

PANORAMA

PANORAMA
ISSN: 1909-7433
ISSN: 2145-308X
ednorman@poligran.edu.co
Politécnico Grancolombiano
Colombia

COMPETENCIAS TRANSVERSALES EN INGENIERÍAS: UNA APROXIMACIÓN DESDE LOS PRINCIPIOS DE GAMIFICACIÓN

Torres-Barreto, Martha Liliana; Álvarez-Melgarejo, Mileidy; Plata-Gómez, Karen Rocío
COMPETENCIAS TRANSVERSALES EN INGENIERÍAS: UNA APROXIMACIÓN DESDE LOS PRINCIPIOS DE GAMIFICACIÓN

PANORAMA, vol. 15, núm. 28, 2021

Politécnico Grancolombiano, Colombia

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=343965146006>

DOI: <https://doi.org/10.15765/pnrm.v15i28.1820>
Institución Universitaria Politécnico Grancolombiano
Institución Universitaria Politécnico Grancolombiano



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional.


Artículos de investigación científica y tecnológica


COMPETENCIAS TRANSVERSALES EN INGENIERÍAS: UNA APROXIMACIÓN DESDE LOS PRINCIPIOS DE GAMIFICACIÓN

TRANSVERSAL COMPETENCES IN ENGINEERING:
AN APPROACH FROM THE PRINCIPLES OF
GAMIFICATION

COMPETÊNCIAS TRANSVERSAIS EM ENGENHARIA:
UMA ABORDAGEM A PARTIR DOS PRINCÍPIOS DE
GAMIFICAÇÃO

Martha Liliana Torres-Barreto mltorres@uis.edu.co
Universidad Industrial de Santander, Colombia

 <https://orcid.org/http://orcid.org/0000-0002-6409-5593>
Mileidy Álvarez-Melgarejo mileidyvalvarez@hotmail.es
Universidad Industrial de Santander, Colombia

 <https://orcid.org/0000-0003-1752-8023>

Karen Rocío Plata-Gómez karen.plata@correo.uis.edu.co
Universidad Industrial de Santander, Colombia

 <https://orcid.org/0000-0001-8871-6377>

PANORAMA, vol. 15, núm. 28, 2021

Politécnico Grancolombiano, Colombia

Recepción: 09 Agosto 2020
Aprobación: 21 Octubre 2020

DOI: [https://doi.org/10.15765/
pnrm.v15i28.1820](https://doi.org/10.15765/pnrm.v15i28.1820)

Redalyc: [https://www.redalyc.org/
articulo.oa?id=343965146006](https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=343965146006)

Resumen: La investigación sobre gamificación reviste una tendencia creciente en la última década, con aplicaciones de principios y elementos propios del juego en ambientes no lúdicos para motivar el aprendizaje a diferentes niveles educativos, desde básica primaria, hasta entornos empresariales. Dado el potencial de estas estrategias para realizar cambios estructurales dentro y fuera del aula, esta investigación aplica los principios de gamificación propuestos por Noran (2016), para el diseño y prototipado de una herramienta gamificada, que apoye transversalmente los procesos de enseñanza y aprendizaje en una facultad de ingeniería. Para ello se trabajó con 121 estudiantes y 166 egresados que participaron en la priorización de competencias relevantes para ingenieros. Los resultados señalan tres capacidades prioritarias para este ejercicio: 1) adquirir nuevo conocimiento y usarlo eficazmente, 2) identificar y resolver problemas de ingeniería, y 3) trabajar en equipo. Además, se diseñó la herramienta con tres lúdicas gamificadas que buscan reforzar las competencias transversales priorizadas.

Palabras clave: Enseñanza, aprendizaje, gamificación, competencias, motivación.

Abstract: Research on gamification has seen a growing trend in the last decade, with applications of principles and elements of the game in non-recreational environments to motivate learning at different educational levels, from elementary school to business environments. Given the potential of these strategies to make structural changes inside and outside the classroom, this research applies the gamification principles proposed by Noran (2016), for the design and prototyping of a gamified tool, which transversally supports the teaching and learning processes in an engineering college. For this, this was done with 121 students and 166 graduates who participated in prioritizing relevant skills for engineers. The results indicate three priority skills for this exercise: 1) acquire new knowledge and use it effectively, 2) identify and solve engineering problems, and 3)

work as a team. In addition, the tool was designed with three gamified games that seek to reinforce prioritized transversal skills.

Keywords: Teaching, learning, gamification, competencies, motivation.

Resumo: A pesquisa sobre gamificação tem visto uma tendência crescente na última década, com aplicações de princípios e elementos do jogo em ambientes não recreativos para motivar a aprendizagem em diferentes níveis educacionais, desde o ensino fundamental até ambientes empresariais. Tendo em vista o potencial dessas estratégias para realizar mudanças estruturais dentro e fora da sala de aula, esta pesquisa aplica os princípios de gamificação propostos por Noran (2016), para o design e prototipagem de uma ferramenta gamificada, que suporte transversalmente os processos de ensino e aprendizagem em uma faculdade de engenharia. Para isso, isso foi feito com 121 alunos e 166 concluintes que participaram da priorização de competências relevantes para engenheiros. Os resultados indicam três habilidades prioritárias para este exercício: 1) adquirir novos conhecimentos e usá-los com eficácia, 2) identificar e resolver problemas de engenharia e 3) trabalhar em equipe. Além disso, a ferramenta foi desenhada com três jogos gamificados que buscam reforçar as habilidades transversais priorizadas.

Palavras-chave: Ensino, Aprendendo, gamificação, competências, motivação.

INTRODUCCIÓN

Los juegos han existido desde la antigüedad, están asociados al desarrollo del ser humano y sirven como herramientas de entretenimiento y el medio para construir relaciones, para entrenar a otros individuos e incluso, como medio de supervivencia (McGonigal, 2011). No obstante, el modo de jugar ha cambiado radicalmente con la aparición y consolidación de los videojuegos, que se han asentado como una de las modalidades de ocio preferidas por ciudadanos de todas las edades. De hecho, el terreno que han ganado los juegos basados en computadores ha motivado la adopción de estos para otros propósitos, como el educativo. Este aspecto aceleró la investigación académica sobre los juegos como estrategia para moldear la conducta de las personas en ambientes formales, como la industria y la educación, lo que a su vez motivó la aparición de una tendencia conocida como gamificación (Acosta-Medina et al., 2020; Observatorio de Innovación Educativa, 2016; Sailer et al., 2017).

La gamificación en su sentido más estricto se define como una herramienta tecnológica que utiliza la mecánica basada en juegos, estética y elementos del juego para involucrar a las personas, motivar la acción, resolver problemas y promover el aprendizaje (Bahji et al., 2013; Cózar & Sáez, 2016; Sanmugam et al., 2015). Su objetivo es aumentar el compromiso, motivando a los usuarios mediante el uso de técnicas similares a las utilizadas en los juegos, como marcadores, recompensas y retroalimentación rápida y personalizada (Callaghan, 2016). Durante la última década ha aumentado significativamente la producción de literatura sobre gamificación, a tal punto que a día de hoy existe una respuesta polarizada frente a su uso y beneficios, con académicos que la rechazan como mecanismo de apoyo a procesos de enseñanza y aprendizaje, pasando quienes la exploran con curiosidad, y otras que la integran en sus clases argumentando su eficacia (Callaghan, 2016; Pedroza et al., 2017; Soboleva et al., 2018). De cualquier forma, la popularidad de la gamificación en la enseñanza se basa en su potencial para

involucrar y motivar a los estudiantes a participar en los cursos (Legaki & Assimakopoulos, 2018; Lobo-Rueda et al., 2020).

La educación superior no ha sido ajena al contexto de la gamificación, y se ha ido adaptando a la realidad tecnológico-social en la que viven sus protagonistas, integrando las Tecnologías de Información y Comunicaciones (TIC) en el aula, las cuales se han convertido en un detonante clave para la motivación, la participación y la creación de conocimiento compartido (Piñeiro-Otero & Costa-Sánchez, 2015), con estrategias como la gamificación. A este escenario se suma la necesaria presencia de docentes con experiencia pedagógica y a su vez capacitados en el uso de TIC, capaces de garantizar una retroalimentación completa y de calidad en el proceso de gamificación (Becerra et al., 2017).

De esta forma, las estrategias de gamificación tienen un potencial para ser empleadas en diversas áreas de conocimiento. Este artículo explora las concernientes a competencias transversales en ingeniería, tales como el trabajo en equipo, la solución de problemas complejos de ingeniería, o el uso de nuevo conocimiento en la solución de situaciones reales a las que se enfrentan los ingenieros; estas competencias están formuladas bajo un modelo de competencias internacionalmente reconocido en el entorno de la educación superior.

FUNDAMENTO TEÓRICO

El juego y el ser humano

Los juegos, los desafíos y las competiciones son parte del carácter humano y, por tanto, constituyen un aspecto significativo en el desarrollo de la sociedad. Históricamente se ha hecho uso de las lúdicas y del juego para mejorar la condición humana (McGonigal, 2011; Nacke & Deterding, 2017). Los conceptos y la mecánica del juego se han utilizado en diversas áreas que incluyen el trabajo (Fernandes et al., 2012), la educación (Landers, 2014), el crowdsourcing (Mekler et al., 2017), la recolección de datos (Guin et al., 2012), la salud (Jones et al., 2014), el *marketing* (Hamari, 2013, 2015), las redes sociales (Farzan & Brusilovsky, 2011), y la protección del medioambiente (Gustafsson et al., 2009). En todos estos contextos se espera que la gamificación pueda promover un comportamiento determinado, como la motivación del grupo de individuos participantes (Schunk & Mullen, 2012).

Los juegos han tomado diferentes formas según el área de aplicación. Por ejemplo, en áreas comerciales o militares existen los llamados “juegos serios” (Jeana et al., 2018), entendidos como una herramienta de formación que se basa en dispositivos informáticos. En *marketing*, los conceptos de juego pueden tomar la forma de recompensas, puntos de fidelidad y moneda virtual que se pueden utilizar para futuras compras, lo que refuerza el comportamiento del juego. En educación, existen dos formas de aplicación de juegos; la primera, conocida como “aprendizaje basado en juegos”, que utiliza el juego o los videojuegos como mecanismos de aprendizaje, y no requieren específicamente ser digitales; y la segunda,

los "cursos gamificados", que intentan involucrar a los estudiantes mediante la utilización de principios y elementos propios de los juegos con el fin de generar motivación en el proceso de aprendizaje (Hsua et al., 2018; Observatorio de Innovación Educativa, 2016; Sanmugam et al., 2015; Sousa & Rocha, 2019). De hecho, durante décadas, los docentes han utilizado en el aula de clase mecánicas de los juegos con el fin de motivar a los estudiantes e incrementar el interés y el rendimiento de estos. Ejemplo de esto es el reconocimiento público de los estudiantes, exhibiendo un cuadro de honor por cada clase; otro es generar espacios de competencia entre los estudiantes, retando al desarrollo de una actividad en un tiempo determinado.

Hoy en día, con el éxito de los juegos digitales como parte de la industria del entretenimiento, la gamificación aplicada en diferentes contextos ha visto aumentada la posibilidad de incorporación de elementos de juego en situaciones de aprendizaje. Además, los avances en las tecnologías de la información y la comunicación han proporcionado una plataforma sólida para el desarrollo de una industria de juegos en evolución y para fomentar la investigación de estos, sus efectos y relevancia en el marco de la actual era digital (Noran, 2016; Seaborn & Fels, 2015; Stott & Neustaedter, 2013).

Modelos basados en competencias y su rol en el mercado laboral

En el ámbito de la educación superior en todo el mundo, el salto que se ha producido desde el enfoque exclusivo basado en "la enseñanza", a un enfoque basado en el concepto conjunto de "enseñanza-aprendizaje" ha influenciado un gran porcentaje de programas durante las últimas décadas (European Association for Quality Assurance in Higher Education -ENQA-, 2015), y en este sentido, las instituciones de educación superior han ido modificando sus currículos con la implementación de modelos basados en competencias, otorgando más prioridad al nivel de empleabilidad de sus futuros egresados y cambiando de un enfoque centrado en el docente, a uno centrado en el estudiante y en las competencias deseables en el ejercicio de su futura profesión (Barr & Tagg, 1995; IQM-HE, 2016).

Este enfoque por competencias se deriva de cambios sociales fundamentales que están sucediendo y que comprenden desde la forma de vivir hasta la forma en la que se transmite la información y se relacionan los individuos. A día de hoy existen numerosas aproximaciones al concepto de competencia, tanto a nivel de operacionalización como de medición de las mismas (Blömeke et al., 2015). En esta investigación, el término competencia se refiere a una perspectiva que integra aspectos cognitivos y prácticos al mismo tiempo (IQM-HE., 2016; Weinert, 2001), y que están formuladas dependiendo del contexto, empleando un nivel medio de abstracción. Así, las competencias de los ciudadanos, y de forma concreta de profesionales universitarios, deben estar relacionadas con las destrezas comunicativas (Shamshina, 2014), e incluir competencias en matemáticas, cultura científica y tecnológica (Zhurakovsky, 1997), tratamiento de la información y digitales (Alam et

al., 2018), competencias para aprender a aprender, competencias sociales y ciudadanas, autonomía e iniciativa personal y competencia en cultura humanística y artística.

Aunque existen numerosas clasificaciones, en el ámbito académico es posible distinguir dos tipos de competencias: unas específicas y otras de tipo transversal (ver Tabla 1). “Las específicas son aquellas competencias asociadas a áreas de conocimiento concretas que requieren de una formación continua en diferentes niveles de intensidad” (de Miguel, 2005, p.26). “Las transversales son las habilidades que pueden ser utilizadas en diversas situaciones en el ámbito profesional. Han sido asociadas con el desarrollo de ciertas habilidades genéricas puestas en práctica y su reutilización en otras situaciones” (Safta, 2015. p.349).

N°	Competencias básicas
1	Competencias de lecto-escritura.
2	Competencias en nociones matemáticas y en dominio de conceptos básicos de ciencia y tecnología.
3	Competencia en lenguas extranjeras.
Competencias transversales	
4	Capacidad general del individuo para adaptarse a una situación dada, para imprimirle un propósito siendo sensible al contexto en el que se encuentra.
5	Habilidad de cada individuo para ejecutar la tarea, el método que emplea y el proceso intelectual que le permite integrar su conocimiento y habilidades para completarla.
6	Habilidades y conocimientos puestos en práctica conjuntamente, en el mismo escenario, haciendo uso de su capacidad para gestionar el fuerte vínculo que existe entre el deseo de resolver el problema, su naturaleza técnica y las habilidades previas que ha acumulado.

Tabla 1.

Competencias básicas y transversales.

Fuente: tomado de: de Miguel (2005) y Safta (2015).

Las competencias transversales se consideran fundamentales para la incorporación de los individuos al mercado laboral, juegan un papel esencial en la función de cohesión social y son cruciales en el ejercicio activo de la ciudadanía (Afriat et al., 2006), a tal punto que, en la Unión Europea, por ejemplo, se ha recomendado a los Estados Miembros incluir la promoción y desarrollo de tales competencias en sus políticas de educación nacional. En otros países de Latinoamérica, como Colombia, Brasil, Argentina, entre otros, también se impulsa el modelo basado en competencias desde los entes gubernamentales y en Estados Unidos incluso se han gestado modelos de acreditación internacional basados en competencias, en los que las competencias transversales tienen un papel trascendental (ABET, 2016; Koehn & Parthasarathy, 2005). Esta relevancia cobra sentido si se piensa que, en un mercado de trabajo maduro y bien desarrollado, con condiciones de movilidad geográfica, las competencias transversales que un individuo adquiera pueden ser utilizadas por él, independientemente de su cargo o funciones en un momento determinado del tiempo y pueden portarse incluso de un trabajo a otro si fuera el caso, haciendo innegable el impacto de tales competencias en el índice de empleabilidad.

Competencias ABET

ABET (Accreditation Board of Engineering and Technology) es una organización internacional que acredita programas universitarios en

ciencias aplicadas y naturales, computación, ingeniería y tecnología de ingeniería (ABET, 2016; Koehn & Parthasarathy, 2005). El modelo ABET “comprende el desarrollo de destrezas, habilidades, comportamientos y conocimientos que los estudiantes van adquiriendo a medida que avanzan en su programa y que se espera estén en capacidad de ponerlas en práctica al graduarse” (Morales, 2018, p.28). Las competencias del modelo ABET se resumen en la Tabla 2.

Competencias	
A	Capacidad de identificar, formular y resolver problemas de ingeniería utilizando principios de ingeniería, ciencia y matemática.
B	Habilidad para generar soluciones que satisfagan necesidades específicas, considerando la salud pública, seguridad, bienestar, factores globales, culturales, sociales, ambientales y económicos.
C	Capacidad para comunicarse de manera eficaz.
D	Capacidad de reconocer responsabilidades éticas y profesionales y emitir juicios informados, considerando el impacto de las soluciones de ingeniería.
E	Trabajar eficazmente en equipo, creando un entorno colaborativo e inclusivo, en el que se establezcan objetivos, planifiquen tareas y se cumplan objetivos.
F	Capacidad para analizar e interpretar datos y usar el juicio de ingeniería para sacar conclusiones.
G	Habilidad de adquirir y aplicar nuevos conocimientos, utilizando estrategias de aprendizaje apropiadas.

Tabla 2.

Competencias del modelo ABET.

Fuente: tomado de ABET (2017, p. 4-5).

METODOLOGÍA

El desarrollo de la herramienta se divide en 4 etapas (ver Figura 1). Se inicia con la construcción de un equipo interdisciplinario de acuerdo con principios de planeación de proyectos para equipos de alto nivel (Gilchrist et al., 2018). Se trabajó con el Laboratorio de Innovación Educativa, GALEA (Torres-Barreto et al., 2018), perteneciente a una universidad colombiana que se encuentra en proceso de acreditación internacional ABET. En la segunda etapa, el equipo diseñó una ecuación de búsqueda que permitió identificar herramientas de didáctica motivacional basadas en gamificación y los elementos de gamificación usados por otros investigadores en el área. En la tercera etapa se realizó un proceso de priorización de competencias transversales del modelo ABET y, finalmente, en la cuarta etapa se realizó el diseño de la interfaz de usuario de la herramienta gamificada, de acuerdo con principios formalmente establecidos para la gamificación.

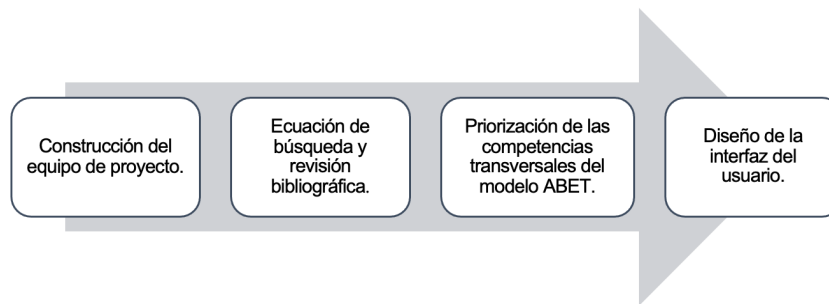


Figura 1 .
Etapas de la metodología utilizada.

Fuente: elaboración propia.

RESULTADOS

Construcción del equipo de trabajo

Los integrantes de equipos de trabajo altamente productivos se caracterizan por ser conjuntamente responsables de los resultados a alcanzar, en lugar de hacerse responsables exclusivamente por paquetes de trabajo individuales (Aven, 2012; Katzenbach & Smith, 1993). Esta corresponsabilidad implica que los integrantes del equipo deben discutir los aspectos inherentes al proyecto de manera conjunta, proveer los insumos para los procesos y apoyar a cada uno de los demás integrantes como parte de su rutina de trabajo. Así se construyó un equipo interdisciplinario con las características antes mencionadas, conformado por una diseñadora industrial con amplia experiencia en el desarrollo de interfaz hombre-máquina, que se encargaría de transformar las necesidades del usuario en requerimientos de diseño, y generar el diseño de una interfaz para el estudiante y otra para el docente. Un ingeniero de sistemas con experiencia concreta en desarrollo de videojuegos, y encargado del diseño de la arquitectura y el desarrollo de la herramienta basado en el diseño validado previamente. Una ingeniera de sistemas y una ingeniera industrial se unieron para apoyar con su experiencia en el modelo de ABET, el proceso de selección de competencias a priorizar con este ejercicio gamificado. Una administradora de empresas perteneciente al Laboratorio GALEA y con conocimiento en metodologías para desarrollo de lúdicas se integró al proyecto para apoyar el diseño de las lúdicas que se incluirían en la herramienta gamificada. Finalmente, dos estudiantes de ingeniería industrial apoyaron el desarrollo operativo del proyecto, así como el registro de resultados y la documentación de este. Todo el equipo contó con una coordinación centrada en la directora de GALEA. El equipo constituido de esta manera presentaba un potencial para que, durante el proyecto, resultaran diferentes ideas y perspectivas de los problemas a tratar, así como de sus posibles soluciones desde la variedad de las disciplinas de conocimiento integradas en el equipo, y

contar así con una infraestructura que diera soporte a las operaciones confiables dentro del marco del proyecto.

Ecuación de búsqueda y principales resultados.

Con el ánimo de identificar herramientas de didáctica motivacional basadas en gamificación que apoyen los procesos de enseñanza-aprendizaje en la educación superior, se construyó la ecuación de búsqueda que se muestra en la Figura 2; a partir de esta se consultó en las bases de datos de ISI Web of Science (WoS), y Scopus, con una ventana de tiempo de 2001-2018 para Web of Science y 1976-2018 para Scopus. No se tuvieron en cuenta restricciones o filtros de idioma, tipos de documentos o áreas de interés.

Web of Science: TS= ((learn* AND teach*) AND (gamification OR "IT") AND (base* OR appl*) AND ("motivation feeling" OR "motivational teaching" OR "teaching tools" OR tool*) AND ("higher education" OR "university students" OR student*))

Scopus: TITLE-ABS-KEY ((learn* AND teach*) AND (gamification OR "IT") AND (base* OR appl*) AND ("motivation feeling" OR "motivational teaching" OR "teaching tools" OR tool*) AND ("higher education" OR "university students" OR student*))

Figura 2.
Ecuación de búsqueda.
Fuente: elaboración propia.

La ecuación incluye palabras clave que representan los aspectos de mayor interés que se pretenden abarcar en esta investigación. Por esto la presencia de los términos *learn** y *teach**. En este caso se utiliza la función asterisco (*) con el objetivo de incluir diferentes variaciones de estos términos en la búsqueda (como, "*learn*" o "*learning*" y "*teach*" o "*teaching*"). En la estructura de la ecuación se agregan las siguientes palabras: *gamification*, o IT, que hacen referencia a la gamificación/ludificación o al uso de las TIC. También, se emplean los términos: *base** y *appl** (*based* o *applied*, *applying*), que se refieren a la forma en que se relacionan las temáticas en la búsqueda; y se incluye los términos: "*motivation feeling*", "*motivational teaching*", "*teaching tools*" y *tool**, relacionados con las herramientas de didáctica motivacional. Por último, se agregaron las palabras: "*higher education*", "*university students*" y "*student**".

La búsqueda arrojó un total de 201 documentos (artículos, revisiones y *proceedings*), de los cuales 34 artículos se consideraron importantes para esta investigación, ya que enfatizan en que la gamificación tiene como objetivo incentivar la motivación de los estudiantes, y está relacionada con la generación de un impacto positivo en el aprendizaje. Además, promueve en el aula un ambiente más dinámico, innovador y lúdico, y se presenta como una herramienta efectiva que ayuda a los profesores y estudiantes a aprender de forma cooperativa e innovadora. Los resultados también indican que la gamificación en la educación superior es útil para la difusión de contenidos académicos, incluso de ciencias básicas (Legaki & Assimakopoulos, 2018); además, mejora el proceso educativo

y el rendimiento de los estudiantes mediante el aumento de participación de los mismos en el proceso educativo (Li, Rothrock, & Pang, 2017).

Algunas investigaciones usan herramientas como la realidad virtual, junto con la gamificación, para la enseñanza de conceptos de ciencias básicas (Becerra et al., 2017). Villagrasa et al., (2014) propusieron un ejercicio de enseñanza de las artes en 3D, utilizando técnicas de gamificación en un entorno de educación superior. De esta forma, un aula gamificada se presenta como un ejercicio dedicado, ya que requiere investigación, interpretación, personalización y el uso de principios de gamificación relevantes en el aprendizaje y la práctica docente. Con la gamificación, la calidad de la enseñanza se puede mejorar al alinear los objetivos, los estilos de enseñanza y los logros del juego con los planteados en el aula (Noran, 2016).

Priorización de competencias ABET

Para la selección de competencias a ser tratadas en esta investigación, se elige la técnica de la matriz de priorización, que “son herramientas para priorizar actividades, temas, características, productos, servicios, entre otros, a partir de criterios ponderados conocidos. Se utilizan para la toma de decisiones y tienen su fundamento en la gestión total de calidad” (Camisón et al., 2006, p.1270). En la matriz de priorización empleada para esta investigación, el equipo de proyecto identificó seis variables de priorización por medio de un grupo focal.

Las primeras cuatro variables se alimentaron a partir de una encuesta diseñada por el Laboratorio GALEA, y enviada electrónicamente a 500 estudiantes de ingenierías de la universidad en la cual se llevó a cabo el estudio, y a 500 ingenieros egresados, en una ventana de 16 años (de acuerdo con los datos disponibles). A estos participantes se les pidió que calificaran en una escala de 1 a 5 tanto la importancia de las 7 competencias del modelo de acreditación ABET (variables 1 y 3), como las falencias entorno a estas (variables 2 y 4), y que escribieran sus valores, para luego someterlos a ponderación de acuerdo con los pesos otorgados por el equipo del proyecto expuestos en la Tabla 3.

De la encuesta se tuvo una tasa de respuesta de 24,2% (estudiantes), y de 33,2% (egresados). En esta se encontró que, para los estudiantes, la capacidad para identificar, formular y resolver problemas de ingeniería (A), y la habilidad de adquirir y aplicar nuevos conocimientos (G), son muy relevantes. En tanto, la capacidad para comunicarse de manera eficaz (C), junto con la capacidad de analizar e interpretar datos, y usar el juicio de ingeniería para sacar conclusiones (F) son las que más falencias presentan. Además, a pesar de que las competencias A y B son las más importantes, no están lo suficientemente desarrolladas en los estudiantes, según indican los resultados.

Por su parte, en cuanto a la encuesta aplicada a egresados, se encuentra que la capacidad para identificar, formular y resolver problemas de ingeniería (A), la habilidad para comunicarse efectivamente con una variedad de audiencias (B), y la habilidad de adquirir y aplicar nuevos

conocimientos (G) son las competencias percibidas como de mayor relevancia. Además, se observa que las capacidades más importantes para los egresados (A y B) no son las de mayor destreza, esto indica falencia en su desarrollo, lo que necesitaría un trabajo adicional para fortalecerlas.

Para la variable 5, relacionada con los precedentes de gamificación, se utilizó como principal insumo la revisión de literatura realizada en una etapa anterior, en la que se identificaron 34 que tenían su foco en el estudio de una competencia ABET en particular, y se determinó la cantidad de artículos que se relacionaba con cada competencia; este resultado se ponderó por parte del equipo de proyecto en una escala de 1 a 7, donde 1 se asignó a aquellas competencias con cero artículos y 7 a las competencias con 15 artículos. Los resultados obtenidos indican que las competencias que más se han estudiado en la literatura son la capacidad para identificar, formular y resolver problemas complejos de ingeniería, y la habilidad de adquirir y aplicar nuevos conocimientos.

Finalmente, la variable 6 se calificó mediante un concepto técnico emitido por el ingeniero de sistemas y la diseñadora industrial participantes en el proyecto, quienes otorgaron un puntaje entre 1 y 7, el cual representa la factibilidad técnica de desarrollo de la herramienta gamificada de cada una de las siete competencias ABET. Obteniendo a la habilidad de adquirir y aplicar nuevos conocimientos, capacidad de aplicar el diseño de ingeniería para producir soluciones que satisfagan necesidades específicas y capacidad para analizar e interpretar datos, como las de mayor factibilidad técnica de desarrollo en la herramienta gamificada.

Para este ejercicio, el grupo le asignó un peso a cada variable, que representa su relevancia relacionada con el objeto de estudio del proyecto. A las cuatro primeras variables se les asignó un peso de 7,5% y a las dos últimas variables, un 35%, como se observa en la columna “porcentaje” de la Tabla 3.

No.	Variable	Porcentaje
1	Importancia para los estudiantes	7,5%
2	Falencias para los estudiantes	7,5%
3	Importancia para los egresados	7,5%
4	Falencia para los egresados	7,5%
5	Precedentes en gamificación	35%
6	Posibilidad en el desarrollo y creatividad	35%

Tabla 3.

Variables para priorizar las competencias y porcentaje de relevancia

Fuente: elaboración propia.

Por otra parte, en la Tabla 4 se presenta la matriz de priorización, allí se muestra el resultado y la ponderación correspondiente para cada una de las variables. De su análisis se selecciona las capacidades con mayor puntaje, adicionalmente el equipo del proyecto decidió incluir una tercera competencia, dada su relevancia de desarrollar y fortalecer en el entorno

educativo, y su carácter indispensable para el buen funcionamiento de las industrias.

Las tres competencias seleccionadas son las que se operará en el ejercicio gamificado de este proyecto, las cuales se presentan en la Figura 3 junto con los puntajes obtenidos.

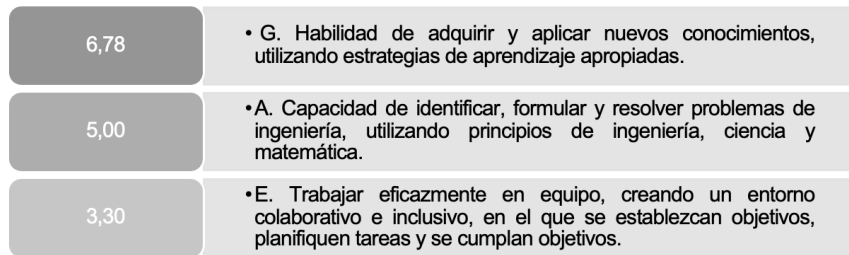


Figura 3.
Competencias seleccionadas a partir de la matriz de priorización.
Fuente: elaboración propia.

COMPETENCIAS	VARIABLES																		TOTAL
	IMPORTANCIA ESTUDIANTES			FALENCIAS ESTUDIANTES			IMPORTANCIA EGRESADOS			FALENCIA EGRESADOS			PRECEDENTES EN GAMIFICACIÓN			POSIBILIDAD DE DESARROLLO Y CREATIVIDAD			
	Puntaje	%	Pond	Puntaje	%	Pond	Puntaje	%	Pond	Puntaje	%	Pond	Puntaje	%	Pond	Puntaje	%	Pond	
RESOLUCIÓN PROBLEMAS INGENIERÍA	6	7,5%	0,45	3	7,5%	0,23	7	7,5%	0,53	4	7,5%	0,30	6	35%	2,10	4	35%	1,40	5,00
SOLUCIONES A NECESIDADES ESPECÍFICAS	5	7,5%	0,38	4	7,5%	0,3	6	7,5%	0,45	5	7,5%	0,38	1	35%	0,35	6	35%	2,10	3,95
COMUNICACIÓN EFECTIVA A LA AUDIENCIA	4	7,5%	0,3	2	7,5%	0,15	4	7,5%	0,3	1	7,5%	0,08	1	35%	0,35	1	35%	0,35	1,53
RESPONSABILIDAD ÉTICA Y EMISIÓN DE JUICIOS	2	7,5%	0,15	5	7,5%	0,38	2	7,5%	0,15	6	7,5%	0,45	1	35%	0,35	3	35%	1,05	2,53
FUNCIONAMIENTO EN EQUIPO	3	7,5%	0,23	7	7,5%	0,53	3	7,5%	0,23	3	7,5%	0,23	4	35%	1,40	2	35%	0,70	3,30
EXPERIMENTACIÓN, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN	1	7,5%	0,08	1	7,5%	0,08	1	7,5%	0,08	2	7,5%	0,15	4	35%	1,40	5	35%	1,75	3,53
ADQUIRIR Y APLICAR NUEVO CONOCIMIENTO	7	7,5%	0,53	6	7,5%	0,45	5	7,5%	0,38	7	7,5%	0,53	7	35%	2,45	7	35%	2,45	6,78

Tabla 4.
Matriz de Priorización.
Fuente: elaborada por equipo de investigación MOTIVATIC.

Diseño de la interfaz de usuario

El proceso de diseño de la interfaz de usuario pasa por un ciclo que se describe en la Figura 4. Se inicia con la información obtenida del análisis de la literatura y se indaga sobre los requerimientos y necesidades del usuario. Se identifican los elementos de gamificación usados y expuestos en los artículos de caso estudio, posteriormente se realiza una encuesta a los estudiantes de ingenierías de la universidad objeto de estudio, para indagar acerca de su conocimiento sobre herramientas gamificadas y si estas han sido aplicadas en las aulas de clase, para conocer las necesidades de los estudiantes respecto al diseño de la herramienta basada en las competencias ABET seleccionadas.

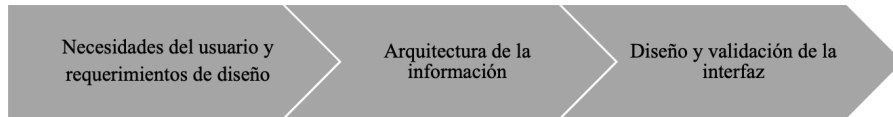


Figura 4.
Diagrama del diseño de la interfaz de usuario.

Fuente: elaboración propia.

Posteriormente se realiza el proceso de arquitectura de la información, para el cual se tiene en cuenta el desarrollo de dos *card sorting*, instrumento que, de acuerdo con Hassan-Montero et al. (2004), se basa en:

La observación de cómo los usuarios agrupan y asocian entre sí un número predeterminado de tarjetas etiquetadas con las diferentes categorías temáticas del sitio web. De esta forma, partiendo del comportamiento de los propios usuarios, es posible organizar y clasificar la información de un espacio web conforme a su modelo mental. (p. 94)

Se hace uso de un *card sorting* abierto y otro cerrado, con la finalidad de conocer los procesos mentales del usuario y así organizar la información de la aplicación, de manera que se adapte a los estudiantes.

Finalmente, para el diseño de la interfaz se tienen en cuenta el logo Institucional, fuentes de letra específicas y con atractivo para los estudiantes, la malla áurea con la localización de un punto dorado para el diseño del logotipo, los colores institucionales, el tipo de navegación multitarea entre pantallas, botones funcionales como búsqueda, menú desplegable, diálogos de confirmación, imágenes diseñadas, encuestas de satisfacción, diseños de lúdicas, transacciones de compra dentro del sistema, entre otros. A partir de estos aspectos se diseñó del logo de la herramienta utilizando un rectángulo áureo, apoyado en el punto dorado, los colores institucionales y conceptos como las redes y el componente *hub*.

La herramienta cuenta con varias funcionalidades, entre ellas la configuración, perfil de usuario, navegabilidad amigable, diálogos de confirmación que funcionan como poka-yokes para prevenir errores, usuario personalizado, entre otros. Además, se diseñaron los elementos mínimos presentes en toda herramienta gamificada: personaje, niveles alcanzados, progreso con respecto a la totalidad de la actividad a realizar, puntos, medición frente al resto del grupo y *badges*.

Dentro de la herramienta, los estudiantes podrán visualizar los diferentes cursos a los que pertenecen y que se está usando como complemento en las clases. En la Figura 5 se presenta el diseño de la herramienta con algunas de sus características.



Figura 5 .

Interfaz de usuario con funciones propias de la herramienta.

Fuente: equipo Motivatic.

Se diseñaron tres lúdicas que pueden ser usadas por una variedad de cursos dentro de la herramienta, ya que sus preguntas son parametrizables por cada profesor. Cada docente está llamado a incluir en la herramienta gamificada preguntas enfocadas a reforzar las competencias priorizadas en la matriz.

La primera lúdica contiene una serie de preguntas de selección múltiple, que el estudiante deberá responder usando diferentes ayudas o comodines. La segunda lúdica presenta una serie de tarjetas con diferentes conceptos, los cuales se evaluarán de manera interactiva; por último, la lúdica tres está enfocada a fortalecer el trabajo colaborativo.

CONCLUSIONES Y DISCUSIÓN

Este artículo presenta el resultado de un ejercicio de investigación centrado en el diseño de una herramienta gamificada como elemento de didáctica motivacional que apoya un modelo de competencias transversales en ingeniería.

El equipo de proyecto se construye de forma interdisciplinar, tal como lo demandan los principios de gamificación, el cual selecciona y prioriza competencias transversales en ingenieros, usando una matriz de evaluación en la que convergen cinco variables ponderadas. En el ejercicio de priorización intervinieron 121 estudiantes de pregrados de ingeniería y 166 egresados, además de grupos focales de expertos en docencia, en diseño, y en modelos educativos por competencias. La priorización dejó ver la necesidad de trabajar con las competencias de resolución de problemas complejos de ingeniería, adquisición y uso de conocimiento nuevo y trabajo en equipo, como competencias clave en el futuro ejercicio de un ingeniero.

A partir de ese punto se abordó el diseño y prototipo de una herramienta de didáctica motivacional, que atendiera esas competencias y que fuera parametrizable, para poder ser usada independientemente de la asignatura, y que finalmente tuviera embebidos los elementos básicos de la gamificación. De esta forma, la herramienta diseñada responde

a las necesidades identificadas, usando una metodología innovadora, como la gamificación, que ha sido contrastada por numerosos estudios a la fecha. La herramienta se apoya en elementos concretos del juego para mantener a los estudiantes motivados hacia el aprendizaje, pero al mismo tiempo demanda el acompañamiento docente, lo cual implica que el docente también debe mantenerse actualizado e interesado en aprender de manera anticipada sobre los nuevos modelos educativos, para transmitir y fortalecer conocimientos en sus estudiantes (Torres-Barreto et al., 2017).

Con respecto a los resultados obtenidos por el proyecto, hasta la fecha, los modelos educativos basados en gamificación han demostrado tener resultados positivos comparados con el método de aprendizaje convencional. De hecho, en diversas investigaciones se han demostrado los efectos del uso de la gamificación, los cuales se hacen evidentes en los niveles de aprendizaje, la motivación, el interés y los resultados concretos perseguidos por cada herramienta gamificada diseñada (Piñeiro-Otero & Costa-Sánchez, 2015; Villagrasa et al., 2014). En este sentido, esta investigación resalta la importancia de integrar la gamificación apoyada en tecnología en las aulas de clases de instituciones de educación superior, apuntando al desarrollo de competencias transversales.

Agradecimientos

Los autores agradecen a la Universidad Industrial de Santander por el apoyo financiero recibido para la realización de este proyecto.

REFERENCIAS

- ABET. (2016). Aspectos generales ABET. ACOFI. <http://www.acofi.edu.co/wp-content/uploads/2016/12/2.-Aspectos-generales-ABET.pdf>
- ABET. (2017). Criteria for accrediting engineering programs, 2018-2019. <https://www.abet.org/accreditation/accreditation-criteria/criteria-for-accrediting-engineering-programs-2018-2019/>
- Acosta-Medina, J., Torres-Barreto, M., & Alvarez-Melgarejo, M. (2020). Literature mapping about gamification in the teaching and learning processes. *Revista ESPACIOS*, 41(11), 26.
- Acosta-Medina, J., Torres-Barreto, M., Álvarez-Melgarejo, M., & Paba-Medina, M. (2020). Gamificación en el ámbito educativo: Un análisis bibliométrico. *I+ D Revista de Investigaciones*, 15(1), 30-39.
- Afriat, C., Gay, C., Loisl, F., & Gay, C. (2006). Mobilités professionnelles et compétences transversales. En *La Documentation française*.
- Alam, K., Erdiaw-Kwasie, M., Shahiduzzaman, M., & Ryan, B. (2018). Assessing regional digital competence: Digital futures and strategic planning implications. *Journal of rural studies*, 60, 60-69.
- Aven, T. (2012). *Foundations of risk analysis*. John Wiley & Sons.
- Bahji, S., Lefdaoui, Y., & El Alami, J. (2013). Enhancing motivation and engagement: A top-down approach for the design of a learning experience

- according to the S2P-LM. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 8(6), 35-41. <https://doi.org/10.3991/ijet.v8i6.2955>
- Barr, R., & Tagg, J. (1995). From teaching to learning—A new paradigm for undergraduate education. *Change: The magazine of higher learning*, 27(6), 12-26.
- Becerra, D., Quispe, J., Aceituno, R., Vargas, G., Zamora, F., Mango, J., Paulina, G., Figueroa, A., Vizcarra, A., & Chana, J. (2017). Evaluation of a gamified 3D virtual reality system to enhance the understanding of movement in physics. *CSEDU 2017 - Proceedings of the 9th International Conference on Computer Supported Education*, 1, 395-401.
- Blömeke, S., Gustafsson, J., & Shavelson, R. (2015). Beyond dichotomies. *Zeitschrift für Psychologie*, 223(1), 3-13.
- Callaghan, N. (2016). Investigating the role of Minecraft in educational learning environments. *Educational Media International*, 53(4), 244-260.
- Camisón, C., Cruz, S., & González, T. (2006). *Gestión de la Calidad: Conceptos, enfoques, modelos y sistemas* (Cañizal Ed.). Pearson Educación, S.A.
- Cózar, R., & Sáez, J. (2016). Game-based learning and gamification in initial teacher training in the social sciences: an experiment with MinecraftEdu. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 13(1).
- de Miguel, M. (2005). *Modalidades de enseñanza centradas en el desarrollo de competencias. Orientaciones para promover el cambio metodológico en el Espacio Europeo de Educación Superior*. Asturias, España. Servicio de Publicaciones. Universidad de Oviedo.
- European Association for Quality Assurance in Higher Education (ENQA). (2015). *Standards and guidelines for quality assurance in the European Higher Education Area (ESG)*.
- Farzan, R., & Brusilovsky, P. (2011). Encouraging user participation in a course recommender system: An impact on user behavior. *Computers in Human Behavior*, 27(1), 276-284.
- Fernandes, E., Dos Santos, C., & Milidiú, R. (2012). Latent structure perceptron with feature induction for unrestricted coreference resolution. *In Joint Conference on EMNLP and CoNLL-Shared Task*, 41-48.
- Gilchrist, A., Burton-Jones, A., & Green, P. (2018). The process of social alignment and misalignment within a complex IT project. *International Journal of Project Management*, 36(6), 845-860.
- Guin, T., Baker, R., Mechling, J., & Ruyle, E. (2012). Myths and realities of respondent engagement in online surveys. *International Journal of Market Research*, 54(5), 613-633.
- Gustafsson, A., Katzeff, C., & Bang, M. (2009). Evaluation of a pervasive game for domestic energy engagement among teenagers. *Computers in Entertainment (CIE)*, 7(4), 54.
- Hamari, J. (2013). Transforming homo economicus into homo ludens: A field experiment on gamification in a utilitarian peer-to-peer trading service. *Electronic commerce research and applications*, 12(4), 236-245.
- Hamari, J. (2015). Why do people buy virtual goods? Attitude toward virtual good purchases versus game enjoyment. *International Journal of Information Management*, 35(3), 299-308.

- Hassan-Montero, Y., Martín-Fernández, F. J., Hassan-Montero, D., & Martín-Rodríguez, Ó. (2004). Arquitectura de la información en los entornos virtuales de aprendizaje. Aplicación de la técnica card sorting y análisis cuantitativo de los resultados. *El profesional de la información*, 13(2), 93-99.
- Hsua, C.-L., Chen, M.-C., Hsu, C., & Chen, M.-C. (2018). How gamification marketing activities motivate desirable consumer behaviors: Focusing on the role of brand love. *Computers in Human Behavior*, 88, 121-133.
- IQM-HE. (2016). *Handbook for Internal Quality Management in Competence-Based Higher Education* (pp. 1-116). [http://www.enqa.eu/indirme/IQM-HE Handbook.pdf](http://www.enqa.eu/indirme/IQM-HE%20Handbook.pdf)
- Jeana, S., Medemaa, W., Adamowska, J., Chewb, C., Delaneyb, P., & Wals, A. (2018). Serious games as a catalyst for boundary crossing, collaboration and knowledge co-creation in a watershed governance context. *Journal of Environmental Management*, 223, 1010–1022.
- Jones, B., Madden, G., & Wengreen, H. (2014). The FIT Game: preliminary evaluation of a gamification approach to increasing fruit and vegetable consumption in school. *Preventive medicine*, 68, 76-79.
- Katzenbach, J., & Smith, D. (1993). *The Wisdom of Teams Harvard Business School Press*. Boston, Mass.© McKinsey & Coy Inc.
- Koehn, E., & Parthasarathy, M. (2005). Practitioner and employer assessment of ABET outcome criteria. *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice*, 131(4), 231-237.
- Landers, R. (2014). Developing a theory of gamified learning: Linking serious games and gamification of learning. *Simulation & Gaming*, 45(6), 752-768.
- Legaki, N., & Assimakopoulos, V. (2018). F-LaurelXP: A gameful learning experience in forecasting. *CEUR Workshop Proceedings*, 2186, 1-10.
- Li, J., Rothrock, L., & Pang, G. (2017). Peer-based gamification of challenging concepts in engineering education: Lesson learned. *67th Annual Conference and Expo of the Institute of Industrial Engineers 2017, May 20, 2017 - May 23, 2017*, 920-925.
- Lobo-Rueda, M., Paba-Medina, M., & Torres-Barreto, M. (2020). Análisis descriptivo de experiencias gamificadas para enseñanza y aprendizaje en educación superior en ingeniería. *Revista ESPACIOS*, 41(16), 21.
- McGonigal, J. (2011). *Reality Is Broken: Why Games Make Us Better and How They Can Change the World*. Penguin Books.
- Mekler, E., Brühlmann, F., Tuch, A., & Opwis, K. (2017). Towards understanding the effects of individual gamification elements on intrinsic motivation and performance. *Computers in Human Behavior*, 71, 525-534.
- Morales, P. (2018). *Análisis del fortalecimiento de competencias de los Ingenieros a través de experiencias de intercambio*. Industriales ETSII, Universidad Politécnica de Madrid
- Nacke, L., & Deterding, S. (2017). Editorial: The Maturing of Gamification Research. *Computers in Human Behaviour*, 62(0747-5632), 450–454.
- Noran, O. (2016). On gamification in action learning. *ACM International Conference Proceeding Series*, 01.05.Febr. <https://doi.org/10.1145/2843043.2843344>

- Observatorio de Innovación Educativa. (2016). *Edu Trends - Gamificación*. Tecnológico de Monterrey
- Pedroza, B., Gonzáles, J., Guerrero, J., Collazos, C., & Ramírez, J. (2017). Attach me and detach me: An interactive device to help to teach algebra. *ACM International Conference Proceeding Series, Part F1311*.
- Piñero-Otero, T., & Costa-Sánchez, C. (2015). ARG (Alternate Reality Games). Contributions, Limitations, and Potentialities to the Service of the Teaching at the University Level. *Comunicar*, 22(44), 141-148.
- Safta, C. (2015). Cross-Curricular Competencies-Access Path to Professional Development. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 203, 348-354.
- Sailer, M., Ulrich, J., Mayr, S., & Mandl, H. (2017). How gamification motivates: An experimental study of the effects of specific game design elements on psychological need satisfaction. *Computers in Human Behavior*, 69, 371-380.
- Sanmugam, M., Zaid, N., Mohamed, H., Abdullah, Z., Aris, B., & Suhadi, S. (2015). Gamification as an educational technology tool in engaging and motivating students; An analyses review. *Advanced Science Letters*, 21(10), 3337-3341. <https://doi.org/https://doi.org/10.1166/asl.2015.6489>
- Schunk, D., & Mullen, C. (2012). Self-efficacy as an engaged learner. En *Handbook of research on student engagement* (pp. 219-235).
- Seaborn, K., & Fels, D. (2015). Gamification in theory and action: A survey. *International Journal of human-computer studies*, 74, 14-31.
- Soboleva, E., Galimova, E., Maydangalieva, Z., & Batchayeva, K. (2018). Didactic Value of Gamification Tools for Teaching Modeling as a Method of Learning and Cognitive Activity at School. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 14(6), 2427-2444
- Sousa, M., & Rocha, Á. (2019). Leadership styles and skills developed through game-based learning. *Journal of Business Research*, 94, 360-366.
- Stott, A., & Neustaedter, C. (2013). Analysis of gamification in education. En *Surrey, BC, Canada* (Vol. 8).
- Torres-Barreto, M., Álvarez-Melgarejo, M., & Pinto, T. (2018). *Laboratorio galea: un espacio en transformación e innovación para la enseñanza-aprendizaje* (hal-01894004). <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01894004/>
- Villagrasa, S., Fonseca, D., Redondo, E., & Durán, J. (2014). Teaching case of gamification and visual technologies for education. *Journal of Cases on Information Technology*, 16(4), 38-57. <https://doi.org/10.4018/jcit.2014100104>
- Weinert, F. (2001). *Concept of competence: A conceptual clarification*.
- Zhurakovsky, V. (1997). Higher technical education in Russia: history, status and problems of development. En *Moscow: Closed Joint-Stock Company" RIK Rusanova*.