijančič, 2010; Ocelli, García & Masullo, 2012), luego le sigue el uso del procesador de texto (Aladejana, 2008; Bekyibei, 2014a), y los menos utilizados son las hojas de cálculo (Bekyibei, 2014a) y la base de datos (Aladejana, 2008; Bekyibei, 2014a) en la práctica de enseñanza de la Biología. Para el recurso correo electrónico (comunicativo – mensajería) se indica que la gran mayoría de los profesores de Biología lo emplean (Melillán & Rognone, 2013; Šorgo, Verčkovnik & Kocijančič, 2010; Ocelli, García & Masullo, 2012), aunque esta proposición disminuye por encima de la mitad de la muestra de profesores (Bekyibei, 2014a; Šorgo, Verčkovnik & Kocijančič, 2010). En el empleo del recurso web, se registra un alto porcentaje de profesores (Ocelli, García & Masullo, 2012), pero en Bekyibei (2014a), el porcentaje esta alrededor de la mitad, y disminuye considerablemente cuando se refiere al uso de diferentes navegadores de la web. Esto mismo ocurre con el software no especializados para Biología (Bekyibei, 2014a; Melillán & Rognone, 2013).

Para el caso de los recursos tecnológicos específicos de enseñanza de la Biología, el uso de los diferentes recursos audiovisuales, Melillán y Rognone (2013) indican, que el video es utilizado por los profesores, pero con frecuencia de uso muy bajo en los videos de anatomía humana y vegetal y películas educativas en biología (Bekyibei, 2014a), y en lo que respecta a las imágenes Kubiátko (2006), identifica utilización casi nula de la fotografía digital, mientras que Casas, García y Sanmartí (2008), indican que el uso de las animaciones de la web para Biología no facilitan el aprendizaje y la interactividad.

Para el recurso tecnológico específico multimedia, se identifica que la mitad de los profesores utilizan este recurso (Šorgo, Verčkovnik & Kocijančič, 2010; Vera, Tomka & Snežana, 2014). Además, Odcházalová (2015), establece que la multimedia en clase de Biología genera opiniones contradictorias (a favor o en contra) de uso en los profesores. Mientras que los recursos hipermediales o software educativo para la

enseñanza de la Biología, su empleo es bajo a muy bajo, (Bekyibei, 2014a; Kubiátko, 2006; Vera, Tomka & Snežana, 2014), Pero la formación en estos recursos indica resultados favorables como lo demuestra en el software Simas (Sanabria, López & Leal, 2014) y el videojuego Kokori (Bigeón, 2015) en la enseñanza de la Biología. En cambio, los simuladores y laboratorios virtuales – computarizados, las valoraciones de uso tienden a estar entre casi nulo y bajo (Kubiátko, 2006; Šorgo, Verčkovnik & Kocijančič, 2010). Y en los recursos de la web, los profesores de Biología indican que las Web-Quest para Biología cumplen los requisitos técnicos y estructurales de uso como de contenido (Osman, 2010), a la vez el porcentaje su utilización en los profesores es negativo o muy bajo (Occelli, Garcia & Masullo, 2012), de igual manera ocurre con el empleo de hipertextos como las enciclopedias digitales (Kubiátko, 2006) y la creación de páginas web exclusivas para la enseñanza de la Biología (Aladejana, 2008).

Tercer aspecto “limitantes o barreras en el uso de TIC en la enseñanza de la Biología”: dentro de los factores limitantes o barreras exógenas en el uso de TIC en la enseñanza de la Biología, Cavas et ál. (2009), establecen que hay insuficiencia de herramientas TIC en las aulas. Paralelamente, los registros de Bekyibei (2014b) y Adelabu y Adu (2014) concuerdan con la dificultad de la enseñanza de la Biología cuando se introduce la infraestructura siendo un factor obstaculizador, puesto que no siempre existe una buena accesibilidad y alta conectividad en las escuelas para la internet (Boitshwarelo, 2014; Occelli, Garcia & Masullo, 2012), además la deficiencia en los niveles óptimos de infraestructura (accesibilidad y conectividad) obedece a la falta de asistencia técnica y asesoría (El Madhi et ál., 2014; Boitshwarelo, 2014).

De igual modo indican Adelabu y Adu (2014), Melillán y Rognone (2013) y Vera, Tomka y Snežana (2014), los profesores de Biología no tienen disponibilidad y accesibilidad suficiente de las TIC, siendo escasa la disponibilidad de computadoras y cantidad de equipos en las escuelas para la enseñanza de la Biología o el asumir una modalidad asistida por TIC (Bekyibei 2014b; Boitshwarelo, 2014; El Madhi et ál., 2014; Occelli, Garcia & Masullo, 2012). Otras limitantes del equipamiento son la pertinencia y la actualización del equipamiento al contexto y la disciplina (El Madhi et ál., 2014; Kubiátko, 2006; Occelli, Garcia & Masullo, 2012). Y las limitantes de gestión escolar, El Madhi et ál., identifica que los horarios de utilización para las clases y el horario de la sala de medios son incompatibles con los horarios del profesor. Esto hace que sólo se utilicen los ordenadores en materias como Informática o afines (Occelli, Garcia & Masullo, 2012).

En el caso de los factores limitantes endógenos en el uso de TIC en la enseñanza de la Biología se encuentran: limitante de formación en TIC, al respecto Adelabu y Adu (2014), El Madhi et ál., (2014), Kubiátko (2006), Occelli, Garcia y Masullo (2012), concuerdan que los profesores de Biología no han adquirido las habilidades digitales a causa de la falta de capacitación en el campo de las TIC. Limitante de gestión escolar, el factor tiempo influye en las actividades según Boitshwarelo (2014), y Occelli, Garcia y Masullo (2012), los profesores, en especial de Biología gastan mayor cantidad de tiempo para la preparación de clase, y el factor actividad de planeación, puesto que Cavas et ál., (2009) y El Madhi et ál., (2014) en sus resultados los profesores de Ciencias – Biología establecen que el uso de TIC trae demasiada sobrecarga. Por último la limitante propia del profesor de Biología, según Šorgo, Verčkovnik y Kocijančič (2010), se encuentra relacionada entre la importancia que da a las TIC y la utilización de las TIC (“los profesores que no reconocen la importancia y no utilizan las TIC o los profesores que consideran importantes las TIC dedicados a la enseñanza pero que no son utilizados o los profesores que consideran importantes las TIC desde el uso primario para el desarrollo de actividades pero desconocen otras aplicaciones”), y la falta de experiencia en el manejo de las TIC (Melillán & Rognone 2013; Vera, Tomka & Snežana, 2014).

Conclusiones

Se destaca dentro de este proceso la baja cantidad de artículos especializados y de estudios bibliométricos en la línea de investigación prácticas de enseñanza, especialmente de la Biología, a través de TIC o afines (profesor de Biología y el uso de TIC, competencias TIC en profesores de Biología, entre otros) entre el periodo de 2005 - 2015. Esto mismo ocurre en los resultados bibliométricos en el periodo 1997 – 2003, en el área de ciencias y tecnología (Anta & Pérez 2004), de igual modo Carbonell, Guardiola, Frederic & Panova, (2016) ratifican que en el periodo 1996 – 2000 la búsqueda de información desde la especificidad tiende a hacer baja. En cuanto a la especificidad de búsqueda de información del periodo 2005 – 2010, cuando se refiere a la pertinencia no sobrepasa el 12% (Carbonell, Guardiola, Beranuy & Bellés 2009), pero el aumento de literatura científica en tecnología se evidencia entre el periodo 2006 – 2010 (Carbonell, Guardiola, Frederic & Panova, 2016). Sin embargo, la construcción de la categoría uso de TIC y su subcategoría (recursos tecnológicos) contribuye con la productividad científica en el campo de Educación y TIC.

Gracias al análisis del contenido de la revisión documental, se identificó en la categoría uso de TIC dos relaciones directas en la subcategoría recursos tecnológicos: la primera entre infraestructura y equipamiento cuando se refiere a la accesibilidad del internet y a la disponibilidad del computador (ordenadores), indicando que la mayoría de profesores usan estos dos recursos. Y la segunda, entre el uso de recursos tecnológicos genéricos (intuitivos) y recursos tecnológicos específicos (propios de la disciplina), puesto que el empleo de TIC se limita a una baja variedad de herramientas intuitivas, afectando a la vez la frecuencia de uso de herramientas de mayor complejidad, donde la gran mayoría de profesores se limitan a la ofimática. Además, se establece una relación inversa entre infraestructura – equipamiento y recursos tecnológicos, el cual afecta el potencial de las TIC (tendencia baja), esto se debe a que existe una alta conectividad a internet como disponibilidad al ordenador y un bajo uso en cantidad, variedad y especificidad de artefactos digitales genéricos como específicos para la enseñanza, especialmente en la Biología.

Luego de este análisis de contenido surge nuevas preguntas que deben plantearse ¿qué funciones asociadas les otorgan a las TIC en las prácticas de enseñanza de las ciencias experimentales, especialmente Biología? ¿se visibiliza o se invisibilizan en las TIC funciones instrumentales del contexto laboral que son transpuestas en el contexto educativo? ¿cómo se está llevando a cabo la integración de las TIC en la enseñanza de las ciencias experimentales, especialmente Biología? ¿qué competencias TIC son requeridas por el profesor de Biología? En ese sentido entra en juego variables o factores incidentes como: el uso cotidiano de las TIC (obliga de forma intrínseca al profesor a que se acerque y comprenda intuitivamente lo operativo de los elementos tecnológicos, al igual con los programas y aplicativos TIC, desarrollando una lógica entre el uso, la frecuencia, el interés y el adiestramiento que, en cierta medida, es trasladada al aula), y formación académica en, o integración en, TIC (en este caso el conocimiento tecnológico, pedagógico y didáctico adquirido es puesto en el aula, para establecer múltiples relaciones entre los artefactos y sus funciones).

Referentes Bibliográficos

Acosta, R. Miquilena, E. & Riveros V. (2014). La infraestructura de las tecnologías de la información y comunicación como mediadoras y el aprendizaje de la biología. *Revista de Estudios Interdisciplinarios en Ciencias Sociales*. 16 (1), 11 – 30.

Adelabu, O. & Adu, E. (2014). Assessment of Accessibility and Utilization of Information and Communication Technology (ICT) for Effective Teaching of Biological Science in Secondary Schools. *Mediterranean Journal of Social Sciences*. 5 (23), 1439 – 1444.

Adigun, F. Madu, S. & Okulaja, A. (2015). Effects of computer based instructional strategy on students' academic achievement in senior secondary school biology in Ogun state Nigeria. *Atlantic Journal of Education and Humanities Studies*, 1 (1), 1 – 7.

Afanador, H. (2013). Diagnóstico sobre el uso y apropiación de TIC en docentes de la Secretaría de Educación Distrital. *XIV Encuentro Internacional Virtual Educa*. Medellín, Colombia [En línea <http://www.virtualeduca.info/ponencias2013/verponencias.php>].

Akinjide, K. Adesina, K. & Osunrinade, O. (2014). Investigating the Pattern of ICT Utilisation for Science Teaching in Federal Unity Schools in Nigeria Using Kumar's, Subramaniam and Mukherjee Model Approach. *International Research: Journal of Library & Information Science*. 4 (2), 305 – 315.

Aladejana F. (2008). *Blended Learning and Improved Biology Teaching in the Nigerian Secondary Schools*. Proceedings of the World Congress on Engineering and Computer Science 2008. 22 – 24.

Alturo, N. Silva, D. & Losada, S. (2014). Nivel de Competencia TIC, en los docentes del Colegio Andes Fontibón. *Revista FACCEA*, 4 (2), 131 – 140.

Anta, C. & Pérez, J. (2004). El uso de las TIC en la educación: Análisis bibliométrico en revistas españolas. *II Congreso Online del Observatorio para la CiberSociedad* En http://www.cibersociedad.net/congres2004/index_es.html"

Bekyibei – Bitok, E. (2014). Availability of information and communication technology resources in teaching and learning of Biology by secondary schools in Uasin Gishu county, Kenya. *International Journal of Science and Research (IJSR)*. 3 (10), 2279 – 2285.

Bekyibei – Bitok, E. (2014b). Teachers' Preparedness in Integrating Information and Communication Technology in Biology Classrooms in Uasin Gishu County, Kenya. *IOSR Journal of Research & Method in Education*. 4, (6) 45 – 53.

Bešter, J. Gregorc, A. Papić, M. & Turbi, R. (2010). Trends in ICT and multimedia based education. *Socio-cultural and human values in science and technology education*. 61 – 67. Ed Dolinšek S. y Lyons, T. XIV International Organization for Science and Technology Education Symposium. Bled, Slovenia.

Bigeón, L. (2015). Competencias docentes en la formación de profesores de Ciencias Naturales para la construcción de aprendizajes significativos en entornos virtuales. El caso del ISFD N° 10 de Tandil. *Revista Virtualidad, Educación y Ciencia, Reseñas de Publicaciones y Entrevistas*. 5 (9), 98 – 101.

Boitshwarelo, B. (2009). Exploring Blended Learning for Science Teacher Professional Development in an African Context. *The International Review of Research in Open and Distributed Learning*. 10, (4). En <http://www.irrodl.org/index.php/irrodl/article/view/687/1321>

Carbonell, X. Guardiola, E. Beranuy, M. & Bellés, A. (2009). A bibliometric analysis of the scientific literature on Internet, video games, and cell phone addiction. *Journal of the Medical Library Association*. 97 (2), 102-107.

Carbonell, X. Guardiola, E. Frederic F. & Panova T. (2016). Trends in Scientific Literature on Addiction to the Internet, Video Games, and Cell Phones from 2006 to 2010. *International Journal of Preventive Medicine*. 7 (63), IP: 84.88.226.251. En http://recerca.blanquerna.edu/conductes-desadaptatives/wp-content/uploads/2016/04/IntJPrevMed7163-4084623_112046.pdf.

Casas, M. García, P. & Sanmartí, N. (2008). L'ús d'animacions-TIC a la classe de biologia. Reflexions i recerques sobre l'ensenyament de les ciències. *Ciències 10*. 28 – 32.

Cavas, B. Cavas, P. Karaoglan, B. & Kisla T. (2009). A study on science teachers' attitudes toward information and communication technologies in education. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 8 (2), 1 – 13.

Da Silveira, J. Gimeno S. Rego, I. & Amorim, J. (2010). Algunos dilemas contemporáneos en torno a las tecnologías de la información y de las comunicaciones en la educación: propuesta para la formación de profesores para la producción y el uso de vídeo en el aula, *Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa*, 9 (2), 21 – 35.

Domingo, M. & Marquès, P. (2011). Aulas 2.0 y uso de las TIC en la práctica docente. *Revista Científica de Educomunicación*. 19 (37), 169 - 175.

El Madhi, Y. Chiahou, B. Belghyti, D. El Kharrim, K. & El Halouani, H. (2014). Les contraintes liées à l'intégration du tic dans l'enseignement des sciences de la vie et de la terre au Maroc. *European Scientific Journal*. 10, (34), 143 – 153.

Giralt, R. Companys R. & Palá, P. (2009). Proyectos TIC en pymes: una propuesta de clasificación. *XIII Congreso Internacional de Ingeniería de Proyectos*, 188 – 196. Badajoz, 8 –10 de julio de 2009.

Kubiatko M. (2006). How do teachers use information and communication technology in biology teaching? *Information & communication technology in natural science education*, 46 – 50.

Levent Ç. (2010). Evaluation of the views of pre-service teachers taught with Moodle during the course named "instructional technology and material design" on the use of teaching materials. *Procedia Social and Behavioral Sciences*. 9, 1793 – 1797.

Ley 1341 de 2009. Por la cual se definen principios y conceptos sobre la sociedad de la información y la organización de las tecnologías de la Información y las comunicaciones - TIC-, se crea la agencia nacional de espectro y se dictan otras disposiciones. En http://www.mintic.gov.co/portal/604/articles-3707_documento.pdf

López, P. (1996). Construcción de tipologías, metodologías de análisis. *Papers*, 48, 9 – 29.

Luna, D. (2016). La transformación digital de la economía colombiana David Luna, Ministro TIC de Colombia. Comp. MinTIC. *El estudio de transformación digital en Colombia*. Knowledge for a Digital Edge: Colombia.

Melillán M. & Rognone M. (2013). Elaboración e implementación de un seminario de didáctica de la Biología y su integración con las TIC. *Revista Bio grafía*. Edición Extra-Ordinaria. 895 – 902.

Ministerio de Tecnología de la información y la comunicación – MinTIC (2016). El entorno digital en Colombia. *Estudio de transformación digital en Colombia*. Knowledge for a Digital Edge: Colombia, pp. 26 – 46.

Nechita, E. & Timofti, I. (2011). Increasing Independence versus Increasing Collaboration with ICT Support. *International Conference on Education and Educational Psychology (ICEEPSY 2011)*. Procedia - Social and Behavioral Sciences 29, 1508 – 1517.

Ocampo, A. Gómez, M. Zambrano D. (2015). Percepción del profesor sobre el uso del b-learning para fortalecer competencias laborales. *Revista Innovación Educativa*. 7 (2), 1 – 16.

Ocelli, M. Garcia, L. & Masullo, M. (2012). Integración de las TICs en la formación inicial de docentes y en sus prácticas educativas. *Revista fundamentos e investigación*, 5, 53 – 72.

Odcházlová, T. (2015). Beliefs of the biology teachers about using multimedia. *Problems of education in the 21st century*. 63, 71 – 83.

Osman, K. (2010). Evaluation of webquest in Biology: teachers' perception. *Turkish Online Journal of Distance Education-TOJDE*. 15 (1), 75 – 88.

Paredes, J. & Dias, R. (2012). La motivación del uso de las TIC en la formación de profesorado en educación ambiental. *Ciência & Educação*, 18 (2), 353 – 368.

Parra, P. (2015). Las TIC en la enseñanza de la biología y de la educación ambiental. VII encuentro de Nacional de experiencias en la enseñanza y aprendizaje de la Biología y el Medio Ambiente y III Congreso Nacional en enseñanza de la Biología. Acta de relatoría de ponencias. Fecha, 07 de octubre, 5:30 pm. Bogotá. *Revista Bio-grafía Bio-grafía*. Escritos sobre la Biología y su enseñanza, número extraordinario.

Sanabria, L. López, O. & Leal, L. (2014). Desarrollo de competencias metacognitivas e investigativas en docentes en formación mediante la incorporación de tecnologías digitales: aportes a la excelencia docente. *Revista Colombiana de Educación*. 67, 147-170.

Skutil M. (2014). ICT as one of the teaching methods at primary school from a teacher's point of view. *Problems of education in the 21st century*. 61, 105 – 112.

Šorgo, A. & Verčkovnik, T. & Kocijančič, S. (2010). Information and Communication Technologies (ICT) in Biology Teaching in Slovenian Secondary Schools. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 6 (1), 37 – 46.

Tejedor, F. & García-Valcárcel, A. (2006). Competencias de los profesores para el uso de las TIC en la enseñanza. Análisis de sus conocimientos y actitudes. *Revista española de pedagogía*, 233, 21 – 44.

Valencia, C. & Said, H. (2014). Análisis del uso de las TIC como herramientas de enseñanza – aprendizaje en los docentes del Distrito de Barranquilla. *Actas 14 del VII Simposio. Las Sociedades ante el Reto Digital 2014*. Madrid; asociación de comunicación y nuevas tecnologías, 12, 356 – 366.