

Componentes neuropsicológicos de la creatividad mediados por la gamificación. Una revisión narrativa.

Melany Vanessa Rodríguez de León^a, Javier García Santana^a

^aUniversidad de la Laguna, Campus de Guajara, s/n, 38071 San Cristóbal de La Laguna, Santa Cruz de Tenerife

RESUMEN

¿Se establece un circuito neuronal en la creatividad? ¿Se puede potenciar mediado por metodologías que incluyan TIC y TAC? La creatividad es un concepto con significatividad alcista en la actualidad con múltiples concepciones. Los autores coinciden en que es una capacidad para la vida ya que, el individuo es capaz de resolver problemas de múltiple índole, trazando soluciones nuevas e innovadoras. El objetivo de este artículo es definir los componentes neuropsicológicos de la creatividad e indagar su viabilidad de desarrollo a través de la gamificación. La metodología de gamificación se basa en el juego lúdico mediante elementos de los videojuegos apoyándose en recursos TIC. En la producción se observa escaso análisis de la relación entre creatividad y gamificación, centrado principalmente en experiencias educativas pero no en su conexión teórica. Así mismo, si bien es parca la producción científica que mencione los correlatos neuroanatómicos de la creatividad, se pretende hacer un recorrido por el estado actual de la investigación, para tratar de comprender y promover su desarrollo mediante recursos TIC enmarcados en metodologías de enseñanza-aprendizaje, concretamente mediante la gamificación. Se aportan sugerencias teóricas y metodológicas que pretenden facilitar y beneficiar a las futuras investigaciones del tema.

Palabras clave: creatividad, gamificación, metodologías, neuropsicología, innovación, TIC

1. INTRODUCCIÓN

Creatividad y TIC son constructos en sintonía a los que la producción científica les está prestando una mayor atención orientados a los progresos tecnológicos que se están desarrollando en todas las sociedades y a la necesidad de su rápida adopción dentro del paradigma educativo. Dicho progreso se ha visto reflejado en sus inicios en la presencia de ordenadores, pizarras digitales y otros recursos tecnológicos dentro de las aulas¹. Esto ha provocado una inherente adaptación de las metodologías yendo más allá de las tradicionales, aprovechando los recursos que se encuentran en el imaginario social para dotar al proceso de enseñanza-aprendizaje de un componente motivador e interesante para el alumnado.

A este respecto, el objetivo de este artículo es definir los componentes neuropsicológicos de la creatividad e indagar su viabilidad de desarrollo a través de la gamificación. Para ello, se presenta un análisis teórico deductivo en el que inicialmente se explorará la noción de creatividad, recurriendo a los componentes neuropsicológicos de la misma para, tras esto, observar las diferentes metodologías educativas TIC potenciales, haciendo especial hincapié en la gamificación. Estas ideas se integran finalmente de forma comprensiva, lo cual permitiría sentar las bases sobre las que establecer la futura actividad investigadora.

2. FUNDAMENTOS DE LA CREATIVIDAD

La concepción de creatividad tiene un especial interés en la última década, pero no tiene una única acepción, sino que se trata de un concepto polisémico y multifacético^{2,3}, lo que le da un carácter adaptable, dinámico y abierto al cambio^{4,5}.

Los autores principales de la producción científica están de acuerdo que se trata de un proceso o habilidad cognitiva del ser humano⁶⁻¹² para la vida diaria y la adaptación a nuevos contextos sociales¹³. Álvarez⁹, Jung y Haier¹⁴ y Beaty et al.¹² hablan de un proceso del pensamiento dirigido a un objetivo dando lugar a algo nuevo u original para formular y solucionar problemas¹¹, además común a todas las personas a través de la experiencia y esfuerzo^{7,9} y de forma transversal a una actividad, contenido o área^{6,7}.

Etimológicamente, la palabra creatividad se deriva del latín *creare* cuyo significado es “dar origen a algo nuevo”, es decir, algo novedoso o un cambio a algo ya preexistente¹⁵ derivando en innovación. Asimismo, se trata de un fenómeno influenciado por las relaciones sociales y contextuales¹⁶ que puede ser reproducido a nivel social^{17,18}, lo que se traduce en un bien social para el desarrollo general de la sociedad⁶.

Menchén¹⁹ plasma la creatividad como una característica natural y básica de la mente humana y potencial en todas las personas, siendo en sí misma una competencia innata, condicionada por la capacidad personal a través de su ejercicio²⁰. En esta línea, la creatividad presenta cualidades definitorias como la apertura mental²¹, la actividad, la expresividad, la innovación, el descubrimiento, la autonomía, precisando de funciones cognitivas superiores como la memoria, la atención sostenida, la flexibilidad cognitiva y ajuste al tiempo real⁵. A todo ello se suman aspectos como la motivación, el contexto y la personalidad²².

Por lo tanto, la creatividad es un proceso o habilidad cognitiva para la vida, innata y presente en todas las personas, mediadas por factores externos, contextuales y sociales, de innovar en la formulación y búsqueda de soluciones orientado a objetivos.

3. CORRELATO NEUROANATÓMICO DE LA CREATIVIDAD

Debido a la trascendencia de la creatividad, se hace necesario un estudio en detalle de los procesos cognitivos que llevan a ella, lo cual permitiría a todos los docentes y participantes en la educación contar con más herramientas y recursos para potenciar la creatividad en las aulas. Esto dotaría de mayor calidad la enseñanza, a expensas de enriquecer la educación de los últimos avances psicológicos y científicos²³. En palabras de Mogollón²⁴, en el futuro próximo de la educación “la formación pedagógica debe incluir sin ningún tipo de duda, el conocimiento sobre la función cerebral, sus estructuras y sus implicaciones con la educación, así como un cambio en la pedagogía y estructura curricular” (p.113).

Bajo el foco de la neurociencia, las bases biológicas y los patrones de activación neuronales que se suceden durante la actividad creativa son heterogéneos, si bien se observan ciertas congruencias en la literatura científica. Se habla así, por ejemplo, de la necesidad de procesos cognitivos avanzados para que exista la actividad creativa²⁵, refiriéndose concretamente a las funciones ejecutivas, destacando en ellas la memoria de trabajo²⁶ y la atención²⁷. A la hora de traducir esto a términos neuroanatómicos, principalmente se habla de áreas encargadas de limitar la creatividad, no de potenciarla. Como se prueba en una de las ocasiones, en un paciente con daño en la corteza temporoparietal izquierda, la actividad creativa se ve aumentada, observándose al recuperarse de esta lesión una mayor inhibición de respuestas creativas^{28, 29}. Esto es bastante llamativo, ya que si bien es la corteza prefrontal la más comúnmente asociada con tareas de inhibición motora o comportamental, la cual se lleva a cabo en regiones cerebrales más posteriores, como se confirma en un estudio con pacientes epilépticos³⁰, en este caso no se observa disminución de la actividad creativa, lo cual podría ser explicado debido a la estrecha vinculación entre la actividad creativa gráfica con la percepción visual, ya que ambas regiones cerebrales son contiguas (corteza occipital y circuito de percepción parietooccipital y temporooccipital), aunque se hace necesario un mayor número de estudios que permitan afirmar este hecho.

No obstante, también hay activación de otras áreas “secundarias” en relación con la creatividad. Se nombran aquí como “secundarias” ya que no están directamente implicadas en la actividad creativa *per se*, sino en variables relevantes para la aparición de esta actividad creativa. De esta forma, se puede observar por ejemplo que los individuos que poseen una mayor puntuación en el factor apertura a la experiencia (del inglés *openness*), más que otros factores como la extraversión, escrupulosidad o amabilidad, factores medidos todos por el inventario de personalidad NEO Pi-R³¹, presentan un incremento de materia gris en la corteza temporal medial derecha²¹, asociada a la búsqueda de nuevas sensaciones.

De igual manera, en aquellas personas aficionadas a actividades de riesgo, estrechamente relacionadas con el factor “apertura a la experiencia”, presentan mayores niveles de noradrenalina y mayor activación en el cuerpo estriado ventral, encargado de actuar en el sistema de recompensa³².

Finalmente, aunque se observa un patrón de activación principalmente en las zonas temporales, en relación con la actividad creativa gráfica, se aprecian otros patrones de activación en actividades creativas de diferente índole, a saber: activación del área frontal dorsolateral³³ y lóbulo frontal inferior izquierdo³⁴ en la actividad creativa verbal; o del precúneo y el giro cingulado posterior³⁵ como parte de una red neuronal implicada en la imaginación creativa, activada al cerrar los ojos para crear pensamientos o imágenes, elemento clave en la actividad creativa³⁶.

4. METODOLOGÍAS EDUCATIVAS PARA POTENCIAR LA CREATIVIDAD A TRAVÉS DE LAS TIC

El sistema educativo actual viene precedido por la necesidad de cambio de las metodologías más tradicionales³⁷ a otras más novedosas que añadan los recursos existentes en la sociedad producto del progreso social, como son las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC).

El uso de las TIC está reflejando un cambio de paradigma educativo fomentando el interés y la motivación del alumnado, además de su potencial para el desarrollo de la creatividad³⁸ por su fuerte conexión con el juego³⁹, ofreciendo un entorno rico personal de aprendizaje⁴⁰ en un contexto atractivo y lúdico⁴¹, ligado a todos los ámbitos de la actividad humana⁴².

Siete son las metodologías que muestran grandes beneficios creativos y, por ende, un uso implícito de las TIC. Aquí se enmarcan el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP o PLB), el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP), el Flipped

Classroom o Aprendizaje Invertido, el Aprendizaje Basado en el Pensamiento (TBL), el Design Thinking, el aprendizaje cooperativo y la gamificación. A continuación, se irán desgranando cada una de ellas.

El PLB consiste en plantear un proyecto motivador y ambicioso organizando el proceso de enseñanza-aprendizaje en función de las necesidades de los alumnos y las alumnas^{43, 44}, construyendo nuevas ideas a partir de conocimientos previos y actuales⁴⁵. Se diferencia del ABP en que, este método se inicia con el planteamiento de un problema, siendo el alumnado el protagonista de su aprendizaje⁴⁶, dirigidos hacia el logro de objetivos de aprendizaje⁴⁷.

Flipped Classroom hace alusión a una metodología en la que los contenidos se trabajan fuera del aula por medio de las TIC, empleando las horas lectivas a actividades prácticas y dudas^{48, 49}, asumiendo el alumno/a un rol más activo⁵⁰.

El TBL trata de aplicar unos procesos adecuados hacia una tarea que requiere pensamiento de forma planificada, correcta y coherente, apoyándose en los conceptos de la materia y en la reflexión⁵¹. Mientras que, el Design Thinking es una metodología de generación de ideas innovadoras mediante actividades lúdicas⁵² por medio de la tecnología mediante un plan de acción diseñado por el alumnado a partir de sus intereses⁵³.

El aprendizaje cooperativo se basa en, como afirma Pujolás⁵⁴, aprender a trabajar en equipo con el objetivo de aprender, mediante entornos o comunidades facilitadas, en este caso a través de las TIC, maximizando el aprendizaje individual y colectivo¹. Y, por último, se encuentra la gamificación, metodología que se analizará en detalle en el siguiente apartado.

5. GAMIFICACIÓN

En los últimos años, la preocupación en auge en el ámbito educativo es discernir las claves para motivar al alumnado en el proceso de enseñanza-aprendizaje mediante su compromiso. Las metodologías activas e innovadoras están teniendo una gran aceptación en los centros para fomentar dicha motivación como puede ser la de gamificación.

El término gamificación (en algunos casos adaptado al español como ludificación) se deriva de *game*, voz inglesa para juego. Dicha concepción hace referencia a la metodología educativa basada en el juego mediante el uso de los elementos del diseño de videojuegos en específico⁵⁵⁻⁵⁷ con el objetivo de aumentar la motivación y reforzar conductas deseables^{58, 59}, involucrar a los usuarios⁶⁰, facilitar la interiorización de conocimientos⁵⁶, desarrollar comportamientos colaborativos y estudio autónomo⁶¹ por medio de mecanismos, estética y uso del pensamiento atractivos^{62, 63} con el reto como un elemento crucial⁶⁴.

Algunas de las características de la gamificación planteadas por Zichermann y Cunningham⁶² y Kapp⁶³ son la base del juego, la mecánica, la estética, la idea del juego u objetivo que se pretende conseguir, la conexión juego-jugador, las instrucciones del juego, los jugadores, la motivación o predisposición psicológica para participar en el juego, promoción del aprendizaje y la resolución de problemas.

Todo ello con una serie de elementos comunes a los videojuegos, tal como evidencia Borrás⁶⁵ como su carácter voluntario, resolución de problemas, balance entre estructura y libertad, motivación del aprendizaje, retroalimentación, aprendizaje significativo, compromiso y fidelización del participante o estudiante, resultados medibles ya sea por niveles, puntos o badges, generar competencias adecuadas y alfabetización digital, dotar de autonomía al alumnado, competitividad a la vez que colaboración y la capacidad de conectividad online entre usuarios.

6. LA GAMIFICACIÓN DE LA CREATIVIDAD: COMPONENTES NEUROPSICOLÓGICOS

En palabras de Caicedo, Álvarez y Campos⁶⁶, el concepto de gamificación es novedoso, pues se encuentra en formación y su avance se produce mediante la experimentación. La gamificación se conecta a la creatividad, retroalimentándose mutuamente. Por un lado, la creatividad ayuda a la gamificación desarrollando mediante ella un nuevo enfoque dinámico metodológico en el proceso de enseñanza-aprendizaje⁶⁷ y por otro, los procesos de la gamificación potencian la creatividad de los individuos⁶⁸. A la hora de integrar lo comentado anteriormente, es llamativo señalar los resultados de varias investigaciones en este campo.

Primeramente, los videojuegos son la tecnología que presenta más beneficios, diferenciándose de otras tecnologías tal como el uso de internet o el móvil⁶⁹. En general, un mayor uso de videojuegos concuerda con una mayor creatividad⁶⁹. Hay discrepancias en cuanto al género de videojuego a utilizar ya que, en la literatura no se ha logrado un consenso sobre en qué medida influye el tipo de videojuego sobre la capacidad creativa, si bien en años más recientes la literatura apunta hacia una dirección concreta.

Ejemplificando lo anterior, en una de las primeras investigaciones sobre el tema los resultados obtenidos muestran cómo usuarios de un videojuego de acción (*Light Heroes*) obtienen mejores resultados en originalidad, elaboración y flexibilidad tras el uso del videojuego que aquellos usuarios de videojuegos de un género diferente al de acción (*Clusterz*)⁷⁰. Del mismo modo, se ha observado en ambos casos una mayor motivación a la hora de utilizar el videojuego, ahora bien es cierto que el videojuego de acción suscitó mayor activación y estrés que el videojuego de otro género⁷⁰. Este descubrimiento va en línea con otras investigaciones que apuntan al cambio rápido de estímulos visuales y alta demanda en los videojuegos de acción como la razón de esta mayor actividad creativa^{71, 72}.

Esto se traduce, en términos neuropsicológicos, en una mayor activación de la corteza occipital (percepción de estímulos), parietotemporal (aportación de “carga de significado” a dichos estímulos), ganglios basales (concretamente el núcleo estriado, encargado de aportar “recompensa” frente a estímulos satisfactorios) y prefrontal (“imaginación” de una respuesta creativa). Todos estos datos concuerdan con los efectos producidos en el incremento de la actividad creativa.

En definitiva, gamificar mediante las TICs (videojuegos, Internet, smartphone u otros) para fomentar la creatividad es una metodología educativa que el profesorado puede implantar, principalmente, a partir del segundo ciclo de Educación Infantil hasta la educación de adultos, ya sea en la educación formal o informal. Numerosas son las herramientas que brindan el espacio virtual a los y las docentes para desarrollar el proceso de enseñanza-aprendizaje a través de la gamificación. Las más conocidas son Genially, Socrative, ClassDojo, Kahoot, Quizizz, Minecraft (Education Edition) y Super Teachers Tools. Pero también se utilizan otras como Elever, @MyClassGame, iCuadernos, Ta-tum, Ciencia divertida Quiz juego, Pear Deck, Edmodo Gamificación, Toovari, Brainscape, Knowre, Cerebriti, Classcraft, CodeCombat, ChemCaper, Quizlet, The World Peace Game, Play Brighter, Trivinet, Arcademics, Mozilla Openbadges, Plickers y Play Brighter.

7. CONCLUSIONES Y DIRECCIONES FUTURAS

La creatividad es una actividad cognitiva compleja que habitualmente se presenta como un reto para el individuo. En esta revisión se han seleccionado experimentos con videojuegos que han expresado patrones de actividad cerebral comunes, los cuales nos muestran los entresijos de la actividad creativa, y de cómo funciona el cerebro creativo con el fin de enriquecer su crecimiento a través de los recursos TIC en metodologías educativas.

La formación de los docentes debería enmarcarse en políticas educativas orientadas a las TIC y a las metodologías activas o innovadoras como la gamificación, gracias a los probados beneficios de estas en la motivación e implicación del alumnado, en la promoción y apoyo de actividades cognitivas avanzadas como la creatividad.

De la misma forma, es recomendable para los creadores de contenido multimedia, en especial de videojuegos, proporcionar una amalgama de estímulos que medien positivamente sobre el pensamiento creativo. Esto puede permitir optimizar el desarrollo de la creatividad con la influencia de los videojuegos, y así mantener un alto nivel de interés por parte de los usuarios, de tal manera que la línea que separa entretenimiento de aprendizaje se pueda ver difuminada⁶⁹.

REFERENCIAS

- [1]. García-Valcárcel, A., Basilotta, V., & López, C., “Las TIC en el aprendizaje colaborativo en el aula de Primaria y Secundaria”, *Revista Científica de Educomunicación*; ISSN: 1134-3478, 65-74 (2014).
- [2]. García, J., “Cómo ser creativo. Aplicaciones prácticas para afrontar los cambios con éxitos”, Sevilla: Editorial Trillas (2005).
- [3]. Cuevas, S., “La creatividad en educación, su desarrollo desde una perspectiva pedagógica”, *Journal of Sport and Health Research*, 5(2), 221-228 (2013).
- [4]. Torre, S. D. L., “La creatividad de un didacta o cómo dejar huella en la enseñanza”, *Educación (Universitat Autònoma de Barcelona)*, num. Especial, p. 35-44 (2002).
- [5]. Sánchez-Macías, I., Rodríguez-Media, J., & Aparicio-Herguedas, J.L., “Evaluar la creatividad y las funciones ejecutivas: propuesta para la escuela del futuro”, *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 24(2), 35-50 (2021).
- [6]. Torre, S. D. L., & LA, D., “Dialogando con la creatividad: de la identificación a la creatividad paradójica”, Barcelona: Octaedro (2003).
- [7]. Klimenko, O., “La creatividad como un desafío para la educación del siglo XXI”, *Educación y educadores*, 11(2), 191-210 (2008).
- [8]. Valqui, R., “La creatividad: conceptos. Métodos y aplicaciones”, *Revista Iberoamericana de Educación*, 49(2), 1-11 (2009).
- [9]. Álvarez, E., “Creatividad y pensamiento divergente. Desafío de la mente o desafío del ambiente”, *Revista Interact*, 1-28 (2010).
- [10]. Mateo, R. C., “La creatividad, el mito del genio y la educación del talento, a través de la obra de Woody Allen”, *DOCREA*, (2), 27-45 (2012).
- [11]. Elisondo, R. y Donolo, D., “La lámpara maravillosa y la creatividad, Experiencias en la biblioteca”, *Revista Creatividad y Sociedad*, (21), 1-26 (2013).
- [12]. Beaty, R. E., Benedek, M., Silvia, P. J., & Schacter, D. L., “Creative cognition and brain network dynamics”, *Trends in Cognitive Sciences*, 20(2), 87-95 (2016).
- [13]. Marina, J. A., & Marina, E., “El aprendizaje de la creatividad”, Barcelona: Ariel (2013).
- [14]. Jung, R. E., & Haier, R. J., “Creativity and Intelligence: Brain Networks That Link and Differentiate the Expression of Genius” (2013).
- [15]. Gardner, H., “La inteligencia reformulada. Las inteligencias múltiples en el Siglo XXI”, Barcelona: Paidós (2001).
- [16]. Cuadros, J., Valencia, J., & Valencia, A., “Creatividad: concepciones, estrategias y su estimulación en entornos educativos”, *Revista Educación y Desarrollo Social*, 6(2), 138-153 (2012).
- [17]. Morejon, J. B., “Condiciones necesarias para propiciar atmósferas creativas”, *Director*, 30 (2007).
- [18]. Ortiz, F. C., “Creatividad y cultura: Incógnitas y respuestas”, Editorial Pueblo y Educación (2021).
- [19]. Menchén Bellón, F., “Descubrir la creatividad: desaprender para volver a aprender”, Madrid: Pirámide (1998).
- [20]. Cancino, G. C., & Picos, A. P., “La creatividad y sus componentes”, *Creatividad y sociedad: revista de la Asociación para la Creatividad*, (27), 167-183 (2018).
- [21]. Li, W., Li, X., Huang, L., Kong, X., Yang, W., Wei, D., Li, J., Cheng, H., Zhang, Q., Qiu, J., & Liu, J., “Brain structure links trait creativity to openness to experience”, *Social cognitive and affective neuroscience*, 10(2), 191-198 (2015).

- [22]. Romo, M., "Psicología de la creatividad", Barcelona: Paidós (2006).
- [23]. Casanova, M. A., "El diseño curricular como factor de calidad educativa", REICE. Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación, 10(4), 6-20 (2012).
- [24]. Mogollón, E., "Aportes de las neurociencias para el desarrollo de estrategias de enseñanza y aprendizaje de las Matemáticas", Revista Electrónica Educare, 14(2), 113-124 (2010).
- [25]. Kenett, Y. N., Medaglia, J. D., Beaty, R. E., Chen, Q., Betzel, R. F., Thompson-Schill, S. L., & Qiu, J., "Driving the brain towards creativity and intelligence: A network control theory analysis", *Neuropsychologia*, 118, 79-90 (2018).
- [26]. De Dreu, C. K., Nijstad, B. A., Baas, M., Wolsink, I., & Roskes, M., "Working memory benefits creative insight, musical improvisation, and original ideation through maintained task-focused attention", *Personality and Social Psychology Bulletin*, 38(5), 656-669 (2012).
- [27]. Liu, Z., Zhang, J., Xie, X., Rolls, E. T., Sun, J., Zhang, K., Jiao, Z., Chen, Q., Zhang, J., Qiu, J., & Feng, J., "Neural and genetic determinants of creativity", *Neuroimage*, 174, 164-176 (2018).
- [28]. Miller, B. L., Boone, K., Cummings, J. L., Read, S. L., & Mishkin, F., "Functional correlates of musical and visual ability in frontotemporal dementia", *The British Journal of Psychiatry*, 176(5), 458-463 (2000).
- [29]. Mayseless, N., Aharon-Peretz, J., & Shamay-Tsoory, S., "Unleashing creativity: The role of left temporoparietal regions in evaluating and inhibiting the generation of creative ideas", *Neuropsychologia*, 64, 157-168 (2014).
- [30]. Giovagnoli, A. R., "The contribution of the frontal lobe to creativity. Insights from epilepsy", *Epilepsy & Behavior*, 111, 107313 (2020).
- [31]. Costa, P.T., McCrae, R.R., "Professional Manual: Revised NEO Personality Inventory (NEO-PI-R) and NEO Five-Factor Inventory (NEO-FFI)", Odessa, FL: Psychological Assessment Resources (1992).
- [32]. Heilman, K. M., "Possible brain mechanisms of creativity", *Archives of Clinical Neuropsychology*, 31(4), 285-296 (2016).
- [33]. Chen, Q., Yang, W., Li, W., Wei, D., Li, H., Lei, Q., Zhang, Q., & Qiu, J., "Association of creative achievement with cognitive flexibility by a combined voxel-based morphometry and resting-state functional connectivity study", *Neuroimage*, 102, 474-483 (2014).
- [34]. Zhu, F., Zhang, Q., & Qiu, J., "Relating inter-individual differences in verbal creative thinking to cerebral structures: an optimal voxel-based morphometry study", *PloS one*, 8(11), e79272 (2013).
- [35]. Jung, R. E., Segall, J. M., Jeremy Bockholt, H., Flores, R. A., Smith, S. M., Chavez, R. S., & Haier, R. J., "Neuroanatomy of creativity", *Human brain mapping*, 31(3), 398-409 (2010).
- [36]. Raichle, M. E., & Snyder, A. Z., "A default mode of brain function: a brief history of an evolving idea", *Neuroimage*, 37(4), 1083-1090 (2007).
- [37]. Santiago, R., Díez, A., y Andía, L. A., "Flipped classroom: 33 experiencias que ponen patas arriba el aprendizaje", Editorial UOC (2017).
- [38]. Taranenko, O., "Creatividad y TICs: un reto en el aula. Actitudes y percepciones del profesorado de ELE en Islandia", *Disertación Doctoral* (2014).
- [39]. Brown, T., "Tales of creativity and play", *Ted Talks* (2008).
- [40]. Viñas, M., "El sorprendente origen de la creatividad. Recursos tic para profesores" (2012).
- [41]. Cárdenas, E. G., "TIC's y Creatividad". *Revista de Ciències de l'Educació*, núm. junio, pp. 265-282 (2009). Versión electrónica extraída el 26 de septiembre de 2021 desde http://pedagogia.fcep.urv.cat/revistaut/revistes/juny09/miscelania_article07.pdf
- [42]. Morejón, J. B., "Creatividad en la Educación: Educar para transformar". En *Desarrollo de la creatividad*. Lambayeque: Fondo Editorial Universitario (2005). Versión electrónica extraída el 27 de septiembre de 2021 desde <http://www.monografias.com/trabajos-pdf2/desarrollo-creatividad/desarrollo-creatividad.pdf>
- [43]. Markham, T., Larmer, J., & Ravitz, J. L., "Project based learning handbook: A guide to standards-focused project based learning for middle and high school teachers", *Buck Institute for Education* (2003).
- [44]. Bernabeu Tamayo, M. D., "Estudio sobre innovación educativa en universidades catalanas mediante el aprendizaje basado en problemas y en proyectos", *Universitat Autònoma de Barcelona* (2010).
- [45]. Dole, S., Bloom, L., & Kowalske, K., "Transforming pedagogy: Changing perspectives from teacher-centered to learner-centered", *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 10(1), 1 (2016).
- [46]. Trabucco, J. C., Benhayon, M., Fridzon, D., & Weisleder, J., "Entorno virtual de aprendizaje apoyado en elementos de resolución de problemas", En *VIII Congreso Iberoamericano de Informática Educativa*, (pág. 6). San José, Costa Rica (2006).

- [47]. Gavilán, M. D. S., Márquez, M. D. B., Pastor, E. M. C., & García, J. D. H., “Aprendizaje basado en problemas a través de las TIC”, *Investigaciones de Economía de la Educación* volume 5, 5, 1167-1184 (2010).
- [48]. Tourón, J.; Santiago, R. y Díez, A., “The flipped classroom. Cómo convertir la escuela en un lugar de aprendizaje”, Barcelona: Digital-Text (2014).
- [49]. Wasserman, N. H., Quint, C., Norris, S. A., & Carr, T., “Exploring flipped classroom instruction in Calculus III”, *International Journal of Science and Mathematics Education*, 15(3), 545-568 (2017).
- [50]. Berenguer, C., “Acerca de la utilidad del aula invertida o flipped classroom”, en M. Tortosa, S. Grau y J. Álvarez (Ed.), *XIV Jornadas de redes de investigación en docencia universitaria. Investigación, innovación y enseñanza universitaria: enfoques pluridisciplinares.* (pp. 1466-1480). Alicante, España: Universitat d’Alacant. ISBN: 978-84-608-7976-3 (2016).
- [51]. Swartz, R. J., Reagan, R., Costa, A. L., Beyer, B. K., & Kallick, B., “El aprendizaje basado en el pensamiento” (Vol. 4), Ediciones SM España (2014).
- [52]. Arias-Flores, H., Jadán-Guerrero, J., & Gómez-Luna, L., “Innovación educativa en el aula mediante Design Thinking y Game Thinking”, *Hamut’ay*, 6(1), 82-95 (2019).
- [53]. Flores León, A. M., & Tena Fernández, R., “Design thinking: educational innovation and methodological research”, *Didáctica, innovación y multimedia*, (33), 1-6 (2016).
- [54]. Pujolás, P., “Aprendizaje Cooperativo y Educación Inclusiva: Una forma práctica de aprender juntos alumnos diferentes”, Archidona: Ediciones Aljibe (2009).
- [55]. Burke, B., “Gamification 2020: what is the future of gamification?”, Standford: Gartner (2012).
- [56]. Gaitán, V., “Gamificación: el aprendizaje divertido” (2013).
- [57]. Roblizo, M., Sánchez, M.C., y Cózar, R., “El reto de la competencia digital en los futuros docentes de Infantil, Primaria y Secundaria”, *Prisma Social: revista de ciencias sociales*, 15, 254-295 (2015).
- [58]. Deterding, S., Khaled, R., Nacke, L. E., & Dixon, D., “Gamification: Toward a definition”, en *CHI 2011 gamification workshop proceedings* (Vol. 12, pp. 12-15). Vancouver BC, Canada (2011).
- [59]. Aparicio, A. F., Vela, F. L. G., Sánchez, J. L. G., & Montes, J. L. I., “Analysis and application of gamification”, en *Proceedings of the 13th International Conference on Interacción Persona-Ordenador* (pp. 1-2) (2012).
- [60]. Zichermann, G., “Rethinking elections with gamification”, *Huffington Post* (2012).
- [61]. Caponetto, I., Earp, J., & Ott, M., “Gamification and education: A literature review”, en *European Conference on Games Based Learning* (Vol. 1, p. 50). Academic Conferences International Limited (2014).
- [62]. Zichermann, G., & Cunningham, C., “Gamification by design: Implementing game mechanics in web and mobile apps”, O’Reilly Media, Inc. (2011).
- [63]. Kapp, K. M., “Games, gamification, and the quest for learner engagement”, *T+ D*, 66(6), 64-68 (2012).
- [64]. Przybylski, A. K., Rigby, C. S., & Ryan, R. M., “A motivational model of video game engagement”, *Review of general psychology*, 14(2), 154-166 (2010).
- [65]. Borrás, S., & Edquist, C., “Education, training and skills in innovation policy”, *Science and Public Policy*, 42(2), 215-227 (2015).
- [66]. Caicedo, G. E. G., Álvarez, J. P., & Campos, M. M., “Gamificación y creatividad como fundamentos para un aprendizaje significativo”, *Revista EDUCARE-UPEL-IPB-Segunda Nueva Etapa 2.0*, 24(3), 473-487 (2020).
- [67]. Caicedo, G. E. G., & Álvarez, J. P., “La creatividad, la recreación en la corporeidad educativa”, *Impetus*, 11(2), 133-143 (2019).
- [68]. Marín-Díaz, V., “La Gamificación educativa. Una alternativa para la enseñanza creativa”, *Digital Education Review*, (27) (2015).
- [69]. Jackson, L. A., Witt, E. A., Games, A. I., Fitzgerald, H. E., Von Eye, A., & Zhao, Y., “Information technology use and creativity: Findings from the Children and Technology Project”, *Computers in human behavior*, 28(2), 370-376 (2012).
- [70]. Yeh, C. S. H., “Exploring the effects of videogame play on creativity performance and emotional responses”, *Computers in Human Behavior*, 53, 396-407 (2015).
- [71]. Goldschmidt, G., & Smolkov, M., “Variances in the impact of visual stimuli on design problem solving performance”, *Design Studies*, 27(5), 549-569 (2006).
- [72]. Goldschmidt, G., “Ubiquitous serendipity: Potential visual design stimuli are everywhere”, en *Studying visual and spatial reasoning for design creativity* (pp. 205-214). Springer, Dordrecht (2015).