NUEVAS REALIDADES PARA LA EDUCACIÓN EN INGENIERÍA: CURRÍCULO, TECNOLOGÍA, MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLO
13 - 16 DE SEPTIEMBRE 2022 CARTAGENA DE INDIAS, COLOMBIA
Encuentro Internacional de Educación en Ingeniería ACOFI

Diseño de instrumento para evaluar competencia pedagógica, didáctica y en TIC: Ruta desde primaria con pensamiento computacional y STEAM+H hacia la ingeniería en la universidad

Nancy Roa Martín, René González Caballero, Eduardo Avendaño Fernández

Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia
Colombia

Resumen

Este artículo presenta un instrumento para evaluar competencias pedagógicas, didácticas y en tecnología de la información y las comunicaciones, en el marco de la cuarta revolución industrial y definida dentro de las principales tendencias de innovación y cambio en la era del conocimiento en lo que se conoce como Educación 4.0. Existen brechas importantes entre las instituciones de educación básica primaria y secundaria en los sectores público y privado, rural y urbano, y municipios certificados y no certificados. El resultado de las pruebas Pisa a nivel Colombia, identifica unas debilidades en la educación, que fue un reto en la adopción de estrategias conectadas o desconectadas al proceso de enseñanza por la condición de la pandemia COVID-19, y por la diferencia en la formación, conceptualización y aplicación de los objetivos y resultados de aprendizaje desde el profesorado. Aunque de manera ágil se generó un proceso de adaptación y ajuste en la metodología de enseñanza (acceso remoto síncrono), también se identificó una serie de oportunidades para fortalecer los procesos de enseñanza-aprendizaje, desde la docencia e infraestructura, y las capacidades de laboratorio para pasar a un modelo de aprendizaje centrado en el estudiante. Se debe promover las competencias blandas para ofrecer solución a los problemas, desarrollar el pensamiento crítico, incentivar el trabajo interdisciplinar y cooperativo, y la aplicación de nuevos modelos pedagógicos como el aprendizaje basado en proyectos, en problemas, experiencias, etc. Se presenta la hipótesis de que promover el pensamiento computacional en una ruta hacia la educación STEAM+H que permita un diseño curricular para un aprendizaje que ofrezca soluciones transformadoras, innovadoras y creativas en contexto y que atienda los retos globales en los objetivos de desarrollo sostenible. El diseño del instrumento que se propone, pretende ir más allá de la caracterización del profesorado, cuya población objetivo será las

instituciones de educación básica y secundaria (posteriormente podrá ser adaptado para educación superior). El instrumento se desglosa por subáreas dentro de la pedagogía, la didáctica y las TIC, desde la realidad del territorio y ajustado a las brechas de acceso a la información y limitantes socio-económicas de las instituciones. Se considera que el aporte al conocimiento se consolida desde un diagnóstico, para potenciar las capacidades docentes como actores cruciales en el proceso disruptivo en esta nueva revolución educativa que demanda habilidades y aplicación de conocimiento. En esta ruta de aprendizaje y enseñanza, la formación a lo largo del proceso educativo permitirá apropiar las herramientas necesarias por los estudiantes para que puedan usarlas y con la fortaleza de que los futuros aspirantes a la Universidad cuenten con una mayor capacidad de análisis y de solución de problemas, siendo éste un reto para el modelo educativo del país por las brechas identificadas en el contexto nacional. El instrumento está en etapa de validación previo a un piloto en Boyacá a nivel de educación pública como preámbulo en el programa de territorio STEAM, con el apoyo de programas de la Facultad de Ingeniería y de Ciencias de la Educación de la UPTC, en la construcción de una política educativa para el territorio.

Palabras clave: análisis estadístico de datos textuales; análisis de correspondencias; competencia; pensamiento computacional; STEAM

Abstract

This article presents an instrument to evaluate pedagogical, didactic, and information and communication technology skills, in the framework of the fourth industrial revolution and defined within the main trends of innovation and change in the age of knowledge in what is known. as Education 4.0. There are significant gaps between primary and secondary basic education institutions in the public and private, rural and urban sectors, and certified and non-certified municipalities. The result of the Pisa tests at the Colombian level identifies some weaknesses in education, which challenge the adoption of strategies connected or disconnected to the teaching process due to the condition of the COVID-19 pandemic, and due to the difference in training, conceptualization, and application of the objectives and learning results from the teaching staff. Although a process of adaptation and adjustment in the teaching methodology (synchronous remote access) will be maintained in an agile manner, a series of opportunities were also identified to strengthen teaching-learning capacities, from teaching and infrastructure, and from laboratories to move to a student-centered learning model. Soft skills should be promoted to offer solutions to problems, develop critical thinking, encourage interdisciplinary and cooperative work, and the application of new pedagogical models such as learning based on projects, problems, experiences, etc. The hypothesis is presented that promoting computational thinking in a route towards STEAM+H allows a curricular design for learning that offers transformative, innovative, and creative solutions in context and that addresses the global challenges in the objectives of sustainable development. The design of the proposed instrument aims to go beyond the characterization of the teaching staff, whose target population will be the institutions of basic and secondary education (later it may be adapted for higher education). The instrument is broken down by subareas within pedagogy, didactics, and ICT, from the reality of the territory and adjusted to the gaps in access to information and socioeconomic limitations of the institutions. It is considered that the contribution of the stakeholders to knowledge is consolidated from a diagnosis, to enhance teaching capacities as crucial in the disruptive process in this new

educational revolution that demands skills and application of knowledge. In this learning and teaching route, training throughout the educational process will allow students to appropriate the necessary tools so that they can use them and with the strength that future applicants to the University have a greater capacity for analysis and problem-solving. problems, this being a challenge for the country's educational model due to the gaps identified in the national context. The instrument is in the validation stage before a pilot in Boyacá at the level of public education as a prelude to the STEAM territory program, with the support of programs from the Faculty of Engineering and Educational Sciences of the UPTC, in the construction of an educational policy for the territory.

***Keywords**: statistical analysis of textual data; correspondence analysis; competence; computational thinking; STEAM*

1. Introducción

Los retos que se enfrentan actualmente a nivel de medio ambiente, impacto socio-económico, y salud, entre otros, son impulsores de desarrollo que, dentro del mundo globalizado, demandan de personas integrales con competencias que se combinan con el conocimiento, habilidades (en particular blandas), actitudes y valores, que habiliten métodos de solución de problemas, pero en especial el aprendizaje para la vida. La innovación y sustentabilidad son elementos que de manera importante deben promoverse en los procesos formativos, pero dependen de las dimensiones del conocimiento y del desarrollo cognitivo (Krathwohl, 2001). El incremento e incorporación progresivo de la tecnología en los ambientes educativos (Carlos, 2021) para el desarrollo de los procesos de enseñanza y aprendizaje ha tenido una variación significativa que ha sido impulsada de manera particular por la pandemia COVID-19. La adopción de los medios de comunicación hizo parte del soporte técnico que habilitó el acceso a las clases síncronas, sin embargo, lo esencial sigue siendo la forma en cómo se abordan los procesos metodológicos (por ejemplo, a través de nuevos modelos pedagógicos como el aprendizaje basado en proyectos (Project Based-learning – PBL), o el aprendizaje basado en problemas, o en basado experiencias, o el currículo integrador, etc., aunque limitados a las condiciones de adaptación, pero en particular por las competencias en cuanto a pedagogía, didáctica y al uso de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC), que tienen los docentes junto con la infraestructura y capacidad de espacios dotados adecuadamente, y el impacto de las competencias y destrezas en la enseñanza. Desde el Centro Europeo para el desarrollo del entrenamiento vocacional (CEDEFOD) se ha identificado ocho competencias clave para la sociedad contemporánea: comunicación efectiva en la lengua nativa; comunicación en una lengua extranjera; competencia en matemáticas, ciencia y tecnología; competencia digital – alfabetización digital; aprender a aprender; relaciones interpersonales, competencias interculturales y sociales, y competencias ciudadanas; emprenderismo; y competencia por la expresión artística e identidad cultural (CEDEFOP, 2011). Sin embargo, se requiere complementar el conocimiento y competencia con unas habilidades fundamentales de lenguaje, alfabetismo, aritmética y cálculo, y efectivo de las herramientas de la tecnología de la información y las comunicaciones, como parte de los requerimientos para garantizar ese aprendizaje para la vida. Además, el pensamiento crítico, la creatividad, proactividad, habilidades para habilitar el entendimiento y la resolución de problemas, la evaluación del riesgo, la toma de decisión y la gestión de emociones y del tiempo, son factores importantes en el logro de esas competencias (Parlamento Europeo,

2006). A través del reporte "*En el Futuro de la Educación y habilidades 2030*" (OECD, 2018), señala un futuro con incertidumbre, para el cuál se requiere estar preparados, en esa dirección, es necesario que las instituciones educativas preparen a los niños para trabajos que aún no se han creado, para operar tecnologías que aún no se han diseñado o inventado, y para resolver problemas que no se han anticipado. Para lograr lo anterior, los estudiantes necesitan desarrollar su curiosidad, imaginación, resiliencia, autorregulación, en ambientes de trabajo colaborativo, respetando y valorando las ideas de los demás, aprendiendo del error y el fracaso, y superando los retos en la adversidad. La motivación debe superar aspectos del consumo individual para trascender a propósitos del bienestar de las familias y comunidades, el territorio y el planeta. Desde esta perspectiva, a Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) lanzó ese proyecto en visión a 2030, que busca respuesta a dos preguntas fundamentales: "*¿Qué conocimiento, habilidades, actitudes y valores necesitarán los estudiantes de hoy para afrontar los retos del mundo*?, y *¿cómo un sistema instruccional desarrolla ese conocimiento, habilidades, actitudes y valores de manera efectiva*?". En ese contexto, se ha desarrollado no solo varias iniciativas diseñando marcos de trabajo desde la identificación de las necesidades de los estudiantes, pero con un enfoque a las competencias y habilidades que requiere el docente (en el caso colombiano, donde participan profesionales de diversas áreas donde posiblemente no se cuenta con la formación en educación, pedagogía, didáctica y uso de TICs), que debe articularse con políticas nacionales desde el Ministerio de Educación Nacional hacia las Secretarías de Educación e instituciones educativas públicas y privadas. En los diferentes planes de Gobierno en Colombia, se ha diagnosticado y adoptado diferentes modelos educativos, por ejemplo, en el Plan Nacional de Desarrollo 2002-2006 "*Hacia un estado comunitario*", se identificó las inequidades del sistema educativo en cuanto al acceso y cobertura, la calidad, etc., con brechas significativas que aún se mantienen según reporte (Bonilla-Mejía, 2018) en 2014, entre lo público y privado, lo rural y lo urbano, y en municipios certificados y no certificados. Posteriormente, en el Plan Nacional de desarrollo 2010-2014 "Prosperidad para todos", se define e implementa programas que incentivan a docentes y directivos docentes, propendiendo por mejorar la cualificación y calidad en la educación, entendiendo que es motivación y pueden generar mayor compromiso en el desempeño de sus actividades, así como en la mejora de los procesos de enseñanza reconociendo las buenas prácticas docentes. Se presenta en (Ministerio de Educación Nacional, 2013) el concepto de competencia como "*desarrollo de las capacidades complejas que permiten a los estudiantes pensar y actuar en diversos ámbitos* […]. *Consiste en la adquisición de conocimiento a través de la acción, resultado de una cultura de base que puede ponerse en práctica y utilizarse para explicar qué es lo que está sucediendo*". De igual forma, en el documento de Estándares Básicos de Competencias, se define a la competencia del "*Saber hacer en situaciones concretas que requieren la aplicación creativa, flexible y responsable de conocimientos, habilidades y actitudes*". Donde, se entiende que la competencia involucra la interacción de disposiciones (valores, actitudes, motivaciones, intereses, rasgos de personalidad, etc.), conocimientos y habilidades, interiorizados en cada persona, que permite afrontar los retos que se presenten en su cotidianeidad. Finalmente, para el contexto colombiano, el Decreto Ley 1278 de 2002, en su artículo 35 define la competencia como "*una característica subyacente en una persona causalmente relacionada con su desempeño y actuación exitosa en un puesto de trabajo*", y señala también que la evaluación de competencias "*debe permitir la valoración de por lo menos los siguientes aspectos: Competencias de logro y acción; competencias de ayuda y servicio; competencias de influencia; competencias de liderazgo y dirección; competencias cognitivas y, competencias de eficacia personal*".

El actual gobierno colombiano, asume la pandemia y con ésta grandes desafíos, de cara a las dificultades por el impacto y recesión económica, la ausencia de alguno de los responsables en el núcleo familiar, el incremento en la inflación, la falta de empleo, etc., promueve a través del Fondo Solidario Educativo (FSE) unos esfuerzos que se traducen en recursos económicos para el apoyo con el pago de la matrícula a estudiantes universitarios de estratos 1, 2 y 3, de las instituciones de educación superior (IES) pública. Estos recursos se han direccionados a la población vulnerable desde una política educativa que se convirtió en la Ley de Gratuidad 2155 de 2021. Sin embargo, se percibe una disminución en la calidad académica, comprometida con los distractores que incorporó el medio de acceso a la información (dispositivos móviles) y a las clases síncronas, pero en especial la ausencia de disciplina en el estudiante y la responsabilidad de un proceso de aprendizaje autónomo. En la visión por complementar la formación docente se ha promovido a través de convocatoria desde el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, junto con el British Council y el Ministerio de Educación Nacional, a inscribirse en cursos de entrenamiento en "*Programación para Niños y Niñas*", que permitirá a docentes de colegios públicos y privados del país de todas las áreas disciplinares que se apropie estrategias como la del "*pensamiento computacional*", aprendiendo programación básica que puede implementarse a través tarjetas como micro:bit. Sin embargo, no se comprende el concepto de pensamiento computacional, dado que no corresponde con el aprendizaje y aplicación de la programación o la informática en la educación. En el sentido estricto, el pensamiento computacional, se define por (Wing, 2006) como: "*… el proceso de pensamiento envuelto en formular un problema y sus soluciones de manera que las soluciones son representadas de una forma en que pueden ser llevadas a un agente de procesamiento de información*". Por su parte, en (Gouws et al., 2013) se involucran conceptos como la descomposición de problemas en subproblemas (divide y vencerás), y la representación de datos y modelos, que en definitiva llevan a que ese proceso se estructure mentalmente en los individuos para *i*) poder formular problemas que puedan implementarse en dispositivos electrónicos de manera que puedan resolverse con simplicidad; *ii*) analizar y organizar datos en forma lógica; *iii*) representar esos datos abstractos en modelos y eventuales simulaciones; *iv*) diseñar e implementar el algoritmo (serie de pasos ordenados y con lógica); *v*) tener la capacidad de identificar, analizar y optimizar el algoritmo para mejorar su desempeño; y *vi*) apropiar, generalizar y extender esa solución a otros problemas similares o de mayor complejidad.

Retornando al concepto de competencia en el contexto internacional, la definición se ha desplazado desde un enfoque estrecho de lo que una persona puede hacer a un enfoque holístico sobre la posesión y el desarrollo de una combinación compleja de conocimiento, habilidades integradas (tanto duras como blandas), actitudes y valores, que le permiten desarrollar sus actividades laborales con eficiencia. La competencia también representa la capacidad individual de interpretar un fenómeno, desarrollar habilidades de pensamiento crítico, capacidades reflectivas y de desarrollo de procesos, resolución de problemas, la toma de decisiones o la realización de una actividad o tarea, y esto corresponde al resultado de la apropiación de conocimiento, habilidades, y aptitudes bajo control emocional del individuo.

Finalmente, y desde el surgimiento y evolución del STEM, acrónimo para Science, Technology, Engineering and Math (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas), se ha complementado a STEAM, donde se incluyen las Artes, como la forma para potenciar la imaginación a través del arte e innovación, y finalmente a STEAM+H, que adiciona, las humanidades (+H) como elemento

que articula los procesos desde el ser para formar ciudadanos empoderados hacia el desarrollo sostenible, que sean capaces de entender los problemas sociales como el cambio climático, la pobreza, y en general los retos mundiales, planteados en los objetivos de desarrollo sostenible. En este contexto, y desde los marcos de trabajo identificados, se comprende la necesidad de diseñar un instrumento de diagnóstico para identificar el estado de competencia de los docentes en cuanto a la pedagogía, la didáctica y el uso de las herramientas de las TIC, como elementos fundamentales en la creación de una política que promueva el pensamiento computacional, articulado con la metodología STEAM+H, y que en la visión de modelo educativo pueda garantizar en la sociedad, egresados de bachillerato con competencias transversales, que puedan iniciar un proceso de formación técnica, tecnológica o profesional que atienda esa expectativa del contexto. El diagnóstico resultado de aplicar el instrumento en estos tres ejes, permitirá entender cómo apropiando estrategias de pensamiento computacional desconectado (Zapata-Ros, 2019) o conectado (Saxena et al., 2020), dependiendo de la realidad de la institución de educación en nuestro país, se podrá articular el talento y capital intelectual en la formación de ciudadanos competentes para la vida. Bajo este panorama, los diseños curriculares de los programas universitarios, podrán ser redireccionados para incorporar esas metodologías donde las estrategias didácticas mejoran la cualificación de los procesos educativos.

2. Marcos de trabajo (Frameworks) para las competencias pedagógicas, didácticas y de las TIC

Ya se ha definido desde diferentes marcos de trabajo algunas competencias fundamentales para la formación docente. En (Lyublinskaya & Kaplon-Schilis, 2022) se presenta un análisis de diferencias en la preparación de los docentes para la integración tecnológica que llevó al desarrollo del marco de trabajo referenciado como conocimiento del contenido pedagógico tecnológico (Technological Pedagogical Content Knowledge - TPACK) (Mishra & Koehler, 2006) que inicialmente tuvo un enfoque orientado a las matemáticas, pero que luego se generalizó y extendió a diferentes asignaturas y contextos. La evolución del marco de trabajo se dio desde el marco de trabajo de conocimiento relacionado a la tecnología en el conocimiento de contenidos pedagógicos (Pedagogical Content Knowledge - PCK); que se subdividió en siete dominios de conocimiento del docente, estos pueden ser consulados en detalle en (Shulman, 1986), pero que en síntesis se apoyan en el conocimiento desde los contenidos, la pedagogía y uso de la tecnología. Desde el perfil docente, se presentan 5 niveles de TPACK, que son *reconocimiento: donde el docente usa tecnología instruccional como motivación, que no altera la forma en que nuevo material se presenta a los estudiantes, o la forma en que los estudiantes aprenden nuevos materiales instruccionales; aceptación: el docente usa la tecnología para desarrollar la asignatura como parte natural de la instrucción directa; adaptación: cuando se adapta la tecnología instruccional a lecciones para mejorar el aprendizaje de los estudiantes y el desarrollo de la asignatura; exploración: si el docente desarrolla tareas basadas en tecnología para que el estudiante utilice la tecnología para construir su propio conocimiento, y avance: cuando el docente desarrolla tareas con tecnología instruccional que se centran en el desarrollo de una comprensión conceptual más profunda de la asignatura, por ejemplo, para representar diferentes relaciones entre ideas, patrones y procedimientos, entre otros*. Para el estudiante también se desarrolla la misma metodología con los diferentes niveles, y se genera

indicadores de desempeño relacionados a los actores (stakeholders), docentes y estudiantes, tanto a nivel de currículo como de estrategias de diseño instruccionales.

En (Tejedor et al., 2019) se presentan las características representativas de cinco estrategias pedagógicas donde se presenta justificación, reto a los estudiantes, la modalidad de estudio, el rol del docente, y los requerimientos en tres fases: preparación, ejecución y evaluación. Las cinco estrategias con metodologías/modelos de aprendizaje como aprendizaje basado en problemas, aprendizaje de servicio, simulación, uso de casos de estudio y aprendizaje orientado al desarrollo de proyectos. De otra parte, para lograr la competencia didáctica digital en (Ramírez-Montoya et al., 2015) se presenta una síntesis de cinco elementos que comprenden: la planeación y el diseño, la enseñanza y el aprendizaje, la comunicación e interacción, la gestión, y el uso de TIC, con cuatro aspectos clave para cada una de las estrategias (la producción de recursos educacionales, la selección de los mismos, su diseminación y la movilización – apropiación de esos recursos). Otro marco de trabajo, es conocido como European Digital Competence Framework for Educators (DigCompEdu) (Cabero-Almenara et al., 2020), que nace de la participación colaborativa de profesionales a través de encuentros, trabajos, y debates con expertos, donde se realiza una revisión bibliográfica y se identifica las fuentes, que luego se sintetizan a través de instrumentos ya existentes a nivel local, regional, nacional, en Europa e internacionalmente. Allí se define las áreas principales y elementos de la competencia digital requerida para los docentes, y se define las áreas de competencia digital como: el compromiso profesional, los recursos digitales, enseñanza y aprendizaje, evaluación, empoderamiento de aprendices, y apoyo para desarrollar la competencia digital de los alumnos. Otro marco de trabajo, presenta también la competencia digital del docente, desde la competencia en el conocimiento de la disciplina y contenidos, y el diseño pedagógico y de aprendizaje. Se presenta en (Falloon, 2020) dos pilares que corresponden a competencias personales-éticas (conciencia, preocupación y acción), y personales-profesionales (operacionales), que integran el uso ubicuo y transformativo de la tecnología en la práctica profesional, o la enseñanza efectiva a través de la tecnología, o la toma de decisiones informadas usando tecnología y seleccionado material apropiado para el uso en la enseñanza.

3. Metodología

Para la construcción del instrumento de diagnóstico de competencias docentes, se partió del análisis textual de la introducción de 29 artículos académicos, relacionados con al menos una de las tres categorías o subáreas previamente identificadas en contexto del pensamiento computacional y STEAM+H: Pedagogía, Didáctica y TIC. A través de ***minería de datos textuales***, que es explicado por (Ramírez-Montoya et al., 2015) como análisis estadístico de textos (EADT), que relaciona el estudio cuantitativo de los textos literarios y la corriente de la estadística moderna llamada análisis de datos. Para ello se analizan *a*) redes de co-ocurrencias, y *b*) análisis de correspondencias: (Galvez, 2018) describe las redes de co-ocurrencias como el estudio de apariciones conjuntas (co-palabras), calculando medidas de similitud y cercanías en un discurso, esto desde un análisis multivariante como el Clustering y el Multidimensional Scaling (MDS); en cuanto al análisis de correspondencias (Lebart, L., Salem, A., 2000), ésta es una técnica de descripción de tablas de contingencia (o tablas cruzadas) y de ciertas tablas binarias (llamadas tablas de '*presencia-ausencia*'). Dicha descripción se hace esencialmente bajo la forma de una representación gráfica de las

asociaciones entre filas y entre columnas (p.p. 75). A partir de los gráficos obtenidos desde el software KH Coder para el análisis de contenido cuantitativo o minería de textos y lingüística computacional, y de la revisión de marcos de trabajo (Frameworks), se generaron las categorías/variables a ser evaluadas en el instrumento propuesto Pedagogía, Didáctica y TIC - Colombia (PDTICo).

4. Análisis de Resultados

En la figura 1, se presenta resultado del análisis de correspondencias de palabras variables, donde se puede identificar la cercanía, relación y frecuencias entre palabras asociadas a una variable (cuadrados rojos), en primera medida se encuentra que los valores de la variable son diferentes, teniendo en cuenta su ubicación en el plano y la distribución de palabras asociadas al discurso que está relacionado con cada una de ellas. Del valor de la variable "Digital", se encuentran palabras asociadas como "digital, school, ITC, area, competence, new, información". En cuanto al valor de la variable "Pedagógica" las palabras asociadas a esta son "PCK, TPACK, content, knowledge, pedagogical,science, pedagogy, technology, study". Finalmente, las palabras asociadas al valor de la variable "Didáctica", se encuentran las palabras "staff, test, didactic, university, grup, participant, activity, task, result, problem, student, strategy". Adicionalemente se encuentran algunas palabras asociadas a dos o más valores de la variable, siendo importantes las palabras "framework, model, teacher, education" relacionadas con los valores de la variable "Digital y Pedagógica"; también las palabras "competency, curriculum, need, education, information" asociadas por su ubicación en el plano a los valores de la variable "Didáctica y Digital".

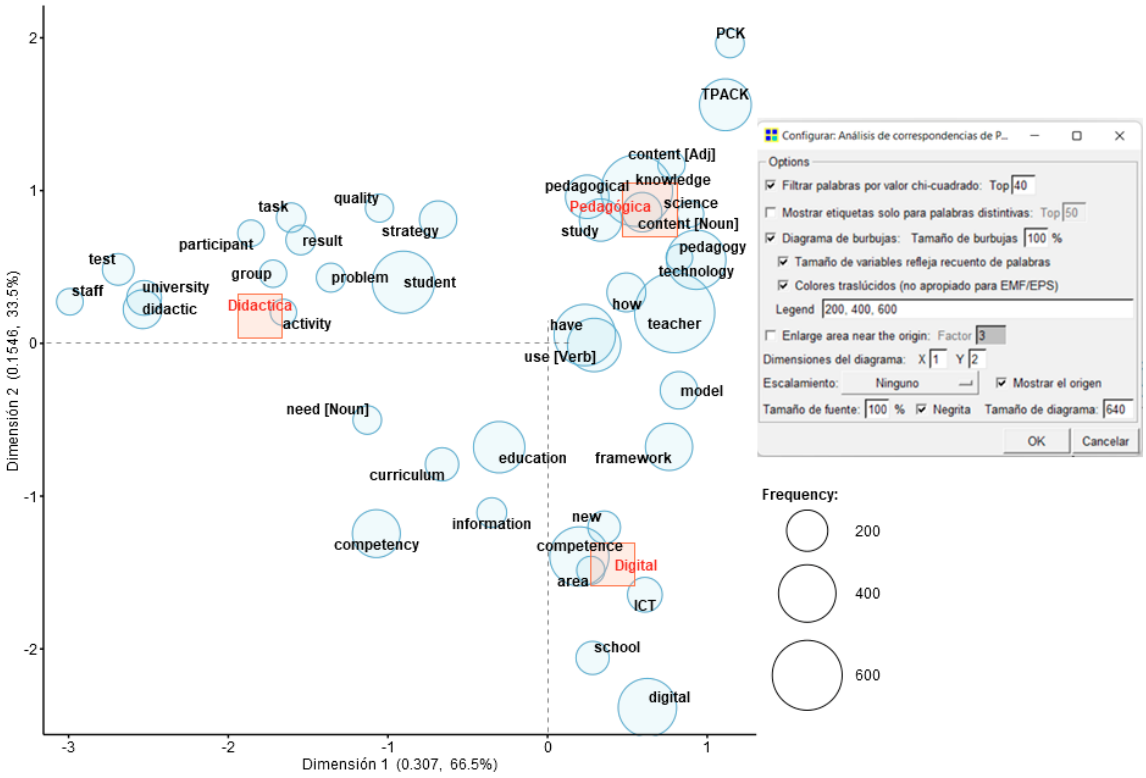


Figura 1. Red de correspondencias múltiples palabras – variable, áreas Pedagógica, Didáctica y Digital (TIC)

Nota: Cuadrados variable evaluada (Pedagógica, Didáctica, Digital); círculos verdes frecuencia de palabras asociadas (200 a 600 repeticiones). Configuración de filtrado de palabras por valor chi-cuadrado Top 40, con frecuencia mínima de 70 palabras.

Como se puede observar, de manera independiente las correspondencias evidencian que, en la competencia digital, las palabras claves que se deben consultar en el instrumento deben ser "competencia y competente", en lo didáctico, el estudiante es quien cobra relevancia, y en la competencia pedagógica, la tecnología, pedagogía, el docente, y el conocimiento se destacan, elementos todos que han sido descritos desde la revisión literaria. De esta forma, el instrumento de diagnóstico de estas competencias debe incorporar elementos que permitan medir los aspectos esenciales identificados anteriormente.

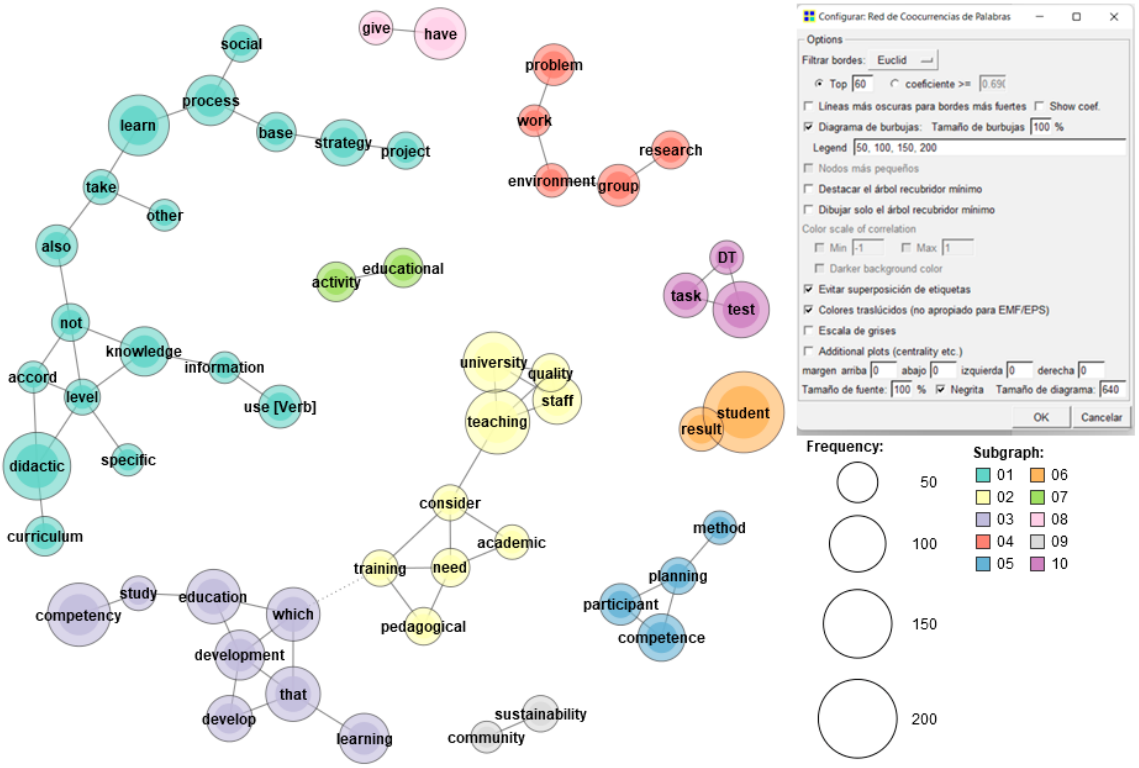


Figura 2. Red de co-ocurrencias palabras – palabras Didáctica

La red de co-ocurrencias, permite identificar frecuencias, relación y cercanía (clústeres) entre palabras asociadas a un corpus textual. Como se muestra en la figura 2, se identifican 10 clústeres, que de acuerdo a su tamaño el clúster 01 (color verde), presenta la idea relacionada con la didáctica y el proceso cognitivo y de aprendizaje articulado con el currículo y el conocimiento; adicionalmente el clúster 03 (color lila), señala la idea que se asocia con el desarrollo de la competencia en el proceso educacional y de aprendizaje; y el cluster 2 (color amarillo), que muestra el impacto de la formación del profesorado y personal de apoyo (staff) en el proceso de enseñanza, y la necesidad del entrenamiento en la pedagogía. En general las palabras más frecuentes e ideas

asociadas a los diferentes clústeres son coherentes con el análisis de marcos de trabajo analizados, permitiendo obtener los elementos claves a ser evaluados a través del instrumento desarrollado.
La red de co-ocurrencias, de la figura 3, se identifican 16 clústeres, que de acuerdo a su tamaño y mayor frecuencias de palabras se encuentran los clústeres 01, 03, 07 y 04, como más relevantes, la información obtenida permite validar nuevamente que la tecnología, el conocimiento, el docente, el proceso de educación, la pedagogía, y el proceso de enseñanza, es congruente con los marcos de trabajo analizados y fundamenta los elementos que se evalúan en esta categoría en el instrumento propuesto. Al identificar al docente de manera significativa, se puede inferir la necesidad de apoyo en procesos que motiven y comprometan la labor que desarrollan a través de estímulos que mejoren su cualificación y resultados de desempeño.

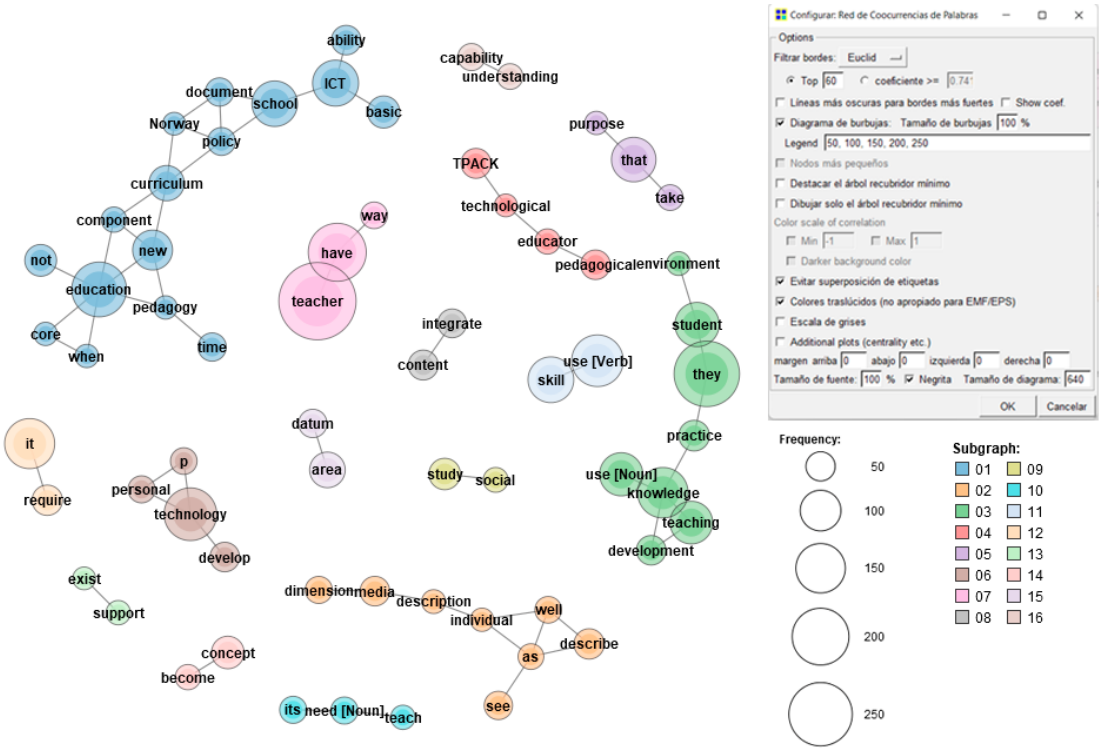


Figura 3. Red de co-ocurrencias palabras – palabras Digital

De otra parte, en la red de co-ocurrencias de la figura 4, se identifican 16 clústeres, que de acuerdo a su tamaño y mayores frecuencias de palabras se encuentran los clústeres 01 y 03, como más relevantes, la información contenida en estos clústeres dan cuenta de que la integración de las competencias pedagógica y de TICs se integran para promover el conocimiento a través del uso de herramientas tecnológicas y ya se identifican marcos de trabajo bien definidos como el TPACK y sus diferentes generalizaciones. La información relacionada en esta red permitió identificar elementos fundamentales a ser evaluados en esta categoría a través del instrumento diseñado.

5. Conclusiones y trabajo futuro

Como primer aspecto, de acuerdo con las redes de co-ocurrencias no se aprecia un traslape o integración significativa entre las tres competencias consideradas; pero si se identifica una articulación entre la competencia pedagógica y de TIC a través de los frameworks PAK y TPACK, que responden al uso de tecnología para el aprendizaje asistido por computadora. Un elemento conceptual importante, es que hay una diferencia entre competencia y habilidad según se explicó en el artículo, esto resaltando que la competencia supera las habilidades tanto duras como blandas para maximizar la potencialidad del individuo.

El enfoque del proceso educativo debe repensarse para aportar desde la fundamentación con el pensamiento computacional, integrado en el currículo con STEAM+H hacia la ingeniería en la construcción de rutas de conocimiento con profesionales de la educación para el diseño curricular que empodere las fortalezas y conocimiento de los docentes para entender, adoptar y aplicar esos nuevos modelos pedagógicos en los nativos digitales de esta nueva generación.

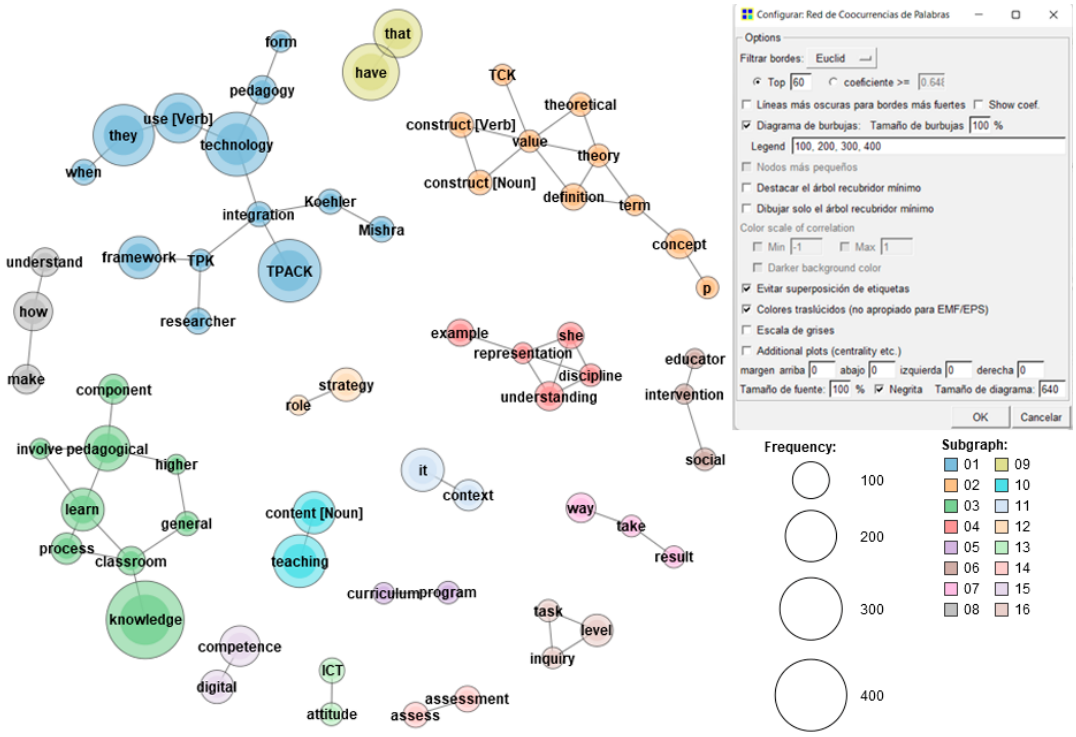


Figura 4. Red de co-ocurrencias palabras – palabras Pedagógica

Respecto al diseño del instrumento, las preguntas se desarrollaron con un enfoque mixto para obtener información de tipo cualitativo y así poder realizar un análisis que permita identificar las necesidades propias asociadas a los diferentes territorios y condiciones de las instituciones educativas, bien sea en entornos rurales y urbanos, instituciones públicas, privadas y municipios certificados y no certificados, donde las brechas pueden ser significativas, pero que permiten aplicar estrategias de enseñanza como por ejemplo pensamiento computacional desconectado, cuando no se tenga acceso a internet y/o herramientas tecnológicas. Como trabajo futuro continúa la

validación del instrumento apoyados en pares expertos en la temática, que desde cada una de las tres competencias identificarán si las preguntas permitirán diagnosticar los elementos relevantes tomados desde los frameworks y que tienen mayor relevancia según el análisis textual de los artículos revisados y procesados analíticamente.

6. Referencias

- Bonilla-Mejía, L. et al. (2018). ¿Quiénes son los docentes en Colombia? Características generales y brechas regionales. *Centro de Estudios Económicos Regionales (CEER) Cartagena - Banco de La República*, *276*.
- Cabero-Almenara, J., Gutiérrez-Castillo, J.-J., Palacios-Rodríguez, A., & Barroso-Osuna, J. (2020). Development of the Teacher Digital Competence Validation of DigCompEdu Check-In Questionnaire in the University Context of Andalusia (Spain). In *Sustainability* (Vol. 12, Issue 15). https://doi.org/10.3390/su12156094
- Carlos, R. C. J. T. T. D. (2021). *Los desafíos de las TIC para el cambio educativo* (F. Santillana (ed.)). https://www.oei.es/uploads/files/microsites/28/140/lastic2.pdf
- CEDEFOP. (2011). *Anual Report 2011*. https://www.cedefop.europa.eu/files/4115_en.pdf
- Europeo, P. (2006). *Key Competences for LifeLong Learning* (p. 104). Comisión Europea. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52018SC0014&from=EN
- Falloon, G. (2020). From digital literacy to digital competence . In *the teacher digital competency (TDC) framework* (Vol. 68, Issue 5, pp. 2449–2472). https://doi.org/10.1007/s11423-020-09767-4
- Galvez, C. (2018). Análisis de co-palabras aplicado a los artículos muy citados en Biblioteconomía y Ciencias de la Información. *Transinformação*, *30*(3), 277–286. https://www.redalyc.org/journal/3843/384357985001/html/#B9
- Gouws, L. A., Bradshaw, K., & Wentworth, P. (2013). Computational Thinking in Educational Activities: An Evaluation of the Educational Game Light-Bot. *Proceedings of the 18th ACM Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education*, 10–15. https://doi.org/10.1145/2462476.2466518
- Krathwohl, L. W. A. and D. R. (2001). *A taxonomy for learning, teaching, and assessing: a revision of Bloom's taxonomy of educational objectives* (Longman). Complete edition. New York : Longman, [2001] ©2001. https://search.library.wisc.edu/catalog/999904711002121
- Lebart, L., Salem, A., & B. M. (2000). *Análisis Estadístico de Textos* (Milenio (ed.)). Milenio.
- Lyublinskaya, I., & Kaplon-Schilis, A. (2022). Analysis of Differences in the Levels of TPACK: Unpacking Performance Indicators in the TPACK Levels Rubric. In *Education Sciences* (Vol. 12, Issue 2). https://doi.org/10.3390/educsci12020079
- Ministerio de Educación. (2013). *Hacia la creación y consolidación de un plan de Incentivos para Docentes y directivos docentes del sector oficial, con miras al mejoramiento de la calidad de la educación en Colombia*. https://www.mineducacion.gov.co/1759/articles-345822_ANEXO_301.pdf
- Mishra, P., & Koehler, M. (2006). Technological Pedagogical Content Knowledge: A Framework for Teacher Knowledge. *Teachers College REcord*, *108*, 1017–1054. https://doi.org/10.1111/j.1467-9620.2006.00684.x
- OECD. (2018). *The Future of Education and Skills - Education 2030*. 23. https://www.oecd.org/education/2030/E2030 Position Paper (05.04.2018).pdf
- Ramírez-Montoya, M.-S., Hernández-Carranza, E.-E., & Romero-Corella, S.-I. (2015). Evaluation of Digital Didactic Skills in Massive Open Online Courses: a Contribution to the Latin American Movement. *Comunicar*, *22*, 81–90. https://doi.org/10.3916/C44-2015-09

- Saxena, A., Lo, C. K., Hew, K. F., & Wong, G. K. W. (2020). Designing Unplugged and Plugged Activities to Cultivate Computational Thinking: An Exploratory Study in Early Childhood Education. *The Asia-Pacific Education Researcher*, *29*(1), *55–66*. https://doi.org/10.1007/s40299-019-00478-w
- Shulman, L. S. (1986). Those Who Understand: Knowledge Growth in Teaching. *Educational Researcher*, *15*(2), 4–14. https://doi.org/10.3102/0013189X015002004
- Tejedor, G., Segalàs, J., Barrón, Á., Fernández-Morilla, M., Fuertes, M. T., Ruiz-Morales, J., Gutiérrez, I., García-González, E., Aramburuzabala, P., & Hernández, À. (2019). Didactic Strategies to Promote Competencies in Sustainability. In *Sustainability* (Vol. 11, Issue 7). https://doi.org/10.3390/su11072086
- Wing, J. M. (2006). Computational Thinking. *Commun. ACM*, *49*(3), 33–35. https://doi.org/10.1145/1118178.1118215
- Zapata-Ros, M. (2019). *Pensamiento computacional desconectado. Computational thinking unplugged*. https://doi.org/10.13140/RG.2.2.12945.48481

Sobre los Autores

- **Nancy Carolina Roa Martín**, Psicóloga Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Especialista y Magíster en Psicología del Consumidor Fundación Universitaria Konrad Lorentz, Investigador Grupo de Investigación Gintel desde la analítica de datos y procesado cualitativo de información – nancy.roa@uptc.edu.co
- **René Giovanni González Caballero**, Ingeniero Electrónico Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Magíster en Ciencias de la Información y las Comunicaciones de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Candidato a Doctor en Ciencias Educación de la UMECIT. rene.gonzalez@uptc.edu.co
- **Eduardo Avendaño Fernández**, Ingeniero Electrónico Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Especialista en Gerencia de Proyectos, Magíster en Teleinformática de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Doctor en Ingeniería Electrónica, Vicerrector Administrativo y Financiero UPTC. eduardo.avendano@uptc.edu.co

Los puntos de vista expresados en este artículo no reflejan necesariamente la opinión de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería.

Copyright © 2022 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI)