

UNIVERSIDAD DE GRANADA
Doctorado en Ciencias de la Educación



**Juegos tradicionales para desarrollar el
pensamiento matemático-científico y su
aplicación a propuestas didácticas integradas
diseñadas desde una perspectiva
Etnomatemática**

Tesis Doctoral

María José Espigares Gámez

Dirigida por:

Dra. María Luisa Oliveras Contreras

Dra. Alicia Fernández-Oliveras

Granada, 2022

Editor: Universidad de Granada. Tesis Doctorales
Autor: María José Espigares Gámez
ISBN: 978-84-1117-561-6
URI: <https://hdl.handle.net/10481/77676>

Agradecimientos

En esta parte, debería mencionar a todas las personas que han colaborado para que esta tesis vea la luz, haciendo especial hincapié en María Luisa y Alicia, sin cuyas aportaciones no hubiera sido posible.

Pero si me lo permiten, en este caso el mayor agradecimiento posible es para María José y Jesús, los que me han ayudado cuando aprendía a leer, a escribir... Los que pasaban las horas trabajando para darme un futuro digno, a la par que trataban de que aprendiera las lecciones y no solo valoraban mis logros sino que me empoderaban en mis fracasos.

Gracias por enseñarme esos valores de esfuerzo, constancia y fuerza porque sin ellos no habría podido superar este proceso. Todo lo bueno que tengo en la vida es gracias a vosotros.

Por todo esto y más, esta tesis es para vosotros, para que os sintáis orgullosos de como aun siendo una familia humilde de la zona norte de Granada, gracias a vuestro esfuerzo vuestra hija se ha convertido en doctora.

Os quiero, mi cultura sois vosotros.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Motivación del estudio	1
1.2. Temáticas involucradas e integración en este proyecto de investigación	3
1.2.1. Etnomatemática, Microproyectos Lúdicos Interdisciplinarios	3
1.2.2. Aprendizaje mediante Juego	4
1.2.3. Proyecto como integración de estudios	6
1.3. Objetivos y preguntas de investigación.	9
1.4. Presentación de los trabajos realizados	11
2. RESULTADOS	15
3. CONCLUSIONES	21
4. CONTRIBUCIONES QUE FORMAN PARTE INTEGRANTE DE LA TESIS	25
4.1. Contribución 1. Juegos como potenciadores de aprendizajes STEAM. Aplicación de juegos tradicionales Jamaicanos en Educación Intercultural Infantil y Primaria. Artículo en Revista Acta Scientae	29
4.2. Contribución 2. Teorizaciones para la tipificación de juegos con potencial educativo STEAM. Capítulo de libro en “Innovación educativa en sociedad digital”	51
4.3. Contribución 3. Análisis de juegos. Catálogo de juegos tradicionales para trabajar áreas científicas y matemáticas. Capítulo de libro en “Innovación educativa en la sociedad digital”	63
4.4. Contribución 4. Implementation of a Playful Microproject Based on Traditional Games for Working on Mathematical and Scientific Content. Artículo en Revista Education Sciences.	76
4.5. Contribución 5. Juego y Test para activar conocimiento científico y matemático infantil. Artículo en Revista Aula Abierta.	99

Juegos tradicionales para desarrollar el pensamiento matemático-científico y su aplicación a
propuestas didácticas integradas diseñadas desde una perspectiva Etnomatemática

4.6. Contribución 6. Instrumento para evaluar competencias matemáticas y
científicas del alumnado que inicia Educación Primaria, mediante juegos.

Artículo en Revista Paradigma 121

4.7. Contribución 7. Juego, Matemáticas y Ciencias ¿Son Cultura?

Artículo en Revista UNO 153

5. INDICIOS DE CALIDAD DE LAS CONTRIBUCIONES PRINCIPALES 160

5.1 Revista Acta Scientae 160

5.2, 5.3 Editorial Dykinson 160

5.4 Revista Education Sciences 161

5.5 Revista Aula Abierta 162

5.6 Revista Paradigma 162

5.7 Revista UNO 163

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 164

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Motivación del estudio

Esta tesis doctoral tiene su inicio como continuación de una línea de investigación ya iniciada por anteriores trabajos de nuestro grupo relacionados con el juego, los juegos y el papel que pueden desempeñar en los aprendizajes científicos y matemáticos, trabajos que consideramos como antecedentes propios.

En nuestro plan de investigación se pretendía poner de manifiesto las relaciones existentes entre la Cultura el Juego y los aprendizajes matemáticos y científicos, desde una perspectiva educativa y epistemológica Etnomatemática. Continuamos así la línea de investigación en Etnomatemática, formación de profesores y desarrollo curricular iniciada por el grupo del PAI Hum-502, hace más de dos décadas, si bien con una perspectiva que resalta la ya establecida integración disciplinar, especialmente con las ciencias experimentales.

En el comienzo de esta tesis la motivación principal fue conocer procesos de aprendizaje matemático contextualizados en la cultura de Jamaica, por lo que se inició una indagación antropológica cultural sobre dicho país, con el cual había un vínculo emocional importante.

Las emociones mueven el conocimiento, es nuestra creencia, que compartimos con una floreciente línea de trabajo didáctico actual (Bravo *et al*, 2022). En esa indagación descubrimos que el juego es un signo cultural de especial relevancia en Jamaica donde se practican gran cantidad de juegos, que procedentes de diversas culturas han pasado a ser patrimonio cultural

jamaicano. Se analizaron algunos de dichos juegos, estudiando su potencial didáctico matemático.

Posteriormente se fue ampliando el foco de la investigación y perfilando las raíces epistémicas de todo su proceso, hasta llegar a una visión metacognitiva que ha permitido no quedarse en la superficie de su suceder temporal sino entrar en la estructura del objeto de este proyecto, la cual se puede sintetizar, metafóricamente, así: “Esta investigación es un viaje de ida y vuelta, desde la Cultura al Juego y del Juego a la Cultura, buscando conocimiento científico y matemático”, lo que podemos representar en la siguiente Figura 1:



Figura 1. Objeto y proceso de desarrollo del Proyecto de Investigación. Viaje de ida y vuelta.

El desarrollo del plan de investigación se ha llevado a cabo mediante una serie de trabajos concatenados que han sido presentados a la comunidad científica, en comunicaciones a congresos relevantes y en artículos publicados en revistas del área, por lo cual la presentación de esta tesis se realiza por la modalidad de **compendio de publicaciones**.

La redacción de la monografía final de una tesis de este tipo tiene como objeto mostrar el nexo entre los artículos y sobre todo entre los problemas que se abordaron en cada uno de ellos, así como la conexión de estas cuestiones de investigación con los objetivos inicialmente planteados, mostrando en qué medida y de qué modo aquellos se han alcanzado.

1.2. Temáticas involucradas e integración en este proyecto de investigación

1.2.1. Etnomatemática, Microproyectos Lúdicos Interdisciplinarios

Todo el proyecto de nuestra investigación se fundamenta en el planteamiento epistemológico etnomatemático, en el cual se considera que las matemáticas y las ciencias forman parte de todas las culturas y que el juego es también un elemento esencial de cada cultura, (Bishop, 1998). La Etnomatemática es el *Programa de Investigación*, en el sentido de Lakatos, que aglutina investigación, docencia y acción social crítica, situadas en la perspectiva relativista y la construcción social del conocimiento (Oliveras, 2015). Desde tal perspectiva nos preguntamos qué se entiende por matemáticas: se valora como conocimiento científico-matemático el conjunto de prácticas específicas realizadas por diversos tipos de personas o comunidades (D'Ambrosio y Rosa, 2008). Es decir, prácticas prototípicas que constituyen una parte importante y representativa de culturas y microculturas diferentes (Hunting, 1986, citado en Pinto *et al*, 2020). Los planteamientos

etnomatemáticos consideran inseparables las matemáticas formales y las etnomatemáticas, entendidas estas como las matemáticas practicadas por todos los grupos culturales, siendo las matemáticas formales las practicadas por el grupo de los académicos.

Destacamos la importancia del uso del juego como elemento potenciador del pensamiento matemático y científico, desde una perspectiva Etnomatemática. Así para activar este pensamiento, se ha abordado el juego a través de un microproyecto lúdico de enfoque interdisciplinar, planteado por Oliveras en 1996, citado en Blanco-Alvarez *et al* (2017). Este a su vez, es un método de enseñanza que ha demostrado su eficacia para estimular el aprendizaje de los alumnos a través de experiencias significativas que se centran en la resolución de problemas.

El “microproyecto etnomatemático” es un diseño curricular interdisciplinar centrado en un *signo cultural* relevante en una cultura, por ejemplo su gastronomía, sus artesanías, la modalidad del vestir, la arquitectura, y sobre el cual diseñamos actividades enfocadas al conocimiento de las matemáticas y las ciencias, de forma contextualizada. Si el signo cultural son los juegos se le llaman “microproyectos lúdicos”. La esencia de un microproyecto etnomatemático es el contexto, la cultura y la *situación* en un elemento de ella de acciones que conllevan procesos y conceptos científico-matemáticos (Oliveras, 2006, 2008; Fernández-Oliveras, y Oliveras, 2015).

1.2.2. Aprendizaje mediante Juego

Como indicamos en nuestro artículo: Implementation of a Playful Microproject Based on Traditional Games for Working on Mathematical and Scientific Content, (Fernández-Oliveras *et al*, 2021) Huizinga consideraba al

hombre un Homo Ludens u “hombre que juega”. Para este autor el juego es un fenómeno cultural, un impulso social que se extiende por todas las civilizaciones como un elemento esencial de cada cultura que los sujetos crean y utilizan a lo largo de toda su vida (Huizinga, 2013, 2014). Asumimos su visión y valoramos la importancia del juego como signo cultural que caracteriza a cada grupo social y pertenece a toda la humanidad ya que se origina con el propio desarrollo de la sociedad.

Respecto a las repercusiones del juego en cada sujeto, es innegable su influencia educativa. Cornellà, Estebanell y Brusi (2020) retoman la consideración de que en la etapa de Educación Infantil hay una idea más generalizada sobre la importancia del juego en el desarrollo, pero en cambio, cuando se produce el salto a la Educación Primaria se considera el juego como un elemento exclusivamente lúdico, se obvia su aspecto educativo y se tiende a cambiar drásticamente la metodología, que prescinde del juego. Sin embargo, el juego es el escenario idóneo para adquirir numerosos aprendizajes, algunos juegos ayudan a la estructuración del lenguaje (Latorre, 2003) y otros favorecen el desarrollo del pensamiento, posibilitando aprendizajes significativos (Glenberg y Robertson, 1999). Según Garaigordobil (1992), hay multitud de estudios que demuestran cómo el juego es una pieza clave en el desarrollo y el aprendizaje de niños y adultos. Existe actualmente toda una línea de investigación internacional sobre el aprendizaje lúdico, el aprendizaje basado en juegos, la gamificación y los juegos serios (Deterding et al. 2011; Castillo-Merino y Serradell, 2014; Urquidi y Tamarit, 2015), el juego como actividad cultural y educativa, y una sublínea con especial interés en su repercusión sobre la educación científica y matemática (Bergen, 2009;

Vázquez-Alonso y Manassero-Mas, 2017), en la cual se fundamenta nuestro trabajo.

1.2.3. Proyecto como integración de estudios

Teniendo siempre presente su importancia a nivel educativo, consideramos el juego como un elemento clave en el desarrollo de la persona, hasta el punto de tomarlo como referencia para realizar un proyecto de investigación educativa que constituye esta tesis, que integra varios estudios sobre el juego, sus clasificaciones y su potencial para trabajar contenidos matemáticos y científicos con los estudiantes (Espigares-Gámez, Fernández-Oliveras y Oliveras, 2019a, 2019b, 2020a, 2020b).

Dicho proyecto consta de cuatro componentes o facetas, cada una configurada como un tipo de estudio:

- Estudio antropológico
- Estudio analítico
- Estudio educativo
- Estudio de investigación de campo.

La facetas correspondiente al estudio antropológico implica investigar el juego de manera puramente etnológica, es decir, el principal elemento de estudio es la cultura que se asocia al juego, el origen histórico y función social de dicho juego, junto con su funcionamiento en el momento actual (componentes materiales, dónde se juega y quién, área geopolítica de referencia). El estudio antropológico de nuestro proyecto es pertinente, por la naturaleza del juego, y fundamental, porque nuestro trabajo se fundamenta en el programa de investigación denominado Etnomatemática (Oliveras, 2015;

D'Ambrosio y Rosa, 2008), que investiga las relaciones entre las matemáticas y las diversas culturas, haciendo visible la existencia de matemáticas en todas ellas.

El estudio analítico consiste en la clasificación y el análisis de los juegos seleccionados, centrándose principalmente en sus aspectos matemáticos y científicos, pero considerando también otros detalles sobre su jugabilidad (Espigares-Gómez *et al*, 2019b; Fernández-Oliveras *et al*, 2019a, Espigares-Gómez *et al*, 2020a). Este estudio pretende obtener información acerca de las potencialidades de los juegos para desarrollar aprendizajes STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics). Podemos definir la educación STEAM como un modelo más avanzado de la educación STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics), donde las artes están presentes en diversas facetas, como puede ser la creatividad, pero también el aprendizaje es apoyado y mejorado en dominios cognitivos, físicos, de lenguaje, sociales y emocionales (Chawla, 2013). Teniendo esto en cuenta, es destacable la actual creencia de que la "A" en STEAM se refiere solo a las bellas artes. Una idea totalmente errónea, puesto que el potencial completo de STEAM va más allá de la estética e incluye artes del lenguaje, cultura, historia y humanidades (Sullivan *et al*, 2017).

En este punto, es donde se aprecia con mayor claridad, la influencia de la educación STEAM dentro de nuestra propuesta basada en Microproyectos lúdicos sobre juegos tradicionales (Oliveras, 1996; Fernández-Oliveras y Oliveras, 2015). Ya que no solo pretendemos trabajar estos juegos desde una perspectiva matemática-científica, donde también se integren áreas como la ingeniería o la tecnología, sino que también se pretende realizar un enfoque basado en las manifestaciones culturales. Ello proporciona un contexto para el

aprendizaje en valores adecuado para un proyecto de este tipo, algo que ya comentaron Park y Ko (2012) al indicar que dentro de la educación STEAM también se deben tener en cuenta sistemas de pensamiento integrador, creatividad y valores, así como el fomento de actitudes relacionadas con la ética, la comunicación, la sociabilidad, la cooperación, el liderazgo y la empatía.

Integrando estas ideas y partiendo de las áreas de Matemáticas y Ciencias, realizamos el estudio educativo, que implica la elaboración del programa y la implementación de microproyectos lúdicos centrado en juegos tradicionales internacionales. Proponemos el uso de actividades de aprendizaje basadas en estos juegos tradicionales, que fueron previamente analizados en el estudio analítico, considerados estos como mediadores y recursos educativos para lograr un aprendizaje interdisciplinario integrado, insertado en un modelo educativo basado en valores de tipo intercultural (Oliveras, 2006).

El estudio de investigación de campo se compone de estudios de caso que tratan del análisis de la implementación de los microproyectos elaborados, con ocurrencia de situaciones lúdicas potenciadoras de aprendizajes STEAM que permiten trabajar contenidos científico-matemáticos.

En la Figura 2 se representa el proyecto en su globalidad, mostrando las cuatro áreas de la didáctica de las matemáticas que intervienen en el y lo fundamentan, así como los cuatro tipos de estudios que se combinan para obtener respuestas a las preguntas de investigación.



Figura 2. El proyecto: las cuatro áreas que lo fundamentan y los cuatro tipos de estudios que se combinan en el

1.3. Objetivos y preguntas de investigación.

Esta investigación se plantea como meta explorar las relaciones entre los conocimientos científico-matemáticos, los juegos y la cultura diseñando elementos curriculares de enseñanza-aprendizaje (microproyectos) que favorezcan competencias integradas tipo STEAM, en un contexto de interculturalidad. Esta meta se concreta en los siguientes objetivos:

Objetivo 1: Manifestar habilidades matemáticas y científicas jugando y construyendo juegos.

Objetivo 2: Conocer juegos de diversas culturas y analizar su potencial matemático y científico.

Objetivos 3: Usar el potencial de los juegos para activar pensamiento científico-matemático y trabajar contenidos contextualizados en aspectos culturales, desarrollando destrezas científicas y valores interculturales.

Los objetivos han dado lugar a diversas Preguntas de Investigación que se han ido abordando en varias etapas y estudios y que son:

P1. ¿Se pueden establecer, mediante el uso de juegos, relaciones entre etnomatemáticas implícitas en dichos juegos y las matemáticas y ciencias del currículo escolar?

P2. ¿Es posible desarrollar elementos teóricos que permitan tener información sobre lo que hemos denominado las “potencialidades matemáticas y científicas” de los juegos?

P3. ¿La creación de un catálogo de juegos y un modelo de clasificación de los mismos serán instrumentos que permitan realizar el análisis didáctico de los juegos y manifestar sus “potencialidades matemáticas y científicas”?

P4. ¿Los Microproyectos permitirán la emergencia de elementos científico-matemáticos activados y la Inmersión cultural, especialmente con la mediación de juegos con potencial científico-matemático?

P5. ¿Será eficiente la construcción de elementos de evaluación de los conocimientos adquiridos, que involucren juegos con potencial científico-matemático?

Para lograr respuestas a estas preguntas se han realizado investigaciones de campo y teóricas que han obtenido resultados favorables al logro de los objetivos.

Mediante los estudios realizados se han ido abordando estas preguntas y sus particularidades de modo que todas se han trabajado y se tienen resultados sobre ellas. En el proceso se han interrelacionado diversas actuaciones, lo que podemos representar en la siguiente Figura 3:

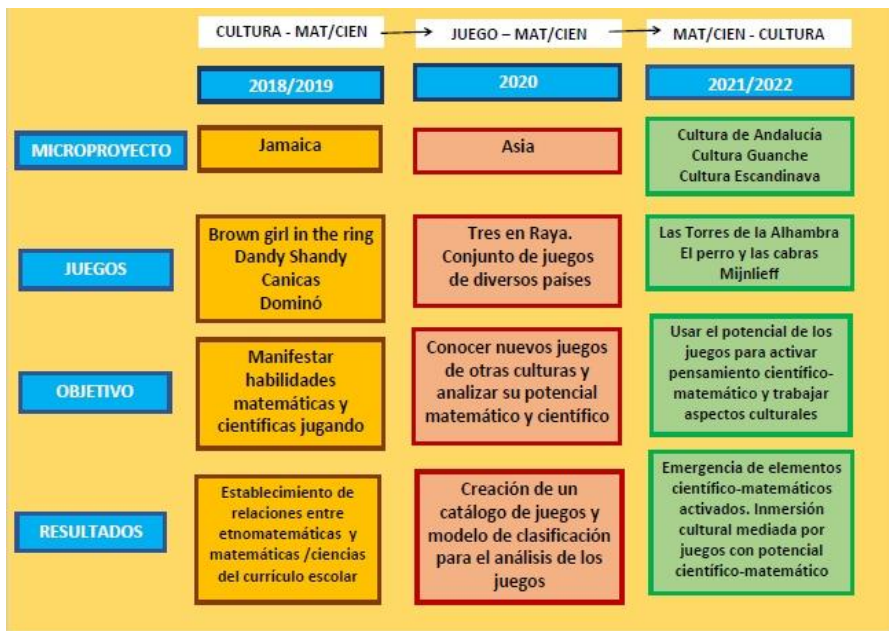


Figura 3. Interrelación de las diversas actuaciones

1.4. Presentación de los trabajos realizados

El conjunto de trabajos realizados y publicados se extiende a 11, siendo de cuatro tipos. Artículos de investigación se realizaron cuatro, tres de corte experimental y uno teórico. Artículos de difusión y conexión con el profesorado en ejercicio se realizó uno. Capítulos de libro se realizaron dos y

comunicaciones a congresos de investigación se realizaron cuatro. Los resultados que engloban son complementarios ya que unos son teóricos que permiten tener instrumentos para gestionar el uso didáctico de juegos y otros muestran casos prácticos de tal tipo de uso de los juegos y los aprendizajes científico-matemáticos activados con ellos. El conjunto constituye un material valioso para el profesorado de Educación Infantil y Primaria interesado por una forma diferente de afrontar los aprendizajes matemáticos, científicos y técnicos, más contextualizada y con sentido cultural. La relación de cada publicación con los temas de estudio y los objetivos planteados la reflejamos en la Figura 4:

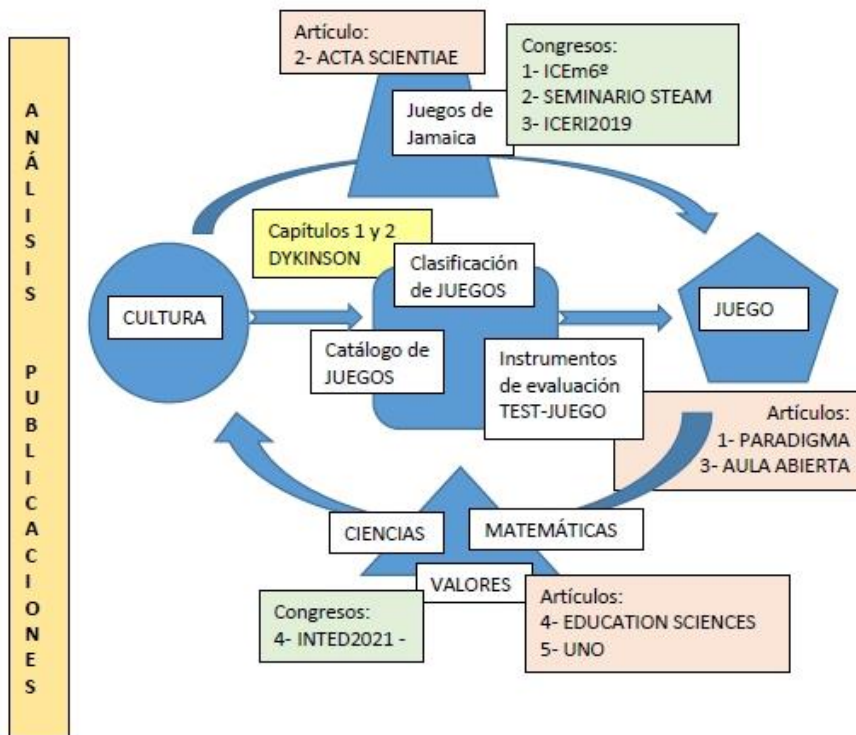


Figura 4. Relación entre las publicaciones los temas de estudio y los objetivos planteados

Las referencias de todos los referidos trabajos realizados son, por orden temporal de publicación:

1º- Congreso 1.- Fernández-Oliveras, A., Espigares-Gámez, M. J. y Oliveras M. L. (2018). Selección de juegos tradicionales practicados en Jamaica como punto de partida para el diseño de una propuesta didáctica centrada en la educación científica y matemática con un enfoque interdisciplinar. En *6to. Congreso Internacional de Etnomatemáticas*. Recuperado de <https://icem6.etnomatematica.org/index.php/icem6/icem6/paper/view/163>

2º-Capítulo 1.- Fernández-Oliveras, A., Espigares-Gámez, M. J. y Oliveras M. L. (2019a). Teorizaciones para la tipificación de juegos con potencial educativo STEAM. En: Tomás Sola Martínez, Marina García Carmona, Arturo Fuentes Cabrera, Antonio Manuel Rodríguez García, Jesús López Belmonte, Coord. *Innovación educativa en la sociedad digital*, pp. 1645-1658, Edit. Dykinson, España. ISBN 978-84-1324-493-8.

3º-Capítulo 2.- Espigares-Gámez, M. J., Fernández-Oliveras, A. y Oliveras M. L. (2019b). Análisis de juegos. Catálogo de juegos tradicionales para trabajar áreas científicas y matemáticas. En: Tomás Sola Martínez, Marina García Carmona, Arturo Fuentes Cabrera, Antonio Manuel Rodríguez García, Jesús López Belmonte, Coord. *Innovación educativa en la sociedad digital*. pp. 2186-2200. Edit. Dykinson, España. ISBN 978-84-1324-493-8.

4º-Congreso 2.- Espigares-Gámez M. J., Fernández-Oliveras, A. y Oliveras, M. L. (2019c). Compilation of traditional games played in Jamaica: an ethnomathematical study for STEAM education. *Proceedings of ICERI2019 Conference*, 9643-9649. Seville, Spain.

5°-Congreso 3.-Fernández-Oliveras, A., Espigares-Gómez, M. J., y Oliveras, M. L. (2019d). Gamification and game-based learning for the development of STEAM skills in kindergarten, primary and secondary education. Updating initial teacher training. Simposio llevado a cabo en el *Seminario: Innovation in Learning and teaching in Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) fields*. COIMBRA. Granada.

6°-Artículo 1.- Espigares-Gómez, M. J., Fernández-Oliveras, Alicia y Oliveras, M. L. (2020a). Instrumento para evaluar competencias matemáticas y científicas del alumnado que inicia Educación Primaria, mediante juegos. *Paradigma*, 41, 326-359. <https://doi.org/10.37618/PARADIGMA.1011-2251.2020.p326-359.id807>

7°-Artículo 2- Espigares-Gómez, M. J., Fernández-Oliveras, A. y Oliveras M. L. (2020b). Games as STEAM learning enhancers. Application of traditional Jamaican games in Early Childhood and Primary Intercultural Education. *Acta Scientiae*, 22(4), 28-50. <https://doi.org/10.17648/acta.scientiae.6019>

8°- Congreso 4.- Espigares-Gómez M. J., Fernández-Oliveras, A. y Oliveras, M. L. (2021a). Anthropological and analytical studies for the Design of a playful microproject devoted to Mathematics and Science education. *Proceedings of INTED2021 Conference*. March 2021, 1876- 1881. ISBN: 978-84-09-27666-01876.

9°- Artículo 4.- Fernández-Oliveras, A., Espigares-Gómez, M.J. and Oliveras, M.L. (2021b). Implementation of a Playful Microproject Based on Traditional Games for Working on Mathematical and Scientific Content. *Education Sciences* 11 (10), 624- 648; doi: 10.3390/educsci11100624.

10º- Artículo 5.- Espigares-Gómez M. J., Fernández-Oliveras, A. y Oliveras, M. L. (2022a). Juego, Matemáticas y Ciencias ¿son Cultura? *UNO: Revista de Didáctica de las Matemáticas*, 97, 10-17.

11º- Artículo 6.- Espigares-Gómez M. J., Fernández-Oliveras, A. y Oliveras, M. L. (2022b). Juego y Test para activar conocimiento científico y matemático infantil. *Revista Aula Abierta*, (en revisión) pp. x-x+23.

Estas publicaciones no se gestaron en este orden, sino que, con criterios conceptuales, se fueron elaborando en sucesivas fases de la investigación y responden a los objetivos y preguntas de investigación, pero no de modo exclusivo, en unos se trabajan varias mezcladas y otros responden más exclusivamente alguna pregunta u objetivo concreto. En el siguiente apartado se va a ir mostrando el objeto de cada publicación, al mostrar los resultados obtenidos planteándolos como respuestas a las preguntas formuladas.

2. RESULTADOS

Los resultados de los estudios realizados, que se agruparon en cuatro tipos (Figura 2) constituyen los resultados de la tesis y para su discusión y conclusiones los vamos a extraer de las publicaciones principales realizadas (las publicaciones complementarias han servido para matizar y ordenar los procesos creativos pero no contienen resultados relevantes diferentes de los que emanan de las contribuciones principales).

Vamos a hacer un análisis de contenido interpretativo de los resultados de cada publicación, tomando como categorías las preguntas de investigación y pondremos de manifiesto si esas preguntas han obtenido alguna respuesta, positiva o negativa mediante la indagación efectuada que se mostró en esa

publicación, de este modo podremos llegar a concluir en qué sentido se lograron los objetivos marcados.

En el artículo número 1 se indica: “durante la sesión final las jugadoras pusieron de manifiesto numerosas técnicas para mejorar su juego”. Algo similar ocurre con el debate ante el planteamiento de una hipótesis. Durante esta sesión las jugadoras se mostraban más participativas y pusieron de manifiesto un mayor número de ideas ante la pregunta planteada por la investigadora. También fue destacable cómo a medida que avanzaban las sesiones realizaban estructuras de juego más complejas, reflejadas en el video. En la sesión final se demostró un gran avance respecto al aumento de aprendizajes STEAM, confirmando el potencial matemático y científico del juego y la validez didáctica del MPL” (esto nos remite a P1, P2, P4). “Así, mediante este ciclo de investigación, se ha conseguido evidenciar el valor educativo del juego como metodología para el desarrollo de aprendizajes STEAM, y manifestar que los juegos tradicionales son buenos mediadores para difundir valores que contribuyen a educar en interculturalidad”. Se inducen resultados favorables a las preguntas: P1, P2 y P4.

Analizando los dos capítulos: “Teorizaciones para la tipificación de juegos con potencial educativo STEAM” y “Análisis de Juegos. Catálogo de Juegos Tradicionales para trabajar áreas Científicas y Matemáticas”, del libro: *Innovación Educativa en la Sociedad Digital: Vol.VII.*, de la editorial Dykinson, que son de investigación teórica se concluyó que: Es posible elaborar elementos teóricos que permitan obtener información sobre lo que hemos denominado las “potencialidades matemáticas y científicas” de los juegos. “Para unificar clasificaciones, hemos desarrollado un modelo de tipificación de juegos basado en presupuestos lógicos, con cinco estructuras

inclusivas: perspectivas, categorías, criterios, tipos y subtipos, para tipificar cada juego según sus peculiaridades, incluida la que hemos denominado “potencial didáctico para la educación STEAM”. Se aprecian resultados favorables a las preguntas: P2 y P3.

En el artículo número 2, se indica: “Se analizaron las potencialidades matemáticas y científicas de los juegos, mediante un análisis de contenido de las reglas de juego y un análisis etnográfico de los materiales y el contexto del juego. Por otra parte se había analizado el test Boehm, cuando se introdujo en España, encontrando en todos sus ítems contenidos matemáticos, propios del pensamiento infantil. Los resultados de ambos estudios junto al análisis de contenido de las relaciones entre los juegos con potencialidad matemática y científica y los ítems del test citado, nos han permitido crear un instrumento de evaluación de las capacidades matemáticas y científicas infantiles. Como se puede apreciar, en el catálogo, encontramos juegos interesantes para trabajar áreas científicas y matemáticas que pertenecen a distintas tipologías, algo propiciado por la intención de seleccionar diversidad de juegos que permitan no solo enriquecer el estudio, sino también su posible utilidad para centros educativos (formales, no formales e informales), con jugadores de edades variadas.

En los 18 juegos del catálogo las categorías mayoritarias son: reglado de mesa (7) y de pensamiento y creatividad con PDS alto (7), le siguen los de coordinación sensorial (5) y de pensamiento y creatividad con PDS medio o bajo (5), mientras que populares hay solo 4. Los que ponen en acción el cuerpo y los sentidos en modalidad funcional son 3 e igual cantidad son de exteriores, siendo aún más minoritarios los de naipes (2) y los que se realizan con manos (1), que suelen ser a su vez populares. Encontramos equilibrada la cantidad de

juegos más sedentarios y abstractos (9) frente a los que ponen más en acción el cuerpo (9). Predominan los reglados de mesa y fichas frente a los de cartas, y son minoritarios los que se juegan en el exterior (3). Si consideramos la edad mínima recomendada para cada juego, vemos que hay de tres a cinco años (Educación Infantil) y de seis en adelante (Educación Primaria), en igual cantidad (9). El conjunto de juegos, en suma, presenta una variedad entre los juegos mostrados hay siete europeos, seis americanos, tres africanos, uno asiático y uno de Oceanía, por lo que están representados los cinco continentes, para promover una educación intercultural con enfoque etnomatemático. El catálogo elaborado permite, no solo enriquecer la investigación que estamos desarrollando, sino que también podría tener utilidad para centros educativos en ámbitos de educación formal, no formal e informal (colegios, ludotecas, museos interactivos...).” Esta es una cualidad positiva emergente, no prevista en las preguntas de investigación, además se deducen respuestas favorables a las preguntas: P1, P2, P3.

En el artículo número 3 se indica: “Con la puesta en práctica del microproyecto lúdico en escenarios de segundo ciclo de Educación Infantil hemos conseguido mostrar cómo a través del uso del juego tradicional "Tres en Raya" se han evidenciado habilidades relacionadas, sobre todo, con el pensamiento matemático y científico, pero también con el resto de áreas STEAM, por ejemplo, el uso de la tecnología, como elemento de ampliación de información y de apoyo a la construcción del tablero de juego, y el desarrollo de la creatividad artística a la hora de decorar el material de juego construido. Se ha construido el juego poniendo de manifiesto las habilidades ingenieriles del alumnado, pero también sus habilidades artísticas relacionadas con la creatividad, también se ha trabajado la importancia de valorar y respetar

las culturas y la diversidad” (lo que conecta con las preguntas P1 y P4). Igualmente en los resultados obtenidos en matemáticas y ciencias, podemos indicar cómo en relación al área de matemáticas, gracias a los datos recogidos a través del test Boehm, observamos que un elevado porcentaje del alumnado ha respondido de forma correcta a los ítems planteados, lo cual nos confirma que el uso del juego tradicional como elemento de enseñanza-aprendizaje ha dado sus frutos ya que consideramos muy favorable que la mayoría del alumnado haya obtenido un porcentaje de aciertos mayor del 70%” (relacionado con P5). Y también obtuvimos que: “Durante este proceso no solo se ponen de manifiesto las destrezas científicas planteadas a priori (se refiere al estudio teórico de los juegos), sino que se reflejan algunas emergentes: seguir las normas, apreciar lo diferente, respetar al contrincante, de forma continuada en los participantes” (conduce a P2). Se concluye para este artículo que: “El diseño e implementación de un Microproyecto lúdico etnomatemático, como elemento de enseñanza-aprendizaje involucrando a dicho juego tradicional Tres en Raya y a una adaptación propia del test Bohem como elemento para evaluación, ha sido eficiente para activar y evidenciar conceptos y habilidades matemáticas y científicas, entre otras, de los participantes, logrando con economía de medios un éxito muy considerable (relacionado con P4). La Elaboración de una adaptación del cuaderno de imágenes del Test Bohem, tomando para las imágenes modificadas contextos relacionados con el juego Tres en Raya, ha sido eficaz para manifestar el dominio de conceptos básicos, ya que los resultados dan porcentajes óptimos de aciertos por los participantes, en la cumplimentación del test adaptado” (conduce a P5). Luego tenemos respuestas favorables a P1, P2, P4, P5.

Con el artículo 4, publicado en Education Sciences (Artículo 4) culminan los cuatro estudios que configuran el proyecto de investigación que constituye esta tesis, formando parte del estudio de campo, junto al artículo 1 y al 5. En este se muestran los logros de un microproyecto complejo que involucra a tres juegos de tres zonas culturales distintas y complementarias históricamente. Los resultados de este trabajo permiten afirmar que se ha conseguido diseñar, elaborar e implementar actividades basadas en juegos tradicionales obteniendo evidencias de que se han movilizad o procesos o conceptos matemáticos y científicos, activados en los jugadores mediante el uso de los juegos seleccionados. Globalmente, los tres juegos tradicionales seleccionados (El perro y las cabras, Las torres de la Alhambra y Mijnlieff) han favorecido la activación de contenidos matemáticos y científicos en un contexto STEAM, resultando idóneos como signos culturales para elaborar un microproyecto lúdico. En este estudio “la metodología de investigación ha sido cualitativa, realizándose un estudio de caso. Se ha llevado a cabo un análisis de contenido, utilizado como categorías a priori los contenidos científicos y matemáticos encontrados en los juegos en un estudio previo (Catálogo), agrupados aquí según las componentes de la cultura de Huxley 1955: artefactos, mentifactos y sociofactos. Los resultados manifiestan activación de hasta 21 categorías, tales como observación, establecimiento de relaciones (orden y clasificación), reconocimiento de regularidades, planteamiento de hipótesis, diseño de estrategias, evaluación de resultados. La agrupación de categorías denominada Mentifactos, asociada a objetivos y retos del juego, es la más evidenciada.” Se aprecian respuestas favorables a las preguntas: P1, P4, P5

En la publicación Artículo número 5 se mostró una síntesis de los estudios realizados obteniendo especial importancia en ella el aspecto de los valores potenciados por las actuaciones educativas realizadas, valores de tolerancia e interculturalidad: “Gracias a la creación e implementación de estos microproyectos no solo se ha cumplido el objetivo de evidenciar destrezas matemáticas y científicas jugando, sino también el aspecto intercultural, al ver al alumnado mostrar interés por culturas como la jamaicana o la guanche que desconocían y pueden parecer poco valoradas socialmente”. Resalta la respuesta favorable a la pregunta P4. Y una categoría emergente, no planteada en las preguntas de investigación, alusiva a la actitud muy favorable de los docentes implicados hacia esta metodología que incluye las matemáticas de todas las culturas, con juegos que permitan desarrollar el sentido matemático y científico infantil.

3. CONCLUSIONES

Desde el enfoque etnomatemático miramos más allá de la eficiencia estrictamente curricular y nos preocupamos por la contribución de nuestro trabajo al Desarrollo Sostenible global y teniendo en cuenta los resultados obtenidos creemos que estos pueden aportar pequeñas mejoras en la ciudadanía infantil, que regirá el mundo en un futuro. Tomamos como referente teórico para esta afirmación el diagrama de trébol del Informe “Cultural Heritage Counts for Europe” (CHCFE Consorcio, 2015), financiado por la Unión Europea, que mostramos en la Figura 5:



Figura 5. Caracterización de las variables que inciden en el Desarrollo Sostenible. Fuente: Consorcio CHCFE; www.encatc.org/culturalheritagecountsforeurope.

Creemos que, según esta caracterización del desarrollo sostenible, nuestro proyecto de investigación incide en cuatro espacios clave, tres en la intersección de lo Cultural con lo Social: “Educación, conocimiento, aptitudes”; “Sentido del Lugar”; “Creación de identidad” y uno en lo Cultural en “Creación de imágenes y símbolos”, ya que mediante los juegos se activan elementos simbólicos científico matemáticos, se genera educación, conocimientos y aptitudes y al tratarse de juegos tradicionales se favorece el sentido del lugar y la creación de identidad, aportando en estos aspectos

herramientas que contextualizan el micro desarrollo sostenible y lo dinamizan de forma positiva.

Por otra parte, unificando los resultados de todas las publicaciones no hemos encontrado evidencias de respuestas negativas a ninguna de las preguntas de investigación, solo queremos recordar el ambiente negativo existente a nivel mundial mientras se desarrollaba gran parte de este proyecto de investigación, por la pandemia debida al Covid 19, lo que ha hecho más difícil la tarea, especialmente el trabajo de campo, afectando a las emociones del equipo investigador y retrasando los resultados.

Mostramos en la siguiente Tabla 1 las relaciones que hemos encontrado entre los resultados y las preguntas de investigación:

	ACTA SCIENTIAE	2 CP. EDITORIAL DYKINSON	PARADIGMA	EDUCATION SCIENCES	AULA ABIERTA	UNO
Pregunta 1	X		X	X	X	
Pregunta 2	X	XX	X		X	
Pregunta 3		XX	X			
Pregunta 4	X			X	X	X
Pregunta 5				X	X	
Logros emergentes		Utilidad para centros:			Actitud favorable de	

no pretendidos	colegios, ludotecas	los docentes
----------------	---------------------	--------------

Tabla 1. Relaciones entre los resultados y las preguntas de investigación. Elaboración propia.

Se observa que todas las preguntas han obtenido respuestas favorables en al menos 3 publicaciones, lo que supone un proceso de triangulación de los resultados, de esta meta investigación sobre todo el proyecto, que conduce a poder afirmar que todas las preguntas de investigación han sido exitosas y su conjunción en los objetivos marcados también hace que estos se hayan superado con acierto. La cuantificación de las verificaciones de cada pregunta no es relevante ni se ha pretendido establecer una jerarquía de preguntas más confirmadas que otras, solo constatar que los diversos estudios han proporcionado un recubrimiento de los planes de preguntas y objetivos marcados como guía para el conjunto de la investigación.

Se han coloreado conjuntamente los artículos de los que han emergido aspectos de interés no pretendidos con la investigación, pero que valoramos muy positivamente.

Por lo tanto podemos afirmar que en estas condiciones contextuales es posible: manifestar habilidades matemáticas y científicas jugando y construyendo juegos; conocer juegos de diversas culturas y analizar su potencial matemático y científico; usar el potencial de los juegos para activar pensamiento científico-matemático y trabajar aspectos culturales y valores interculturales, mediante microproyectos que integren juegos y recursos contrastados de evaluación, dentro de un ambiente de apreciación de todas las

culturas y de sus prácticas matemáticas y científicas genuinas, contribuyendo a una educación matemática y científica de calidad para la ciudadanía.

4. CONTRIBUCIONES QUE FORMAN PARTE INTEGRANTE DE LA TESIS

Es conveniente hacer una clasificación de las publicaciones elaboradas en dos tipologías: principales y complementarias, en función de tres variables: su cometido, sus resultados y su medio de publicación.

Las contribuciones principales han aportado los principales resultados, pretendíamos con ellas avanzar en el conocimiento de los temas y los casos objeto de estudio y los medios de publicación han sido revistas de prestigio del área y editorial solvente a nivel internacional. Las contribuciones complementarias han tenido otra función, más divulgativa de resultados parciales, organizativa, de cohesión entre los distintos temas implicados y de dedicación a los profesores, como los elementos esenciales que dan sentido a toda investigación educativa. Estas se han publicado en revista de profesorado, congresos internacionales con actas mejor difundidas o con una temática muy relacionada con el proyecto, como es el 6º Congreso Internacional en Etnomatemáticas, evento de ámbito mundial.

Las referencias de las contribuciones, clasificadas en principales y complementarias se recogen en la siguiente Tabla 2:

PUBLICACIONES

P
R
I
N
C
I
P
A
L
E
S

Espigares-Gámez, M. J., Fernández-Oliveras, A. y Oliveras M. L. (2020b). Games as STEAM learning enhancers. Application of traditional Jamaican games in Early Childhood and Primary Intercultural Education. *Acta Scientiae*, 22(4), 28-50. <https://doi.org/10.17648/acta.scientiae.6019>

Fernández-Oliveras, A., Espigares-Gámez, M. J. y Oliveras M. L. (2019a). Teorizaciones para la tipificación de juegos con potencial educativo STEAM. En: Tomás Sola Martínez, Marina García Carmona, Arturo Fuentes Cabrera, Antonio Manuel Rodríguez García, Jesús López Belmonte, Coord. *Innovación educativa en la sociedad digital*, pp. 1645-1658, Edit. Dykinson, España. ISBN 978-84-1324-493-8.

Espigares-Gámez, M. J., Fernández-Oliveras, A. y Oliveras M. L. (2019b). Análisis de juegos. Catálogo de juegos tradicionales para trabajar áreas científicas y matemáticas. En: Tomás Sola Martínez, Marina García Carmona, Arturo Fuentes Cabrera, Antonio Manuel Rodríguez García, Jesús López Belmonte, Coord. *Innovación educativa en la sociedad digital*. pp. 2186-2200. Edit. Dykinson, España. ISBN 978-84-1324-493-8.

Fernández-Oliveras, A., Espigares-Gámez, M.J. and Oliveras, M.L. (2021b). Implementation of a Playful Microproject Based on Traditional Games for Working on Mathematical and Scientific

Content. *Education Sciences*, 11 (10), 624- 648; doi: 10.3390/educsci11100624.

Espigares-Gámez M. J., Fernández-Oliveras, A. y Oliveras, M. L. (202_). Juego y Test para activar conocimiento científico y matemático infantil. Revista *Aula Abierta*, pp.x-x+23. (En revisión).

Espigares-Gámez, M. J., Fernández-Oliveras, Alicia y Oliveras, M. L. (2020a). Instrumento para evaluar competencias matemáticas y científicas del alumnado que inicia Educación Primaria, mediante juegos. *Paradigma*, 41, 326-359. <https://doi.org/10.37618/PARADIGMA.1011-2251.2020.p326-359.id807>

Espigares-Gámez M. J., Fernández-Oliveras, A. y Oliveras, M. L. (2022). Juego, Matemáticas y Ciencias ¿son Cultura? *UNO: Revista de Didáctica de las Matemáticas*, 97, 10 -17.

PUBLICACIONES

C
O
M
P
L
E
Fernández-Oliveras, A., Espigares-Gámez, M. J. y Oliveras M. L. (2018). Selección de juegos tradicionales practicados en Jamaica como punto de partida para el diseño de una propuesta didáctica centrada en la educación científica y matemática con un enfoque interdisciplinar. En *6to. Congreso Internacional de Etnomatemáticas*. Recuperado de <https://icem6.etnomatematica.org/index.php/icem6/icem6/paper/view/163>

- M** Espigares-Gómez M. J., Fernández-Oliveras, A. y Oliveras, M. L.
E (2019c). Compilation of traditional games played in Jamaica: an
N ethnomathematical study for STEAM education. *Proceedings of*
T *ICERI2019 Conference*, 9643-9649. Seville, Spain.
A
- R** Fernández-Oliveras, A., Espigares-Gómez, M. J., y Oliveras, M. L.
I (2019d). Gamification and game-based learning for the development
A of STEAM skills in kindergarten, primary and secondary education.
S Updating initial teacher training. Simposio llevado a cabo en el
Seminario: Innovation in Learning and teaching in Science,
Technology, Engineering and Mathematics (STEM) fields.
COIMBRA. Granada.
- Espigares-Gómez M. J., Fernández-Oliveras, A. y Oliveras, M. L.
(2021a). Anthropological and analytical studies for the Design of a
playful microproject devoted to Mathematics and Science education.
Proceedings of INTED2021 Conference. March 2021, 1876- 1881.
ISBN: 978-84-09-27666-01876.

Tabla 2: Contribuciones clasificadas en principales y complementarias

Juegos tradicionales para desarrollar el pensamiento matemático-científico y su aplicación a propuestas didácticas integradas diseñadas desde una perspectiva Etnomatemática

4.1. Contribución 1. Juegos como potenciadores de aprendizajes STEAM. Aplicación de juegos tradicionales Jamaicaños en Educación Intercultural Infantil y Primaria. Artículo en Revista Acta Scientae

Juegos como potenciadores de aprendizajes STEAM. Aplicación de juegos tradicionales Jamaicaños en Educación Intercultural Infantil y Primaria

RESUMEN

Antecedentes: Pese a su importancia social, los aprendizajes asociados al pensamiento STEAM (science, technology, engineering, arts, and mathematics) consideramos no se desarrollan integradamente en las aulas suficientemente. **Objetivos:** Esta investigación propone favorecer las destrezas STEAM mediante el aprendizaje basado en juegos.. **Diseño:** Estos fueron utilizados para diseñar una propuesta educativa integrada, denominada Micro Proyecto Lúdico (MPL), siguiendo los principios del aprendizaje basado en juegos y un enfoque intercultural centrado en Etnomatemáticas. **Entorno y Participantes:** Este MPL se implementó en un centro escolar español con pequeños grupos de estudiantes de Educación Infantil y Primaria, dedicando tres sesiones a cada uno de los cuatro juegos, que fueron grabadas en vídeo. **Datos recopilados y análisis:** Estudiando la cultura jamaicana, descubrimos que el juego es un signo cultural relevante en Jamaica, recopilamos y analizamos sus juegos tradicionales, generando un catálogo, del cual seleccionamos cuatro juegos, por sus potencialidades para desarrollar en la escuela aprendizajes STEAM. Se realizó investigación cualitativa-interpretativa mediante un estudio de casos y análisis de contenido, empleando una herramienta propia. **Resultados:** son diversas destrezas, artísticas, científicas y matemáticas manifestadas al jugar, cómo: sentido musical, detección de semejanzas, capacidad de giro, identificación de formas, estimación de distancias, formulación de hipótesis y establecimiento de relaciones por criterios, que han confirmado el potencial didáctico de estos juegos, en un entorno de educación intercultural etnomatemática. **Conclusiones:** Se deduce de los resultados la validez del MPL como método didáctico para desarrollar aprendizajes STEAM. Esperamos afianzar y difundir este método realizando nuevas elaboraciones y aplicaciones de MPL. **Palabras clave:** Aprendizajes STEAM; Aprendizaje basado en juegos; Juegos tradicionales; Educación infantil y primaria; Educación intercultural etnomatemática

Jogos como Potencializadores de Aprendizagem STEAM: Aplicação de Jogos Jamaicaños Tradicionais na Educação Intercultural Infantil e Primária

RESUMO

Contexto: Apesar de sua importância social, o aprendizado associado ao pensamento STEAM (science, technology, engineering, arts, and mathematics) que consideramos não é totalmente desenvolvido nas salas de aula. **Objetivos:** Esta pesquisa propõe promover as habilidades do STEAM por meio da aprendizagem baseada em jogos. **Design:** Estes foram utilizados para projetar uma proposta educacional integrada, denominada Micro Play Project (MPL), seguindo os princípios da aprendizagem baseada em jogos e uma abordagem intercultural focada em Etnomatemática. **Ambiente e participantes:** Este MPL foi implementado em uma escola de espanhol com pequenos grupos de alunos da Educação Infantil e do Ensino Fundamental, dedicando três sessões a cada um dos quatro jogos, que foram gravados em vídeo.

Coleta e análise de dados: Estudando a cultura jamaicana, descobrimos que o jogo é um sinal cultural relevante na Jamaica, compilamos e analisamos seus jogos tradicionais, gerando um catálogo, do qual selecionamos quatro jogos, por seu potencial de desenvolver o aprendizado STEAM em escola. A pesquisa qualitativa- interpretativa foi realizada por meio de um estudo de caso e análise de conteúdo, utilizando uma ferramenta proprietária. **Resultados:** são habilidades diversas, artísticas, científicas e matemáticas manifestadas ao tocar, tais como: senso musical, detecção de similaridades, capacidade de girar, identificação de formas, estimativa de distâncias, formulação de hipóteses e estabelecimento de relacionamentos por critérios, que têm confirmaram o potencial didático desses jogos, em um ambiente de educação intercultural etnomatemática. **Conclusões:** A validade do MPL como método didático para desenvolver a aprendizagem STEAM é deduzida dos resultados. Esperamos fortalecer e disseminar esse método, fazendo novas elaborações e aplicações de MPL.

Palavras-chave: aprendizagem STEAM; aprendizagem baseada em jogos; jogos tradicionais; educação infantil e ensino fundamental; educação intercultural etnomatemática.

INTRODUCCIÓN

Desde finales del siglo pasado se está introduciendo el aprendizaje lúdico y la gamificación en los ámbitos educativo y empresarial sin hacer, algunas veces, distinción clara de ambos métodos de aprendizaje. Aprendizaje lúdico, acuñado por Resnick (2004), es “un término genérico que, hasta ahora, consistía en el juego libre y el juego dirigido” (Hassinger-Das, Toub, Zosh, Michnick, Golinkoff y Hirsh-Pasek, 2017, p.203). Una definición más operativa de aprendizaje lúdico nos remite a realizar experiencias de juego para aprender (Fisher, Hirsh-Pasek, Golinkoff, Singer, y Berk, 2010; Johnson, Christie, y Yawkey, 1999). Es posible demostrar que en algunos juegos se reconocen algunas reglas que tienen fuertes similitudes familiares en relación con los juegos que componen las matemáticas (Tiago, Machado de Lara, 2019). Este es un hecho relevante ya que confirma la necesidad de enfatizar la importancia de enseñar matemáticas, incluso en los primeros niveles (De Anunciaçao, Cavalli, Da Silva, 2019). El juego se caracteriza por ser lúdico-divertido, voluntario, de motivación intrínseca, con participación activa y cierta inhibición de la realidad (Pellegrini, 2009; Sutton-Smith, 2001). Transmitiendo estas características al aprendizaje lúdico, “los juegos hacen uso de aspectos como la diversión, la inhibición de la realidad y la curiosidad para atraer al niño y mantener su interés. Estos elementos reflejan la mayoría de los ingredientes clave en el aprendizaje lúdico” (Hassinger-Das, et al, 2017, p.206). Dentro del aprendizaje lúdico podemos incluir el aprendizaje basado en juegos, una metodología de enseñanza óptima para el futuro según el estudio Horizonte 2011 (Johnson, Smith, Willis, Levine y Haywood, 2011). Mostrando que, en tales procesos, había potencialidades pedagógicas para la enseñanza en particular, la de las matemáticas (Costi y Giongo, 2018).

Existen numerosas investigaciones sobre la eficacia de los juegos para producir cambios conductuales, cognitivos y metacognitivos (Mc. Gonigal, 2011), pero no hay tanta investigación sobre juegos como alternativa metodológica a la instrucción, que demuestren su eficacia en el desarrollo de aprendizajes en áreas científicas y matemáticas (Gee, 2013). En la revisión realizada por Li y Tsai (2013) de 31 investigaciones empíricas sobre aprendizaje de ciencias basado en juegos digitales, 27 se plantearon el aprendizaje de conceptos y pocas exploraron procesos, afectos, motivación y aprendizajes científicos

socio-contextuales. Algunas de esas cuestiones, como la conexión natural existente entre juegos y comunidad cultural jamaicana, son transversales al desarrollo de aprendizajes científico-matemáticos en la propuesta educativa planteada en esta investigación, cuya pregunta clave es: ¿Se pueden desarrollar aprendizajes STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics*) mediante juegos tradicionales jamaicanos?

Para responderla abordamos el objetivo general de mostrar el uso de juegos tradicionales como metodología válida para desarrollar aprendizajes STEAM, a través de una propuesta educativa integrada con enfoque intercultural. Más concretamente, nos propusimos dos objetivos específicos de investigación: diseñar e implementar una propuesta educativa centrada en juegos tradicionales practicados en Jamaica, y analizar su potencial didáctico para desarrollar aprendizajes científico-matemáticos contextualizados. Entendemos que un juego tiene potencial didáctico para desarrollar aprendizajes, cuando al jugarlo se registran evidencias de activación de situaciones en las que se requieren ciertos conocimientos (prácticos o teóricos), que se van modificando hacia un mayor dominio, produciendo aprendizajes.

Para ello partimos de la idea de educación STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*), (Furman, 2016; Martín-Páez, Aguilera, Perales-Palacios, Vílchez-González, 2019), considerando que la integración de las distintas áreas de conocimiento produce un conocimiento significativo del mundo, especialmente si se articula mediante aprendizaje basado en juegos, tomados como signo de identidad cultural, (lo que aporta la A de *Arts*).

Queremos explicitar que entendemos la educación intercultural como la práctica educativa que se desarrolla en un contexto en el que estén presentes diversas culturas en las tareas escolares cotidianas, como objetos de estudio que incorporamos al currículo, valorando sus saberes ancestrales, o actuales, tanto como los conocimientos descontextualizados reconocidos académicamente y presentes en los libros de texto. Conocer signos culturales de otras culturas (por ejemplo los juegos) hace valorar a los otros, respetarlos y desear establecer relaciones simétricas entre todas las culturas (interculturalidad), considerando la multiculturalidad un valor social muy enriquecedor.

Así, en nuestra investigación relacionamos juego, interculturalidad y aprendizajes STEAM, desde un enfoque etnomatemático (Oliveras, 2005, 2006), diseñando y desarrollando una propuesta educativa basada en la cultura jamaicana, concretamente en sus juegos, para educar en interculturalidad a niños españoles, al mismo tiempo que desarrollamos sus competencias científico-matemáticas, técnicas y humanísticas, contribuyendo a revalorizar la cultura de Jamaica, por cuyos valores nos sentimos atraídas a estudiar su estilo de vida lúdico y respetuoso con la diversidad.

MARCO TEÓRICO

El juego y la educación STEAM

Para Huizinga (1955, 2014), el juego es acción libre y voluntaria que ocurre en unos límites

espacio-temporales y bajo unas reglas libremente consentidas. Además, es una actividad llena de sentido que tiene una función social y crea su propia estructura social. Piaget (1964) establece que el juego en la infancia permite participar del medio que nos rodea, comprenderlo y asimilar la realidad logrando aprendizajes. Vygotsky considera que la principal función del juego es permitir al individuo realizar su yo, desenvolver su personalidad y adquirir destrezas sociales (Vygotsky, 1982; Vygotsky y Luria, 1994).

Las posibilidades educativas del juego también han sido planteadas por otros muchos autores que han mostrado su incidencia en los conocimientos científicos-tecnológicos, sociales y humanísticos (Bergen, 2009; Fernández-Oliveras, Molina-Correa y Oliveras, 2016; Hassinger-Das, Toub, Zosh, Michnick, Golinkoff y Hirsh-Pasek, 2017; Vázquez-Alonso y Manassero-Mas, 2017). Todos se fundamentan en la multidimensionalidad del juego, considerándolo elemento regulador del desarrollo humano en sociedad. Compartimos esta idea, resaltando tres dimensiones: cultural, de ocio y, especialmente, educativa, donde tiene un poder compensatorio (Figura 1), pues ‘aunque los niños de nivel socioeconómico bajo suelen tener un rendimiento inferior en muchas pruebas, tanto ellos como sus compañeros de nivel más elevado tienden a utilizar matemáticas cotidianas similares en sus juegos’, (Ginsburg, Wu y Diamond, 2019, p. 273).



Figura 1. Dimensiones del juego y desarrollo humano

La conexión entre competencias STEAM y juego la plantearon positivamente Carr y Luken, (2014), al indicar que los niños y niñas que aprenden conceptos académicos, participan en actividades físicas e investigan principios científicos a través del juego, mejoran el desarrollo en todos los dominios. Sin embargo los profesores en activo y también los que están en formación, suelen dudar del valor del juego como método didáctico, especialmente para aprender matemáticas y ciencias (Fernández-Oliveras y Oliveras, 2014).

Podemos definir la educación STEAM como un modelo más avanzado de la educación STEM (Páez, Aguilera, Perales-Palacios, Vílchez-González, 2019), donde las artes y las humanidades, que incluyen la cultura, están presentes en diversas facetas, como la creatividad, la intuición y el desarrollo de la persona en dominios cognitivos,

físicos, de lenguaje, sociales, emocionales y éticos (Chawla, 2013; Furman, 2016; Moorey Smith, 2014; Park y Ko, 2012; Sanders, 2009).

Para profundizar en la perspectiva de la educación STEM y STEAM recurrimos a la literatura educativa, concluyendo que una forma de abordarla es a través del hecho de que todas las disciplinas STEM ofrecen oportunidades para desarrollar un conjunto de prácticas comunes, tales como: formular preguntas y diseñar soluciones, emplear modelos, diseñar prototipos, investigar, analizar e interpretar datos, usar el pensamiento computacional, generar argumentos, evaluar y comunicar información (Bybee, 2010; Stohlmann, Moore, y Roehrig, 2012). La competencia STEM viene caracterizada sobre todo por dar solución a problemas cotidianos, relacionándose con habilidades en todos los niveles educativos (Merrill y Daugherty, 2010; Moorehead y Grillo, 2013). Por otro lado, la OCDE (1996), indica cómo los patrones de intercambio cultural son necesarios para educar actualmente personas flexibles, con una mente global e intercultural, capaces de trabajar creativamente. El potencial completo de STEAM reside en incluir a las artes y las humanidades, entendidas de una forma amplia, contemplando lenguaje, cultura, historia (Sullivan, Strawhacker, Umaschi Bers, 2017) y destrezas del siglo XXI como: creatividad, curiosidad intelectual, pensamiento crítico, alfabetización mediática, cooperación, espíritu empresarial, flexibilidad, interacción intercultural y responsabilidad social, (Ananiadou y Claro, 2009; Rotherham y Willingham, 2010). Además, Park y Ko (2012) subrayan que la educación STEAM debe incluir valores y fomento de habilidades relacionadas con la ética, el liderazgo y la empatía.

Los principios del enfoque educativo STEAM fundamentan esta investigación en enseñanza- aprendizaje de las ciencias y las matemáticas desde una perspectiva interdisciplinar, en la que la metodología didáctica incorpora la parte artístico-humanística a través de signos culturales concretamente del juego, mediante la práctica de juegos tradicionales lo que proporciona adicionalmente un aprendizaje en valores.

El juego y la cultura. Etnomatemáticas

La relación entre juego y cultura la fundamentamos en Huizinga (1955), que plantea el juego como un elemento cultural: “¿Cuánto tiene de juego la cultura?” (Huizinga, 2014, p. 20), y afirma: “Buena parte de la cultura se libra de ser tachada de hipócrita por el mero hecho de enmarcarse en el ámbito del juego. La sociedad se salva, se redime gracias al juego” (Huizinga, 2014, p. 22). Así conexionamos el juego intrínsecamente con la cultura y con la educación intercultural, posición imprescindible en un mundo global.

Todas las culturas juegan, ya que el juego, igual que el pensamiento matemático y científico, son actividades físicas o mentales genuinamente humanas, intrínsecamente ligadas con la cultura, como indica Bishop (1988), experto en Etnomatemáticas, afirmando que existen seis tipos de actividades matemáticas en las que todos los grupos culturales participan, siendo el juego una de ellas. Conceptualizamos las ciencias y las matemáticas siguiendo el planteamiento de las Etnomatemáticas (D'Ambrosio, 2013), consistente en incluir en ellas tanto las teorías formales institucionalizadas en la academia, como las prácticas cotidianas de grupos micro-culturales, tales como: grupos identificados por signos culturales, comunidades urbanas y rurales, grupos

profesionales, étnicos, generacionales. Consecuentemente, esta investigación participa de una epistemología relativista, sociocultural etnomatemática (Oliveras, 2006), que

aboga por la interculturalidad en la educación (Oliveras, 2008). Esto implica aceptar la diversidad cultural con respeto y equidad social, perspectiva que todos los sectores de la sociedad tienen que asumir (Rizvi, 2010, Walsh, 2005).

En el ámbito de la “*cultura escolar*”, Seckel et al. (2020), en su estudio de las actitudes hacia las matemáticas, indican que las actitudes del profesorado influyen en las actitudes al alumnado (Seckel et al., p. 25); respecto a la actitud lúdica, reflejada en el ítem 13 del cuestionario aplicado: “Me resulta divertido estudiar matemáticas”, muestran los siguientes resultados: “Totalmente de acuerdo: 15%, De acuerdo: 24%, Ni de acuerdo ni en desacuerdo: 30%, En desacuerdo: 24%, Totalmente en desacuerdo: 7%”, (Seckel et al., p.31). Es decir un 39% se divierten, el 30% están perplejos ante tal pregunta y un 31% no se divierten. Luego solo un 30% de estos profesores puede transmitir a su alumnado la vivencia de un sentido lúdico de las matemáticas. A su vez, Burgos et al. (2019), afirman que: “El desarrollo del conocimiento y de las competencias matemáticas de los alumnos, se encuentra asociada a la formación didáctica-matemática de sus profesores” (Burgos et al., p.64), lo que muestra la importancia de introducir la perspectiva lúdica en la formación matemática, tanto de los profesores como de los niños, para mejorar su aprendizaje al disfrutar con su estudio.

Finalmente, dentro del enfoque de las Etnomatemáticas, para entender el planteamiento de esta investigación es necesario explicar qué es un microproyecto (Fernández-Oliveras et al., 2015). Se trata de una programación curricular que no parte de contenidos sino de un eje o signo cultural relevante, que pretende el desarrollo de competencias en distintas materias (ciencias, técnicas, matemáticas), a través de actividades integradas basadas en dicho signo. Un microproyecto cuyo signo es el juego contextualizado en una cultura, es un microproyecto lúdico (MPL). En esta investigación, seleccionamos como signo cultural los juegos tradicionales en Jamaica para elaborar un MPL.

METODOLOGÍA

Fases. Métodos y técnicas

La investigación en la que se inserta el presente trabajo, responde a la tipología de Investigación Basada en Diseño (IBD), ó “*Design-Based Research*” (Confrey, 2006, Kelly, Lesh y Baek, 2008) y constituye un sólo ciclo de dicha metodología, el cual consta de tres fases.

En la primera fase, previa a este estudio, se emplearon técnicas de carácter etnográfico, de análisis didáctico curricular y análisis de contenido aplicado a documentos, realizado con categorías a priori tomadas de las epistemologías científica y matemática. Así se elaboró el marco teórico y se configuró un “*Catálogo de juegos culturales Jamaicanos*” (Fernández-Oliveras et al., 2019), muy útil para ludotecas. El contexto para el estudio antropológico inicial fue Jamaica, donde encontramos las actividades lúdicas como un signo de su

identidad cultural. Realizamos el citado catálogo de una veintena de juegostradicionales y descubrimos que son reglados. Este tipo de juegos se caracteriza por unas normas para alcanzar un resultado predeterminado en el sistema del juego, y su desarrollo varía en función de las decisiones o del azar. Estudiamos cuatro juegos del catálogo como mediadores del pensamiento matemático-científico contextualizado culturalmente, y potenciadores de aprendizajes STEAM.

En la segunda fase de la investigación, diseñamos un MPL, capaz de desarrollar aprendizajes matemáticos y científicos, en un contexto como el juego que requiere ciertos artefactos (ingeniería), peculiaridades estéticas (arte), y valores (respeto de reglas) interconectados, activando aprendizajes STEAM. Se elaboró el citado MPL, dentro de los parámetros de la interculturalidad etnomatemática y la normativa curricular española.

También se implementó el MPL programado y se tomaron datos sobre su desarrollo, con las técnicas: cuaderno de campo, grabación de audio y especialmente de video, muy adecuada ya que permite el seguimiento espacial del objeto de estudio (García, 2008). Estas grabaciones fueron tomadas de forma directa, por persona ajena a la investigación. La recogida de datos se realizó de forma simultánea a la realización de las sesiones del MPL. Durante las sesiones exploratoria e inicial, una de las investigadoras realizó observación sistemática, racional, directa y participante, tomando notas de campo al finalizar las sesiones, cambiando a observación participante pasiva, en la sesión final. Mostramos en este artículo los resultados de la segunda fase, cuyo proceso de obtención constituyó la fase tercera, de la cual damos también toda la información más relevante.

En la tercera fase se realizó un estudio de casos, considerando como un caso las actividades realizadas con cada juego, e integrando todos los análisis elaborados sobreel mismo. Esta investigación se realizó mediante una metodología cualitativa, entendida como aquella que produce datos descriptivos a partir de observaciones (Taylor y Bogdan, 2000; Le Compte, 1995), y haciendo interpretaciones contextualizadas, empleando la Teoría Fundamentada (Strauss y Corbin, 2002). Para ello se visualizaron los videos con detenimiento, se codificaron y analizaron los segmentos de video con técnica propia, registrándolos mediante protocolos tabulares elaborados para la investigación (Figura 2):

Brown girl in the ring Educación Infantil (4 años) Sesión Exploratoria									
	C	Detección de semejanzas	Detección de relaciones espaciales proyectivas	Identificación de formas planas	Capacidad de giro	Uso de sentidos	Demostración de equilibrio		
A	Imita palabra dicha por la investigadora	1:42	Desplazamiento hacia delante	2:18 5:32 (lento) 6:03 (rápido)	5:29 sabe cómo hacer un círculo	4:30 giro transversal con el tronco	Oído 2:04 escucha la orden y la realiza	Estático	Toda la sesión
			Desplazamiento agachándose						
			Desplazamiento pasando por encima de un objeto	6:54					
	Imita movimiento investigadora o compañeros	1:5 2:26 2:51 3:44 4:52	Desplazamiento a la izquierda	7:27			Dinámico	4:04 salto	
C	Imita movimiento investigadora o compañeros	1:58 2:49 3:47 4:47	Desplazamiento hacia delante	5:35 (lento) 6:04 (rápido)	7:15 posición para formar un círculo		Oído 2:41 escucha la orden y la realiza	Estático	Toda la sesión
			Desplazamiento agachándose	6:24 6:30	8:18 identifica forma rectangular			Dinámico	1:54 y 2:24 salto con desplazamiento
			Desplazamiento pasando por encima de un objeto	7:03					

Juegos tradicionales para desarrollar el pensamiento matemático-científico y su aplicación a propuestas didácticas integradas diseñadas desde una perspectiva Etnomatemática

Figura 2. Ejemplo de protocolo elaborado para el registro y análisis de los datos

En las tablas de registro y análisis de datos (una para cada sesión) se reflejaron las categorías asociadas a aprendizajes STEAM, unas elaboradas a priori mediante el análisis y clasificación inicial de los juegos, y otras emergentes de la implementación, registrando los datos correspondientes a cada participante, en términos de ocurrencia temporal de acciones o evidencias que manifiestan cada categoría (Figura 2). Mostramos el conjunto de 18 categorías, y sus relaciones con cada juego, en la Tabla 1. La categoría creatividad fue captada por la investigadora y registrada en su cuaderno de campo, pero no contabilizada mediante secuencias del video.

Tabla 1.

Conjunto de Categorías para el análisis y su relación con los juegos

Categorías de análisis	Juegos utilizados en la investigación			
	Brown Girl in the Ring	Dandy Shandy	Canicas	Dominó-Dominoe
Identificación de formas o figuras planas	X			
Identificación de situaciones de giro	X			
Detección de semejanzas	X			
Detección de relaciones topológicas espaciales	X			
Utilización de los sentidos (música, gestualidad, visión)	X			
Actividad psicomotriz gruesa: movimiento y equilibrio	X	X		
Aplicación de leyes lógicas		X		
Detección de longitudes vacías o distancia		X	X	
Identificación especular de la lateralidad		X		
Desplazamientos en dirección diferente a una trayectoria		X		
Detección de la relación plano-espacio tridimensional			X	
Sentido de la relación fuerza-velocidad			X	
Elaboración de hipótesis			X	
Establecimiento de relaciones mediante un criterio			X	X
Desarrollo de estrategias				X
Elaboración y percepción de estructuras espaciales				X
Creatividad	X	X	X	X

Este tipo de metodología permite mostrar evidencias de diversos aprendizajes STEAM, activados al jugar estos juegos y mediante sus registros conocer las potencialidades manifestadas por cada juego en esta experiencia, recogidas en Tabla 1.

En los apartados anteriores se describió lo que se llevó a cabo en cada fase del ciclo de la investigación, se emplearon técnicas de investigación cualitativa como el estudio de casos y el análisis de contenido, para obtener evidencias que avalen el aprendizaje mediante el diseño denominado MPL aplicado a juegos de Jamaica, lo que nos permitirá

utilizarlo en un segundo ciclo de investigación en otros contextos.

RESULTADOS

El análisis de la implementación del MPL está constituido por la interconexión de los cuatro casos, estudiando primero cada caso y después conjuntamente lo ocurrido en ellos tras analizar los datos.

Los cuatro juegos que constituyen los casos investigados fueron analizados y tienen las siguientes características tipológicas (Tabla 2) según el modelo MTJ de clasificación de juegos de las autoras (Fernández-Oliveras et al., 2019)

Tipo según modelo de tipificación de juegos	Juegos utilizados en la investigación			
	BROWN GIRL IN THE RING	DANDY SHANDY	CANICAS	DOMINO
1. Juego Social	X	X	X	X
2. Juego reglado	X	X	X	X
3. Juego funcional y de coordinación sensorial	X	X	X	
5. Juego de pensamiento y creatividad	X		X	X
6. Juego de expresión y control emocional	X			
7. Juego de varios jugadores	X	X	X	X
8. Juego popular o tradicional		X	X	X
9. Juego de exterior	X	X	X	X
10. Juego de interior	X			X
11. Juego competitivo		X	X	X
12. Juego cooperativo		X		
13. Juego no competitivo	X			
14. Juego colaborativo	X			
15. Juegos de mesa				X
Nivel de potencial STEAM				
Alto	X	X	X	X
Medio				
Bajo				

El alto nivel de potencial STEAM y la variedad de tipos que reúnen, hizo que se eligieran estos

juegos para realizar la investigación.

Caso A: Juego Brown Girl in the Ring.

Brown Girl in the Ring es un juego de corro, donde un participante ubicado en el centro del corro hace un movimiento al ritmo de la música y el resto de participantes deben imitarlo (Jamaican Field Project, 2018).



Figura 3. Alumnado de primer curso de Educación Infantil jugando a Borwn Girl in the Ring

En conjunto la investigadora participante anotó que este juego activa el sentido musical y la práctica del equilibrio-ritmo, junto a los otros seis aprendizajes científico-matemáticos, detectados mediante secuencias del video y cuyos recuentos se muestran en el gráfico de la Figura 4. Los resultados correspondientes a la sesión exploratoria muestra buenos niveles del alumnado en la ejecución de las categorías “Detección de semejanzas” y “Detección de nociones topológicas”, el resto de categorías muestran índices más bajos. Esto podría ser debido a que durante esta sesión los jugadores aún no reconocían un giro, ni eran conscientes de que poseían capacidad de giro como habilidad.

En la sesión inicial, cuando los participantes comienzan a jugar por primera vez, descubren nuevas habilidades que antes desconocían y aumentan los valores en detección de semejanzas y sobre todo en capacidad de giro. Esto está motivado por las características de la segunda sesión, que favorece más el desarrollo de capacidades motoras. También aumenta el “uso de los sentidos”, pues responden a órdenes orales cambiando sus movimientos, usando el oído y desarrollando el conocimiento físico.

Esto, combinado con el lenguaje comprensivo o conocimiento social, desemboca en el llamado conocimiento lógico-matemático, mediante el cual se establecen relaciones entre los elementos físicos del entorno y los elementos mentales, como conceptos, propiedades, procedimientos, relaciones en forma de pautas o patrones y de estrategias de acción y de decisión, lo que configura en conjunto, según Piaget, (1964), el conocimiento humano

Juegos tradicionales para desarrollar el pensamiento matemático-científico y su aplicación a propuestas didácticas integradas diseñadas desde una perspectiva Etnomatemática

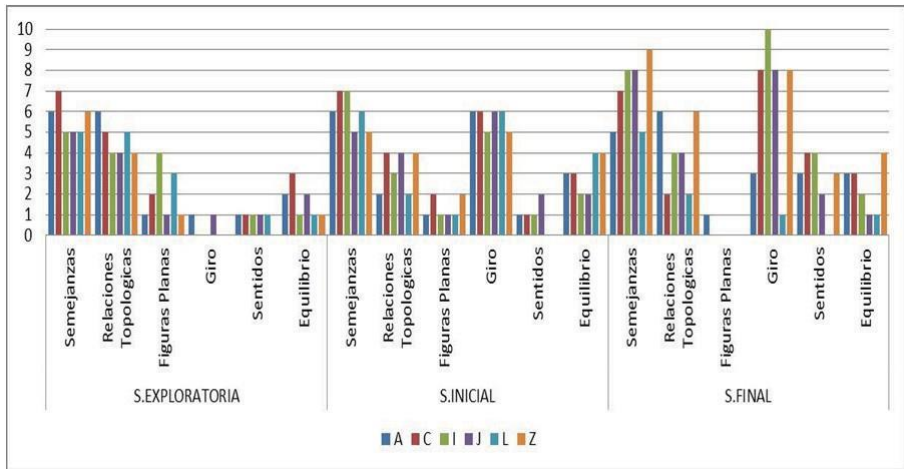


Figura 4. Grafico con los resultados de las tres sesiones de Brown Girl in the Ring

Apreciamos aprendizajes o cambios en el conocimiento de los participantes, cuando la instructora del juego interviene, ya que estas destrezas se encuentran en la “Zona de desarrollo potencial” de estos niños pequeños, que son activadas por la colaboración con otro sujeto (Vygotsky y Luría 1994).

En cuanto a la última sesión, podemos ver como de nuevo aumentan los niveles de la mayoría de categorías (de participantes C, I, J, Z), siendo los más elevados los de la “Detección de semejanzas” y la “Capacidad de giro”, lo que es destacable para el correcto desarrollo de este juego. Finalmente, en “Identificación de formas”, los niveles registrados sufren un decrecimiento generalizado debido al contenido de las sesiones, en las que no aparecen formas planas. Z e I son los sujetos más representativos del progreso.

Caso B: Juego Dandy Shandy

Ese juego consiste en formar dos equipos que deberán lanzarse una pelota o bolade papel con el fin de que esta toque a un oponente y eliminarlo del juego (Figura 5). El equipo ganador será aquel que elimine al último jugador del equipo contrario (Mckenzie,2011).



Figura 5. Alumnado de segundo curso de Educación Infantil jugando a Dandy Shandy

Según las notas de campo de la investigadora participante, el juego muestra potencialidades como: cooperación, respeto de reglas (sociales); actitudes matemáticas y científicas, usando la lógica, apreciación de distancias, uso de la lateralidad-posición y desplazamientos en el espacio.

En este caso, durante la sesión exploratoria se apreciaron en el video como habilidades matemáticas y científicas en los jugadores, solo el uso de desplazamientos. Sin embargo la investigadora captó que, tenían en cuenta las leyes lógicas ya que comprendían que debían lanzar la pelota con más o menos fuerza, dependiendo de la distancia a la que se encuentre su rival. También demostraron un buen uso de los desplazamientos para evitar que la pelota les golpeará, siendo los movimientos más usados el desplazamiento hacia la izquierda y agacharse. En la sesión inicial, los participantes demostraron una mejora en el ya mencionado uso de los desplazamientos, así como en el uso de la lateralidad. Ambos reflejados en los jugadores que debían esquivar la pelota. El equipo que se encargaba de lanzar la pelota, demostraba más potencial en la estimación de distancias, mientras que el equipo receptor incrementaba las categorías de “Uso de desplazamientos” y “Lateralidad” al tratar de esquivar la pelota (Figura 6).

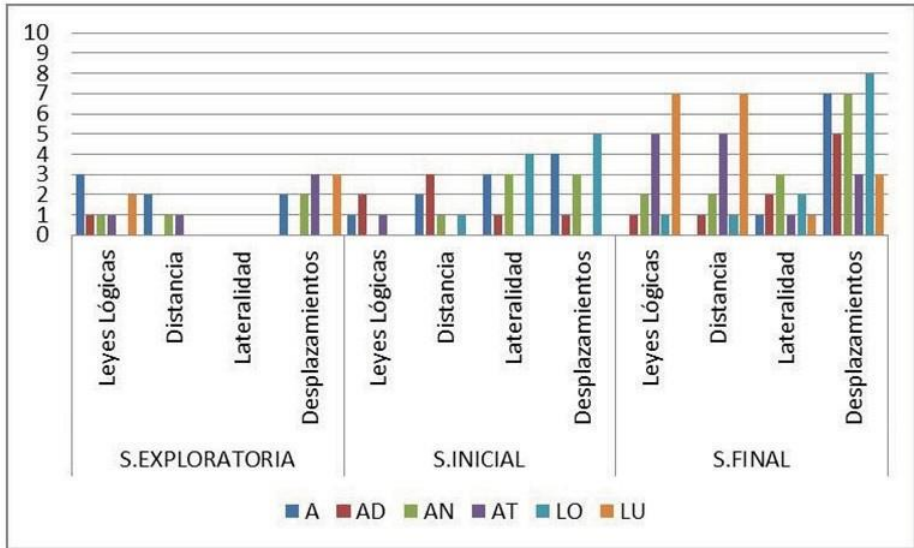


Figura 6: Grafico con los resultados de las tres sesiones de Dandy Shandy

En la sesión final se produjo un aumento de todas las categorías a excepción de la lateralidad que disminuyó un poco, debido a sus técnicas más elaboradas de esquivar la pelota, pues ya saltaban, realizaban giros o requiebros, aprendizajes emergentes observados (Figura 6).

Caso C: Juego Canicas.



Figura 7. Alumnado de primer curso de Educación Primaria jugando a las Canicas

Juegos tradicionales para desarrollar el pensamiento matemático-científico y su aplicación a propuestas didácticas integradas diseñadas desde una perspectiva Etnomatemática

En este caso, de forma inicial se jugó de forma que el alumnado debía acercar sucánica al punto establecido. (Lucas, 2016).

Los aprendizajes involucrados en este juego, referentes al uso de los sentidos, coordinación de las perspectivas y destreza psicomotriz se pusieron a prueba en todas las sesiones del juego junto a la identificación de formas y la percepción del volumen de la esfera, apreciando su influencia en el incremento de los otros cuatro elementos de aprendizaje, que fueron destacados en el video y evaluados por su ocurrencia reiterada. Como se puede ver en el gráfico (Figura 8), se produjo un aumento significativo de las habilidades matemáticas y científicas analizadas, con el transcurso de las sesiones.

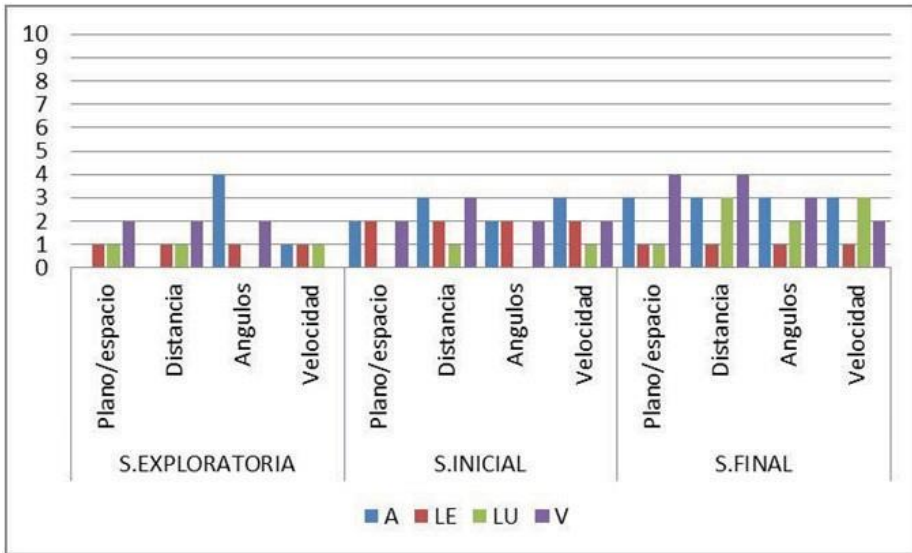


Figura 8. Grafico con los resultados de las tres sesiones de Canicas

Mientras que durante la sesión exploratoria los jugadores demostraron mejores resultados en la medida de ángulos a la hora de realizar un lanzamiento, en la sesión inicial hubo una mejora en la estimación de distancia. Ya que el jugador primero establece el punto al que quiere lanzar la canica y el ángulo en el que debe realizar este lanzamiento, para posteriormente calcular la fuerza (que ellos perciben como velocidad) con la que debe lanzar, según la distancia del punto. Por último, durante la sesión final, se produjo un aumento considerable de todas las categorías,

Resaltando la estimación de la distancia y de la velocidad de lanzamiento. Una vez finalizada la tercera sesión los jugadores comprendieron que debían lanzar ejerciendo una fuerza menor si el punto elegido se encuentra más cerca de ellos, algo que durante la primera sesión apenas se vio reflejado, (Figura 8).

Caso D: Juego Dominó-Dominoe.

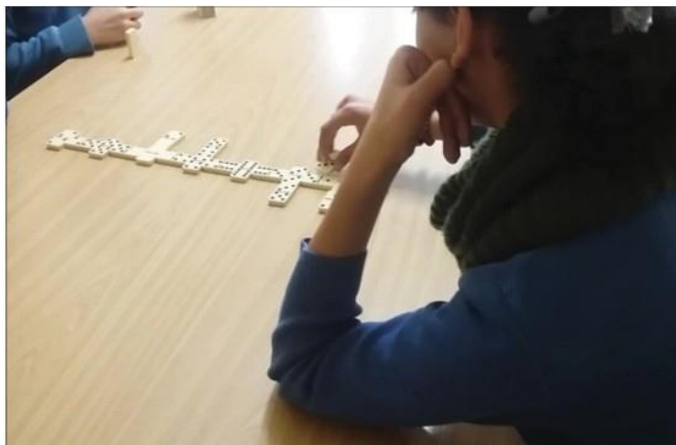


Figura 9. Alumnado de sexto curso de Educación Primaria jugando a Domino-Dominoe

El juego por excelencia de la sociedad jamaicana, en este caso se jugó a su versión “French” donde la colocación de una ficha, va precedida por la ficha anterior que deberá ser un doble del mismo valor que esta (Pineda, 2017).

Durante la sesión exploratoria solo se manifestó la formulación de hipótesis, ya que la sesión fue guiada mediante una pregunta, por el interés de la investigadora en conocer el nivel inicial en elaboración de hipótesis que tenían las jugadoras. Esta pregunta fue: “¿Por qué en Jamaica comen la fruta ackee sin sufrir problemas de salud, cuando es altamente tóxica?”, formularon hipótesis, debatieron y, tras recabar informaciones, concluyeron acertadamente que siendo su fruta nacional la conocen bien y saben que no es tóxica en su punto de madurez (cuando está abierta) o cocida, cambio de propiedades que les causó sorpresa. Ejercitaron habilidades científicas en este proceso, que se recogen en el cuaderno de campo, pero cuando fueron analizadas en el video resultaron ser de un nivel bajo (Figura 10). En la sesión inicial se produjo gran avance en el establecimiento de relaciones por criterios, sobre todo en las dos participantes que nunca habían jugado al dominó, pero apenas había estrategia, durante la sesión final las jugadoras pusieron de manifiesto numerosas técnicas para mejorar su juego. Algo similar ocurre con el debate ante el planteamiento de una hipótesis. Durante esta sesión las jugadoras se mostraban más participativas y pusieron de manifiesto un mayor número de ideas ante la pregunta planteada por la investigadora. También fue destacable cómo a medida que avanzaban las sesiones realizaban estructuras de juego más complejas, reflejadas en el video. En la sesión final se demostró un gran avance respecto al aumento de aprendizajes STEAM, confirmando el potencial matemático y científico del juego y la validez didáctica del MPL.

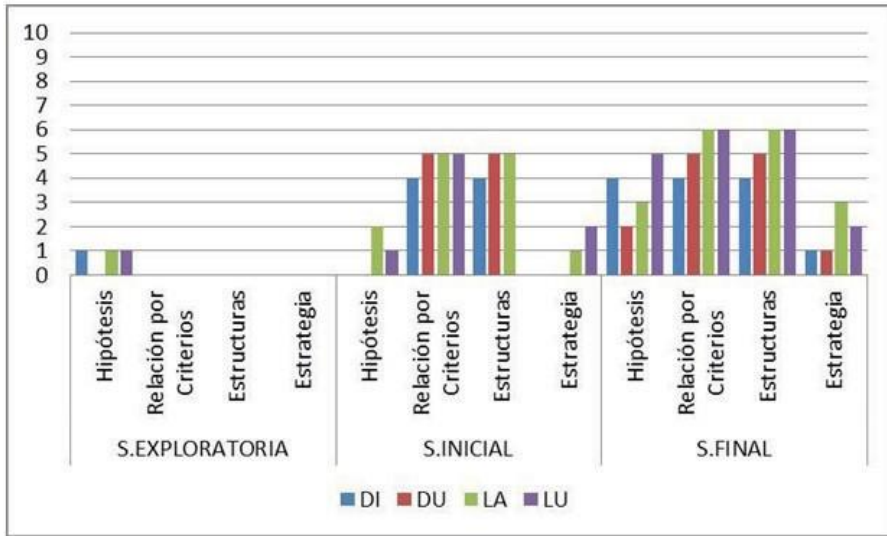


Figura 10: Grafico con los resultados de las tres sesiones de Domino-Dominoe

DISCUSIÓN

Los citados estudios de autores relevantes afirman que los niños de todos los niveles socioeconómicos usan matemáticas en los juegos: “tanto ellos como sus compañeros de nivel más elevado tienden a utilizar matemáticas cotidianas similares en sus juegos”, (Ginsburg, Wu y Diamond, 2019, p. 273). En concordancia con esto concluimos, del caso A, que el juego utilizado muestra suficientes evidencias de activar los seis aprendizajes matemáticos y científicos categorizados a priori como posibles y además desarrolla el sentido artístico musical así como la psicomotricidad.

Cómo indicamos en el marco de fundamentos, la competencia STEM viene caracterizada sobre todo por dar solución a problemas cotidianos, relacionándose con habilidades (Merrill y Daugherty, 2010; Moorehead y Grillo, 2013). Lo cual se ha verificado en los casos B y C. El caso B ha mostrado buena evolución de los aprendizajes matemático y científico de los participantes, y añade aprendizajes *espaciales* y *psicomotrices* emergentes, por lo que afirma el potencial del juego analizado.

El caso C, presentó dificultades materiales que fueron superadas, se activaron aprendizajes científicos que *relacionan fuerza con velocidad*, aprendizajes matemáticos espaciales y psicomotrices que conjuntamente desarrollaron el *conocimiento físico* cotidiano propio del mundo real. El juego implicado muestra buen potencial de aprendizajes.

En el caso D se pudo apreciar aprendizajes desarrollados mediante una mayor evolución de los elementos lógicos y estratégicos, que también, permiten resolver problemas cotidianos. La versión utilizada, de origen francés, tiene un gran potencial

Juegos tradicionales para desarrollar el pensamiento matemático-científico y su aplicación a propuestas didácticas integradas diseñadas desde una perspectiva Etnomatemática

matemático y científico, y aporta interculturalidad, ya que cómo indica la OCDE (1996) son necesarios patrones de intercambio cultural para educar actualmente personas flexibles, capaces de trabajar creativamente en el sentido STEAM.

En todos los casos, más que las variaciones de una sesión a otra, nos interesa resaltar la presencia de evidencias de las categorías implicadas en cada juego, asociadas a aprendizajes STEM.

Este estudio muestra los 18 aprendizajes STEAM activados con los cuatro juegos tradicionales seleccionados, con evidencias registradas mediante la grabación de video y la elaboración del cuaderno de campo, subrayando la consecuente potencialidad de dichos juegos para desarrollar tales aprendizajes, que proporcionan adicionalmente un aprendizaje en valores, propios de la componente A entendida en sentido amplio. Este estudio de casos como parte de una investigación de diseño y como tal, es contextualizado y por lo tanto lo que podemos afirmar es que lo descubierto en el estudio es posible, aunque no se puede generalizar a todos los contextos ni darle una validez objetiva universal. Si ha sido posible en estas circunstancias se puede extrapolar a contextos y circunstancias análogas, en un segundo ciclo de investigación, y siempre con una rigurosa interpretación de su alcance respecto al poder de los juegos como método de aprendizajes STEAM.

CONCLUSIONES E IMPLICACIONES EDUCATIVAS

En el presente estudio seleccionamos cuatro juegos, de un catálogo elaborado mediante análisis y clasificación de los juegos populares en Jamaica, que fue realizado en una fase inicial del diseño de la investigación a la que pertenece este trabajo. Los seleccionamos por sus potencialidades a priori para activar aspectos asociados al pensamiento matemático y científico y otras habilidades que generan aprendizajes STEAM.

Basándonos en dichos juegos, diseñamos un MPL que se experimentó con alumnado de Educación Infantil y Primaria, descubriendo, a través de un estudio de casos, que dicho diseño curricular es válido para trabajar diversas materias de forma integrada en la escuela, mediante actividades basadas en los juegos estudiados, cuyo potencial educativo STEAM queda de manifiesto.

Podemos afirmar esto ya que, mediante los juegos involucrados en el MPL se han recogido evidencias de activación en los jugadores de capacidades como: elaboración de hipótesis, planificación, detección de semejanzas, sentido espacial, apreciación del concepto y capacidad de realizar giros y transformaciones espaciales. También desarrollaron: conocimiento lógico-matemático mediante el cual establecieron relaciones entre elementos del entorno y construyeron aprendizajes científicos sobre conceptos, propiedades o procedimientos, en forma de pautas o patrones, ganaron en elaboración de estrategias y elección entre alternativas.

Las implicaciones educativas derivadas de esta investigación apuntan a que dada la idoneidad del diseño del MPL para el enfoque de la educación STEAM, y a que toma como núcleo para organizar los aprendizajes científicos y técnicos un signo cultural relevante en un grupo social, como son los juegos empleados, podrían desarrollarse también aprendizajes relacionados con la vertiente artística y humanística (sentido musical y estético, valores y ética).

En conclusión, mediante MPL se puede desarrollar el aprendizaje integrado basado en el juego junto con otros valores positivos para la convivencia en sociedad, como el cumplimiento de reglas consensuadas, la capacidad de aceptar que no siempre se gana, el compañerismo y la cooperación.

Entre los valores que se potenciarían destacan los asociados a la concepción educativa intercultural, como el respeto hacia todas las culturas que, en este caso, se materializa en el conocimiento y la práctica de juegos propios de otros lugares del mundo.

Así, mediante este ciclo de investigación, se ha conseguido evidenciar el valor educativo del juego como metodología para el desarrollo de aprendizajes STEAM, y manifestar que los juegos tradicionales son buenos mediadores para difundir valores que contribuyen a educar en interculturalidad.

DECLARACIONES DE CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

MJE-G ha contribuido con el estudio etnográfico de la cultura jamaicana, el análisis de los juegos, el diseño e implementación del MPL y el análisis de los datos. AF-O ha dirigido todo el proyecto, revisado y corregido el diseño y análisis de datos, colaborando en la redacción del texto final; MLO ha contribuido en la fase de implementación, aconsejando sobre las situaciones concretas y ha colaborado en la revisión de los datos del texto final.

DECLARACIÓN DE DISPONIBILIDAD DE DATOS

Los datos se encuentran en los archivos de las autoras, siendo la encargada de su custodia y consulta por los interesados la primera autora.

REFERENCIAS

- Ananiadou, K., y Claro, M. (2009). *21st century skills and competences for new millennium learners in OECD countries*. Paris: OECD Publishing.
- Bergen, D. (2009). Play as the Learning Medium for Future Scientists, Mathematicians, and Engineers. *American Journal of Play*, 1(4), 413-428.

- Bishop, A. J. (1988). Mathematics education in its cultural context. *Educational Studies in Mathematics*, 19(2), 179-191.
- Burgos, M., Godino D, J., Rivas, M. (2019). Análisis Epistémico y Cognitivo de Tareas de Proporcionalidad desde la Perspectiva de los Niveles de Algebrización. *Acta Scientiae* 21(4), 63-81. doi 10.17648/acta.scientiae.v21iss4id5094.
- Bybee, R. W. (2010). Advancing STEM Education: A 2020 Vision. *Technology and Engineering Teacher*, 70, 30-35.
- Carr, V. y Luken, E. (2014). Playscapes: a pedagogical paradigm for play and learning. *International Journal of Play*, 3(1), 69-83.
- Costi, A y Giongo, I, M (2018) Ensino de Matemática em Tempos Fluidos: um Estudo de Inspiração Etnomatemática. *Acta Scientiae*, 20(5), 885-902
- Chawla, L. (2013). *Benefits of nature for children*. Retrieved from http://www.childrenandnature.org/downloads/chawla1_Benefitsofnature_6.13.pdf
- D'Ambrosio, U. (2013). *Etnomatemáticas. Entre las tradiciones y la modernidad*. Madrid: Días de Santos.
- De Anunciação, C, Cavalli, C y Da Silva Joao-Alberto (2019). Habilidades matemáticas na avaliação da Educação Infantil. *Acta Scientiae*, (21) 4, p 115-132
- Delgado, I. (2011). ¿A qué jugamos? Los juegos, clasificación y funciones. En: Delgado Linares, I (autor), *El juego infantil y su metodología* (pp. 158-160). Madrid: Paraninfo.
- Espigares-Gámez, M. J., Fernández-Oliveras, A. y Oliveras, M. L. (2019). Compilation of traditional games played in Jamaica: an ethnomathematical study for STEAM education. *Proceedings of ICERI2019 Conference*, pp.9643-9649. Seville, Spain.
- Espinar, G., Fernández-Oliveras, A., y Oliveras, M. L. (2014). El Ouril como ejemplo del uso de los juegos culturales para la enseñanza globalizadora de las matemáticas. *Revista electrónica de Investigación y Docencia Creativa*, 3(29), 2445-256.
- Fernández-Oliveras A. y Oliveras, M.L. (2014). Pre-service kindergarten teacher's conceptions of play, science, mathematics, and education. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 152, 856-861. doi: 10.1016/j.sbspro.2014.09.334.
- Fernández-Oliveras A. y Oliveras, M.L. (2015). Formación de maestros y Microproyectos curriculares. *Revista Latinoamericana de Etnomatemática*, 8(2), 472-495.
- Fernández-Oliveras A., Molina-Correa V., Oliveras, M.L. (2016) Estudio de una propuesta lúdica para la educación científica y matemática globalizada en infantil. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 13(2), 373-383. doi: 10498/18294
- Fernández-Oliveras, A., Agulló, B., Boada, N., Espinar, G., Sanchez, M. J., y Oliveras, M. L. (2014). Microproyectos Curriculares Centrados en Etnomatemáticas como Elemento Formador de Maestros. *Journal of Mathematics and Culture*, 8(1), 68-68.
- Fisher, K., Hirsh-Pasek, K., Golinkoff, R., Singer, D. & Berk, L., (2010). Playing Around in School: Implications for Learning and Educational Policy. En A. Pellegrini (Ed.), *The Oxford handbook of play*, 341-363. NY: Oxford University Press.
- Furman, M. (2016). Educar mentes curiosas: la formación del pensamiento científico y tecnológico en la infancia. *XI Foro Latinoamericano en Educación*. Buenos Aires: Santillana.

- García, G. M. (2008). La imagen en la investigación social. En: Pàramo, P. (compilador): *La investigación en Ciencias Sociales: Técnicas de recolección de información*, Bogotá: Ediciones Universidad Piloto de Colombia.
- Gee, J.P. (2013). *Good Video Games and Good Learning: Collected Essays on Video Games, Learning and Literacy*. Berna: Peter Lang Inc., International Academic Publishers.
- Ginsburg, H.P., Wu, R. & Diamond, J. S. (2019). MathemAntics: a model for computer-based mathematics education for young children /MathemAntics: un modelo de enseñanza de matemáticas asistida por ordenador para niños, *Infancia y Aprendizaje*, 42(2), 247-302. doi: 10.1080/02103702.2019.1589966.
- Hassinger-Das, B., Toub, T.S., Zosh, J. M., Michnick, J., Golinkoff, R. & Hirsh-Pasek, K. (2017) More than just fun: a place for games in playful learning / Más que diversión: el lugar de los juegos reglados en el aprendizaje lúdico. *Infancia y Aprendizaje*, 40(2), 191-218.
- Hirsh-Pasek, K. & Golinkoff, R. M. (2008). Why Play = Learning. In Tremblay R. E., Barr R. G., Peters R. De V., Boivin M., (Eds.), *Encyclopedia on Early Childhood Development* (1-7). Montreal: Centre of Excellence for Early Childhood Development. doi: 10.1080/21594937.2013.871965
- Huizinga, J. (1955). *Homo ludens: A study of the play-element in culture*. Boston: MA; The Beacon Press.
- Huizinga, J. (2014). De lo lúdico y lo serio. En: Aullón de Haro, P. y Huizinga, J. (autores): *Acerca de los límites entre lo lúdico y lo serio en la cultura*, 19-60. Madrid: Casimiro.
- Jamaica Field Service Project. [JAFSProyect] (2018, Diciembre 15) Brown Girl in the Ring [Archivo de vídeo] Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=7Rg5XfLJLx0>
- Johnson, J., Christie, J. & Yawkey, T. (1999); *Play and Early Childhood Development*. Madrid: Longman Pearson.
- Johnson, L., Smith, R., Willis, H., Levine, A. & Haywood, K. (2011). *Horizon Reports 2011*. New Media Consortium; EDUCAUSE.
- Kangas, M. (2010). Creative and playful learning: Learning through game co-creation and games in a playful learning environment. *Thinking skills and Creativity*, 5(1), 1-15.
- Le Compte, M.D. (1995): Un matrimonio conveniente: diseño de investigación cualitativa y estándares para la evaluación de programas. *Revista Electrónica de Investigación y Evaluación Educativa*, 1, 1.
- Li, M.C. y Tsai, C.C. (2013). Game-Based Learning in Science Education: A Review of Relevant Research. *Journal of Science Education and Technology*, 22(6), 877-898. Retrieved November 7, 2019 from <https://www.learntechlib.org/p/155330/>.
- Lucas, S. [ShereeLucas] (2015) MPS How to play Marbles [Archivo de vídeo], Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=z78U6YqjHk>
- Luna, M.P., Fernández-Oliveras, A. y Oliveras, M.L. (2017) Estudio de la implementación de un microproyecto interdisciplinar en un aula multicultural de educación secundaria obligatoria: las Navatas. *Enseñanza de las Ciencias: Revista de investigación y experiencias didácticas*. N° Extra.
- Martín-Páez, T., Aguilera, D., Perales-Palacios, F. J., y Vílchez-González, J. M. (2019) What are we talking about when we talk about STEM education? A review of literature. *Science Education*, 1–24.

- Mc. Gonigal, J., (2011). *Reality Is Broken. Why games make us better and how they can change the World*. New York: The Penguin Press.
- Mckenzie, P. [Patrick Mckenzie] (2011, Agosto 22) Dandy Shandy Glen Island Park [Archivo de vídeo] Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=iR2rubdJOho> Merrill, C., y Daugherty, J. (2010). STEM education and leadership: A mathematics and science partnership approach. *Journal of Technology Education*, 21(2), 21-34.
- Moore, T. y Smith, K. (2014). Advancing the state of the art of STEM integration. *Journal of STEM Education*, 15(1), 5–9.
- Moorehead, T., Grillo, K., (2013). Celebrating the Reality of Inclusive STEM Education: Co-Teaching in Science and Mathematics. *Teaching Exceptional Children (TEC)*, 45(4), 50-57.
- Morris B.J., Croker S., Zimmerman C., Gill D. y Romig C. (2013). Gaming science: the “Gamification” of scientific thinking. *Frontiers in Psychology*. 4: 607. Published online 2013 Sep 9. doi: 10.3389/fpsyg.2013.00607.
- OCDE (1996). *Qualifications et compétences professionnelles dans l'enseignement technique et la formation professionnelle. Évaluation et certification*. Paris: OCDE.
- Oliveras, M. L. (2005). Microproyectos Para La Educación Intercultural En Europa. *UNO Revista Graó*, 38(11), 70-81.
- Oliveras, M. L. (2006). Etnomatemáticas: de la multiculturalidad al mestizaje. En J. Goñi, M. Albertí, S. Burgos, R. Díaz, G. Domínguez, G. Fioriti, et al., (Eds.), *Matemática e Interculturalidad* (pp. 117-149). Barcelona: GRAÓ.
- Oliveras, M. L. (2008). IDMAMIM Project. Innovation in Mathematics Education in multicultural contexts, immigrant and minority students. En M. L. Oliveras, & N. de Bengoechea (Eds.), *ICME 11, Topic Study Group 33: Mathematics education in a multilingual and multicultural environment* (pp. 70-80). Monterrey, México.
- Park, N., y Ko, Y. (2012). Computer education's teaching learning methods using educational programming language based on STEAM education. In J. J. Park, A. Zomaya, S.-S. Yeo, y S. Sahni (Eds.), *9th International Conference on Network and Parallel Computing (NPC). Sep 2012 Lecture Notes in Computer Science. LNCS- 7513. Network and Parallel Computing* (pp. 320–327). Gwangju, South Korea: Springer.
- Pellegrini, A. D. (2009). *The role of play in human development*. New York: Oxford University Press.
- Piaget, J., (1964). Cognitive development in children. In *Piaget rediscovered*. Ithaca, NY: Cornell University Press.
- Pineda D [DiegoPineda] (2017, Mayo 17) [Archivo de vídeo] Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=u48KVRegAK>
- Resnick, M. (2004). Edutainment? No thanks. I prefer playful learning. *Associazione Civita Report on Edutainment*, 14, 1-4.
- Rizvi, F. (2010). La educación a lo largo de la vida: más allá del imaginario neo-liberal. *Revista Española de Educación Comparada*, 0(16), 185-212. Retrieved from <http://revistas.uned.es/index.php/REEC/article/view/7529>
- Rotherham, A. J., y Willingham, D. T. (2010). 21st century skills, not new, but worthy challenge. *American Educator*, 34(1), 17–20
- Sanders, M. (2009). STEM education, STEM mania. *The Technology Teacher*, 68(4), 20–26.
- Seckel, M.J., Parra, J.H., Vázquez, C., Bravo, F. (2020). Actitudes Hacia la Matemática en

Futuros Profesores de Educación Primaria. *Acta Scientiae*, 22(1), 23-38. doi: 10.17648/acta.scientiae.5345.

Stohlmann, M., Moore, T. J.; y Roehrig, G. H. (2012) Considerations for Teaching Integrated STEM Education. *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)*: 2(1), Article 4.

Strauss A. y Corbin J. (2002). *Basics of qualitative research. Techniques and procedures for developing grounded theory*. Primera edición en español: Traducción Eva Zimmerman. Editorial Universidad de Antioquia, 2002. Segunda edición (en inglés). London: Sage Publications.

Sullivan, A., Strawhacker, A., y Umaschi Bers, M. (2017). Dancing, Drawing, and Dramatic Robots: Integrating Robotics and the Arts to Teach Foundational STEAM Concepts to Young Children. En: *Robotics in STEM Education: Redesigning the Learning Experience* (pp. 231-260). doi: 10.1007/978-3-319-57786-9_10

Sutton-Smith, B., (2009). *The Ambiguity of Play*. London: Harvard University Press.

Taylor, S.J., Bogdan, R (2000) *Introducción a los métodos cualitativos de investigación*. Buenos Aires: Paidós.

Tiago, L y Machado de Lara, C (2019) APerspectiva Wittgensteiniana e a Etnomatemática: uma Análise dos Jogos de Linguagem e as Regras que Regem os Seus Usos em Determinadas Atividades Laborais. *Acta Scientiae*, (21)5, 28-43.

Vázquez-Alonso, Á., Manassero-Mas, M. (2017). Juegos para enseñar la naturaleza del conocimiento científico y tecnológico. *Educar [online]*, 53(1), 149-170. <https://www.raco.cat/index.php/Educar/article/view/317275>[Consulta: 30-10-19]

Vygotsky, L. S. (1982). El juego y su función en el desarrollo psíquico del niño. *Cuadernos de Pedagogía*, 85, 39-49.

Vygotsky, L. S. y Luria, A. (1994). Tool and symbol in child development. In R. van de Veer and J. Valsiner (Eds) *The Vygotsky Reader*. Boston: Blackwell Publishers.

4.2. Contribución 2. Teorizaciones para la tipificación de juegos con potencial educativo STEAM. Capítulo de libro en “Innovación educativa en sociedad digital”

TEORIZACIONES PARA LA TIPIFICACIÓN DE JUEGOS CON POTENCIAL EDUCATIVO STEAM

Resumen

En nuestra investigación sobre el juego y su papel en la educación STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics*) hemos analizado diversas definiciones de juego, todas incompletas según Huizinga. Creemos conveniente aglutinar varias de ellas, buscando obtener un elemento teórico que fundamente nuestras investigaciones de manera operativa. Tomando ideas de Huizinga, Huxley, Caillois y Parlebás, e interrelacionándolas, hemos desarrollado una caracterización del juego en la cual se conjugan los planos filosófico-epistemológico y sociológico. Esta caracterización, que no es una definición porque no es exhaustiva, es aplicable al campo de la clasificación de juegos, en el que encontramos muchos sistemas con criterios dispersos, no combinables para obtener una clasificación completa. Para unificar clasificaciones, hemos desarrollado un modelo de tipificación de juegos basado en presupuestos lógicos, con cinco estructuras inclusivas: perspectivas, categorías, criterios, tipos y subtipos, para tipificar cada juego según sus peculiaridades, incluida la que hemos denominado “potencial didáctico para la educación STEAM”.

Palabras clave: Aprendizaje Basado en Juegos, Educación STEAM, Modelos Teóricos, Educación Intercultural, Innovación Educativa.

THEORIZATIONS FOR THE TYPIFICATION OF GAMES WITH STEAM EDUCATION POTENTIAL

Abstract

In our research on play and its role in STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics*) education we analyzed various play definitions, all incomplete according to Huizinga. It is convenient to agglutinate several of them, seeking to a theoretical element that bases our investigations in an operative way. Taking ideas from Huizinga, Huxley, Caillois and Parlebás, and interrelating them, we develop a characterization of play in which the philosophical-epistemological and sociological planes are conjugated. This characterization, which is not a definition because it is not exhaustive, is applicable to the field of game classification, in which we find many systems with scattered criteria, not combinable to obtain a complete classification. To unify classifications, we develop a game typification model based on logical assumptions, with five inclusive structures: perspectives, categories, criteria, types and subtypes, to typify each game according to its peculiarities, including what we called “didactic potential for STEAM education”.

Keywords: Game Based Learning, STEAM Education, Theoretical Models, Intercultural Education, Educational Innovation.

1. INTRODUCCIÓN. El juego y el ENFOQUE STEAM

El juego es patrimonio de todos los grupos sociales a lo largo de la historia, es el factor cultural que fundamenta toda la cultura, dice Johan Huizinga (2014) quien, en su visión del juego, establece como rasgos del mismo: la capacidad de enlace y desenlace entre personas, el poder de hechizar o cautivar, la potencia de crear su propio universo, del misterio, el secreto, lo mítico, el entusiasmo, la lucha, y la seriedad, que le caracterizan. Con él podemos decir que el juego es algo muy serio, y como las ciencias, las matemáticas (D'Ambrosio, 2008; Oliveras, 2006; Bishop, 2008), las técnicas y el arte, que también son parte de todas las culturas, genera orden y fidelidad ética.

Autores reconocidos nos permiten acceder al juego desde diversas perspectivas, tratando de esclarecer su naturaleza, su historia, su papel en la sociedad y en el desarrollo del ser humano, en su educación (Huizinga, 2012, 2014; Piaget, 1964; Vygotski, 1982; Montessori, 2003; Decroly, 1983; Bishop, 2008; Bergen, 2009). Pero no es fácil definir lo que es el juego. Etimológicamente la palabra juego procede de dos vocablos en latín: “iocum y ludus-ludere” que hacen alusión a broma, diversión, pasatiempo, chiste y dan lugar a la expresión, comúnmente aceptada, de “actividad lúdica” para referirse al juego. Diversión y acción son sin duda las dos columnas que sustentan al juego, desde sus orígenes en la prehistoria, con la socialización de los grupos humanos. Actualmente se manifiesta en tres ámbitos sociales: la cultura, la educación y el ocio (Figura 1).

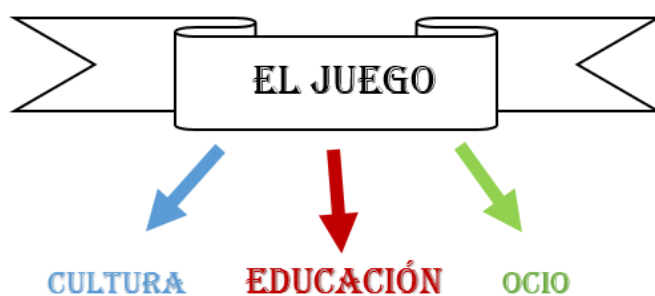


Figura 1: Ámbitos sociales del juego.

El juego es una actividad inherente al ser humano, que se remonta a la prehistoria, y por sus múltiples características es difícil de definir sin dejar alguna fuera, por lo que hay muchos autores que han elaborado su definición propia. Entre las conceptualizaciones claves adoptamos la de Huizinga, (2012), que incluye entre sus características esenciales el ser una acción libre que tiene fin en sí misma, con límites espacio-temporales y normas obligatorias libremente aceptadas, que produce un sentimiento de tensión y alegría, y nos hace sentirnos fuera de la realidad cotidiana, si bien este autor cree que toda definición es incompleta.

Por su parte Montaigne se centra en otra faceta del juego de nuestro interés: la educativa, en la que el pionero estableció que los juegos de los niños no son tales juegos, sino sus más serias actividades (Montaigne y Combeaud, 2019).

Otros autores como Cagigal (2008), Caillois (1986), Moreno Palos (1992), y Parlebás (1986), incluyen en sus definiciones una serie de características comunes a todas las visiones del juego: el juego es una actividad libre y creativa, espontánea y original; tiene un carácter incierto, cuya incertidumbre nos cautiva; todo juego es el resultado de un acuerdo social establecido por los jugadores y quienes diseñan el juego y determinan su orden interno, sus limitaciones y sus reglas. El arte refleja la realidad social del juego y a su vez se nutre de las estéticas de los distintos tipos de juegos creados a lo largo de la historia (Figura 2).



Figura 2. Les joueurs de carte (Los jugadores de cartas). Paul Cézanne, 1892-95.

Nuestro objetivo general es lograr una caracterización del juego que nos permita mostrarlo como un mediador eficaz en la educación que desarrolla el pensamiento matemático-científico y con potencial STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics*) (Bass, Dahl y Panahandeh, 2016; Liao, Motter y Patton, 2016; Pepler, 2013). Este enfoque educativo que incorpora las artes y las humanidades a la educación científica interdisciplinar surge como revulsivo tras reconocer que un problema de la educación STEM (*Science, Technology, Engineering and Mathematics*), tal como y se ha conceptualizado de manera dominante, reside en su tendencia a apoyar intereses fundamentalmente lucrativos (Zouda, 2018), dejando de lado otros fines de la educación cruciales para el progreso social, tales como los aspectos éticos. El enfoque STEAM promulga una educación integral para una sociedad en la que todas las personas merecen aprender sobre las artes y las humanidades, así como estar alfabetizadas científica y matemáticamente (Jolly, 2014). Después de caracterizar los juegos, como objetivo específico, nos proponemos aportar una forma de clasificarlos que unifique criterios y sea aplicable en todos los casos.

2. LOS JUEGOS. ANÁLISIS Y CLASIFICACIÓN

2.1 Análisis de los juegos

Los juegos son la materialización del concepto “juego”, por lo tanto son los recursos del mediador educativo y requieren un estudio detallado. Como el juego es parte de la cultura, los juegos son un producto cultural que nos interesa caracterizar y, para hacerlo, tomaremos una concepción de cultura. El modelo atómico propuesto por Julián Huxley (1955) conceptualiza la cultura con tres componentes esenciales: artefactos, mentifactos y sociofactos. Artefactos son las manifestaciones materiales de la cultura, aspectos de la tecnología material de un grupo, son objetos creados por la humanidad (la rueda, la imprenta, el ordenador...). Mentifactos son elementos abstractos y mentales que constituyen un conjunto de significados compartidos que se establecen como “valores culturales”, a través de los cuales se conduce o se guía la cultura de un grupo (White, 1988). Y sociofactos son comportamientos compatibilizados (D’Ambrosio, 2008), reglas o leyes que se

relacionan con vínculos entre los individuos y el grupo. Consideramos que en los juegos estos constructos están concretados en los elementos que constituyen la estructura de un juego: artefactos son los materiales del juego, mentifactos son los elementos abstractos relacionados con el uso del juego, como objetivos y retos, y sociofactos son las reglas de juego. Según las características de cada una de estas componentes surgirán diversos de tipos de juegos.

Dado que actualmente existen muy diversos tipos de juegos, su clasificación es uno de los campos teóricos más relevantes del estudio del juego (Delgado, 2011). Los griegos institucionalizaron diversos juegos y de ellos se han obtenido variables para clasificar juegos a lo largo de la historia. Según Roger Caillois (1958, 1986), de ellos se derivan cuatro tipos de juegos: Agon (competición), de competencia (deportes, juegos de salón,...); Alea (suerte), basados en una decisión que no depende del jugador (juegos de azar); Mimicry (mimesis), ilusión en la que no predominan las reglas sino la simulación de otra realidad donde el jugador escapa del mundo haciéndose otro, con la imitación y el disfraz; Ilinx (vértigo), basados en buscar la confusión y el desconcierto, en destruir por un instante la estabilidad de la percepción. Estos cuatro grupos pueden situarse entre dos extremos o meta-tipos: “paidia”, juegos libres o manifestaciones espontáneas del instinto lúdico, y “ludus”, en los que parecen reglas, convenciones y técnicas de actuación (Caillois, 1986).

2.2 Caracterización de las clasificaciones de juegos existentes

Las tipologías de juegos actualmente son extremadamente numerosas y desconectadas, por lo que intentamos unificarlas, para enfocarlas posteriormente a los aspectos educativos del juego. Desde diversas perspectivas se han creado diferentes clasificaciones de juegos, que vamos a denominar de forma genérica con términos ajenos a ellas que forman parte de nuestro sistema o modelo de clasificación: perspectivas internas al juego (PI), perspectivas externas a la estructura del juego (PII) y perspectivas que combinan ambas (PIII).

La estructura interna de todo juego incluye: una meta u objetivo, fines o propósitos del juego, reglas, herramientas o componentes y reto o desafío. Las externas suelen aludir al jugador (como ente genérico, pero pueden ser varios, pocos o muchos en “equipo”) y al contexto histórico y espacio-temporal del juego. Los autores que las estudian dicen que abundan las externas y escasean las internas. Así, Lavega Burgués (1996) afirma que la mayoría de las clasificaciones se construyen a partir de criterios superficiales, formales, sin elegir elementos realmente pertinentes y constitutivos de la estructura interna, y se queja de que presentan excesivas categorías heterogéneas. Una de las clasificaciones mostradas por Moreno Palos (1992) así lo demuestra.

Por todo ello exponemos a continuación, primero nuestro análisis de distintas clasificaciones y criterios, y seguidamente una articulación de las propuestas de clasificación, basada en criterios lógicos, que hemos decantado en un modelo recapitulativo de caracterización de juegos. En el modelo elaborado preferimos hablar de tipificación o caracterización de juegos, ya que, como las demás llamadas clasificaciones, no reúne las características de una clasificación matemática. Como aportación adicional, hemos incluido una categoría emanada de las perspectivas mixtas o transversales a las internas y externas al juego, que llamamos *potencial de desarrollo STEAM (PDS)*, y que está concebida dentro del aspecto socio-educativo del juego, como signo de

juegos desarrolladores del pensamiento matemático-científico (Fernández-Oliveras y Oliveras, 2014, 2015; Espigares-Gámez, Fernández-Oliveras y Oliveras, 2019).

Centrada en el jugador hay una primera clasificación externa de índole psicológica-sociológica, que se fundamenta en Piaget (1964) y Vygotsky (1982), cuyo criterio es el nivel de desarrollo del sujeto y establece tres clases o tipologías:

1- El *juego simbólico* se hace sobre representaciones y no sobre cosas reales. Se desarrolla hacia los dos años de edad y está presente cuando un niño toma un muñeco (objeto físico) y juega con él como si fuera un bebé (representación mental).

2- El *juego social* en el que los niños juegan entre sí y con los adultos, utilizando el lenguaje, la comunicación y la socialización.

3- El *juego formal* que requiere esencialmente el establecimiento de acuerdos y culmina en el *juego con reglas* muy claras, que son en sí mismas, el objeto del juego. Gracias a esta capacidad para establecer reglas y jugar dentro de ellas, la especie humana ha podido construir “juegos” claves para su desarrollo, como la democracia, la religión y la ciencia, por lo que crear juegos con reglas es la esencia de la evolución de la civilización, según Huizinga (2012).

Una segunda clasificación externa, también centrada en el jugador, toma como criterio de clasificación su realidad dual *cuerpo-mente*, distinguiendo los tipos:

4- *Cuerpo y sentidos*. Permiten desarrollar y adquirir conciencia de las propias posibilidades, presentando subtipos como funcional-ejercicio y de coordinación psicomotora.

5- *Pensamiento y creatividad*. Mediante el juego, se desarrollan capacidades de forma diferencial (pensamiento matemático, científico, técnico...) o integrada. Admite muy variados subtipos.

6- *Expresión y control emocional*. El juego es un instrumento modificador de la conducta que permite expresar las emociones y controlarlas.

Entre las clasificaciones externas existen las que toman como criterios clasificatorios aspectos sociales del jugador, de agrupamiento o del contexto histórico y social, tipologías transversales a casi todas las demás:

7-*Solitarios*, para un solo jugador (yo-yo, naipes, pelota, aro, cuerda de saltar)

8-*Para varios jugadores, o para equipos más numerosos*. De este tipo nos interesa resaltar dos subtipos, también transversales a los restantes criterios:

9-*Juegos populares*. Ligados a las actividades de la gente en general, han pasado de padres a hijos a lo largo del tiempo. Son actividades espontáneas, creativas, donde se utilizan todo tipo de materiales. Dentro de este tipo se encuentran los *juegos tradicionales*, que son juegos populares también transmitidos de generación en generación, pero de origen muy lejano, histórico, ligado al propio origen de un pueblo o comunidad. El material es específico de la zona pero las reglas son fijas, independientes del lugar y forman parte de las tradiciones culturales. Ejemplos son: la petanca, los bolos y la lucha canaria (de un solo lugar).

De clasificaciones externas hemos seleccionado estos nueve centrados en el jugador, pero existen más tipos de juegos basados en el contexto o los espacios del juego. Si se toma como criterio los espacios, se obtienen dos tipos y diversidad de subtipos:

10- Juegos exteriores. En parques, estadios, canchas o centros recreativos. Los deportes y muchos populares son ejemplos.

11- Juegos de interior. En espacios reducidos, de tablero, de naipes, de rol, de piezas y construcción, videojuegos, con el caso especial de la realidad virtual.

Entre las clasificaciones que llamamos internas existen las que toman como criterios clasificatorios aspectos de las reglas del juego y su reto, otras de sus componentes. Respecto de las reglas, es relevante el criterio de la competición para el triunfo entre jugadores, que genera dos grandes tipos y diversos subtipos.

12-Juegos competitivos, donde los jugadores tienen que lograr un objetivo ganando a sus contrincantes. Reúnen como subtipos a la mayoría de los juegos reglados, los deportivos y los cooperativos (juegos grupales que no deben ser confundidos con los juegos "no competitivos" y los colaborativos, los cuales no proporcionan maneras de competir):

13- Deportes, que según Parlebas (2008) se presentan como un espejo de la sociedad.

14-Juegos cooperativos, que son una competición entre coaliciones de jugadores, que escogen las estrategias mediante toma de decisiones consensuadas y refuerzan la cooperación por encima de la competición.

15-Juegos no competitivos, donde los jugadores buscan disfrutar del entretenimiento, de la actividad tomada como diversión sin competir. Estos juegos se basan solo en alcanzar un objetivo y superar retos. Como ejemplo, *The Ungame*, es un juego mental cuyo objetivo es olvidarse de éste, por lo que pensar sobre el juego constituye una derrota. Entre los juegos no competitivos se encuentran dos subtipos importantes de juegos grupales:

16-Juegos de rol, donde los participantes asumen el papel de unos personajes. Los jugadores pueden colaborar en la historia que implica a sus personajes, creando, desarrollando y explorando el escenario, en una aventura fuera de los límites de la vida diaria. El primero en ser comercializado, en 1974, fue *Dungeons & Dragons*, basado en la mecánica de los juegos de estrategia (denominados *wargames*). En este juego no había fichas, ni tablero, ni siquiera reglas estrictas; únicamente la interpretación, el diálogo, la imaginación y la emoción de la aventura heroica.

17-Juegos colaborativos, donde el reto es en equipo y todos los jugadores ganan o pierden en función de conseguir o no superar los retos y alcanzar el objetivo del juego.

Respecto a las clasificaciones internas con criterios que aluden a los materiales, componentes o herramientas del juego, se obtienen los siguientes tipos, centrados en las características de dichas componentes:

18-Juegos de construcción, rompecabezas y puzzles. Constituidos por piezas o bloques que se apilan, agrupan o se encajan según la forma o según un dibujo troceado.

19-Juegos de tablero o mesa. Utilizan como herramienta central un tablero, o una mesa, y fichas. Muchos también implican dados o naipes. Mientras unos requieren el uso del razonamiento táctico o estratégico, otros están basados en el puro azar. Los yacimientos de Başur Höyük, cerca de la ciudad turca de Siirt, han aportado piezas de un juego de mesa con cerca de 5000 años de antigüedad (Catalán, 2016).

20-Juegos de naipes o de cartas, utilizan como herramienta central una baraja o un conjunto de tarjetas llamadas naipes o cartas, con variables que las clasifican y un orden. Creadas en el siglo XII, en China (Needham, 2004).

21-Juegos con manos, con diversas reglas, sus principales componentes son las manos de los jugadores. Son populares, como el “juego del cordel”, morra, pares o nones, piedra, papel o tijera.

Finalmente, las perspectivas mixtas son transversales a las internas y a las externas al juego, ya que combinan las clasificaciones externas, basadas en el contexto, los espacios de juego o el jugador, con las clasificaciones internas que aluden a las reglas o a los componentes del juego. En algunos casos, las componentes, las reglas y el contexto interno son inseparables, como ocurre en el siguiente tipo:

22-Videojuegos. Sus orígenes se remontan a la década de 1950 (Campbell, 2009). Típicamente, los videojuegos recrean entornos y situaciones virtuales en los que el videojugador puede controlar a uno o varios personajes (o cualquier otro elemento de dicho entorno), para conseguir uno o varios objetivos dentro de unas reglas determinadas. Dependiendo del videojuego, una partida puede disputarla una sola persona contra la máquina, dos o más personas en la misma máquina, o bien múltiples jugadores a través de una red LAN o en línea vía Internet, compitiendo colaborativamente contra la máquina o entre sí. Existen videojuegos de muchos tipos: de acción, rol, estrategia, simulación, deportes o aventura. El juego de ordenador se ha distribuido por todos los sectores sociales, transformando la forma tradicional de jugar.

3. MODELO DE TIPIFICACIÓN DE JUEGOS

3.1. Conceptualización de los juegos.

Pretendemos relacionar más profundamente los juegos con el conocimiento matemático y científico, ya que coincidimos con Gairín,(1990) en que los juegos sirven para: probar diferentes heurísticas, técnicas que ayudarán a resolver problemas; promover actitudes de autoconfianza, autodisciplina y perseverancia en la búsqueda de soluciones; desarrollar habilidades de observación y comunicación; y fomentar conciencia del poder de la argumentación. Por ello, necesitamos caracterizar y tipificar los juegos desde el sentido de nuestras visiones de la actividad lúdica y de los aprendizajes STEAM.

Para ello hemos elaborado un modelo de caracterización y tipificación de juegos que se articula en tres macro-categorías, con diversos criterios emanados de la conceptualización previa de los juegos y de los entornos en que se pueden desarrollar, y con 22 tipos de juegos.

En el modelo, hemos incorporado una categoría para la tipificación de juegos que denominamos *potencial de desarrollo STEAM* (PDS), el cual, alude a las relaciones con las áreas STEAM que se detecten en los

elementos del juego (mecánica y dinámica). En función de dichas relaciones, esta categoría que incluimos puede tomar tres niveles: bajo, medio y alto.

Necesitamos adoptar una conceptualización de los juegos para establecerla como fundamento de las propuestas de su uso educativo en los campos matemático y científico. En este sentido, el PDS es un elemento de análisis relevante. En general se acepta que el juego puede ser educativo pero no está tan extendido en la enseñanza-aprendizaje de las matemáticas, las ciencias y la tecnología, sobre todo entendido como metodología de aprendizaje, no como recurso. Por ello, y por la diversidad de definiciones parciales del juego, hemos seleccionado características del juego procedentes de las teorías de los principales autores consultados, en tres planos: el filosófico (Huizinga, 2012), que nos lo muestra como parte esencial de la cultura, que Huxley (1955) define como compuesta de mentifactos, sociofactos y artefactos; el de la propia teoría del juego (Caillois, 1958), donde se plasma su estructura interna, compuesta de: meta, reto, reglas, fines y componentes; y el plano sociológico (Parlebás, 1986), en el que como técnica funcional se le atribuye: mecánica y dinámica del desarrollo del juego. Consideramos compatibles y complementarias estas teorías, por lo que acrisolamos una conceptualización del juego conjuntando los tres planos citados y los conceptos de cada uno, y establecemos las características del juego y sus relaciones como se plasma en la figura 3.

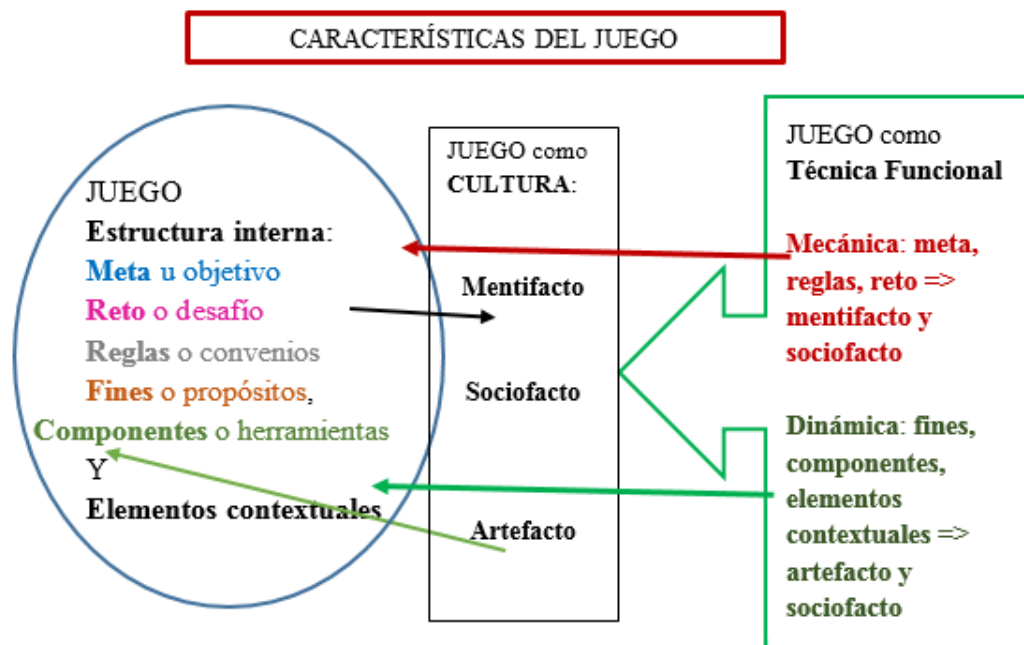


Figura 3: características del juego.

Así entendemos el juego como una parte esencial de la cultura que se concreta en un producto social, con su estructura y contexto, y que tiene los requisitos de una Técnica Funcional (mecánica y dinámica). Esta definición es la que consideramos más apropiada para comprender el valor del juego como potenciador de aprendizajes matemáticos y científicos, y cuyo significado se explicita en el esquema de la figura 3, que muestra las interrelaciones que establecemos entre cada uno de estos constructos. O sea que definimos el juego como una técnica funcional, cuya mecánica está constituida por: meta, reglas y reto, y cuya dinámica la constituyen: fines, componentes y elementos contextuales, que son artefactos y sociofactos, en conjunto,

cultura. Esta definición concuerda con nuestro enfoque etnomatemático, pues Bishop (1998), explica que existe una serie de tipos de actividades matemáticas que forman parte de todas las culturas, entre las cuales se encuentra el juego, y esta definición de juego es una continuación de tal postulado.

3.2. Modelo de tipificación de los juegos.

El *Modelo de Tipificación de los Juegos* (MTJ) elaborado se configura mediante las estructuras inclusivas: *perspectivas, categorías, criterios* (de tipificación) y *tipos* (de juegos). Dicho modelo se recoge en la Tabla 1. Elementos relevantes como la edad de los jugadores y la duración del juego no se han contemplado y constituyen información complementaria a la tipificación proporcionada por el modelo para cada juego concreto.

Tabla 1: Modelo de Tipificación de los Juegos (MTJ) formado por perspectivas, categorías, criterios y tipos de juegos.

PI Perspectivas externas al juego		
PI.1-Categoría 1: Caracterizaciones centradas en el jugador.	Criterio: Nivel de desarrollo psico-físico del sujeto:	Tipos: 1-Juego simbólico. 2- Juego social. 3- Juego formal o reglado. Con reglas impuestas.
	Criterio: Realidad dual cuerpo-mente, adquirir conciencia y desarrollo.	Tipos: 4- El cuerpo y los sentidos. Subtipos: funcional y de coordinación sensorial. 5- El pensamiento y la creatividad. Variados subtipos, entre ellos el que llamamos 6- De la expresión y control emocional.
	Criterio: Número de jugadores, tipos sociales.	Tipos: 7-Solitarios, para un solo jugador. 8-De varios jugadores. 9-Juegos populares y tradicionales.
PI.2-Categoría 2: Elementos contextuales	Criterio: Espacial.	Tipos: 10- Juegos de exterior. 11- Juegos de interior.
PII- Perspectivas internas al juego		
PII.1-Categoría 1: Las reglas y su reto.	Criterio: La competición y el triunfo.	Tipos: 12-Juegos competitivos. Tienen dos subtipos: 13-Deportes 14-Juegos cooperativos. 15-Juegos no competitivos. Con dos subtipos: 16-Juegos de Rol, se asume un papel ficticio. 17- Juegos colaborativos, el reto es en equipo y todos los jugadores ganan o pierden.
PII.2-Categoría 2: Las componentes del juego.	Criterio: Las herramientas o componentes del juego.	Tipos: 18-Juegos de Construcción, Rompecabezas, Puzles, Piezas o bloques. 19-Juegos de mesa. Tienen un subtipo: 20-Juegos de naipes.

		21- Juegos con manos.
PIII- Perspectivas mixtas o transversales a las dos anteriores		
PIII.1-Categoría 1: Las componentes, las reglas y el contexto interno son inseparables		Tipos: 22-Videojuegos, el espacio virtual es componente y contexto a la vez.
PIII.2-Categoría 2: Potencial de desarrollo STEAM (PDS)		Puede tomar tres niveles: bajo, medio y alto, en función de las relaciones con las áreas STEAM

4. CONCLUSIONES

La caracterización y tipificación de los juegos contribuye al desarrollo de nuevas investigaciones que aportan conocimiento sobre el papel del juego en la sociedad, tanto en el ámbito social y cultural como en el educativo, en el cual proponemos el juego como metodología para desarrollar el pensamiento matemático y científico y lograr aprendizajes STEAM. Puesto que la definición del juego es imposible según Hiuzinga, solo se logran caracterizaciones no exhaustivas. Hemos aglutinado algunas de ellas en una sola caracterización que se orienta en tres planos en los que se proyecta el juego: planos filosófico, sociológico y teórico interno al juego. Ello nos permite reunir unos rasgos muy completos y operativos en el campo de nuestra investigación sobre la relación entre los juegos y los aprendizajes matemáticos y científicos, dentro de la educación interdisciplinar e intercultural.

Tras el estudio de un conjunto de aproximadamente 50 juegos comprobamos la confusión existente en sus clasificaciones, que decidimos llamar tipificaciones o caracterizaciones, ya que no son clasificaciones matemáticas sino agrupamientos según diversas características no excluyentes. Tratando de evitar dicha confusión en lo posible, hemos elaborado un modelo que unifica, con criterio lógico, muchas de las tipificaciones existentes. Para llevar a cabo los objetivos de nuestra investigación, en el modelo hemos insertado una categoría denominada *potencial de desarrollo STEAM (PDS)*, en las perspectivas mixtas transversales a las externas e internas al juego. Los juegos que reúnen esta categoría, es decir, los que tienen potencialidad para desarrollar los aprendizajes científico-matemáticos integrados en un enfoque STEAM, son nuestro principal objeto de investigación, con el fin de generar con ellos propuestas curriculares, y el artificio teórico aquí desarrollado forma parte del estudio previo necesario para lograr dicho fin.

5. REFERENCIAS

- Bass, K. M., Dahl, I. H., & Panahandeh, S. (2016). Designing the game: How a project-based media production program approaches STEAM career readiness for underrepresented young adults. *Journal of Science Education and Technology*, 25(6), 1009-1024. <https://doi.org/10.1007/s10956-016-9631-7>.
- Bergen, D. (2009). Play as the Learning Medium for Future Scientists, Mathematicians, and Engineers. *American Journal of Play*, 1(4), 413-428. ERIC Number: EJ1069001.
- Bishop, A. J. (2008). *El juego como estrategia didáctica*. Barcelona: Graó.
- Cagigal, J. M. (2008) *José María Cagigal. Obras completas*. Cádiz: C. Olímpico Español.
- Caillois, R. (1958). *Teoría de los Juegos*. Barcelona: Seix Barral.

- Caillois, R. (1986). *Los juegos y los hombres, la máscara y el vértigo*. México, D.F.: Fondo de Cultura Económica.
- Campbell, H. (2009, 27, de enero). What Was The First Computer Game? [Entrada de blog]. Recuperado de https://www.science20.com/science_20/what_was_first_computer_game-46008.
- Catalán, A. (2016). *Estudio sobre la evolución del juego de mesa y su transformación en producto editorial*. Proyecto Final de Licenciatura de Diseño y Producción gráfica. Instituto Superior de Educação e Ciências, Barcelona.
- D'Ambrosio, U. (2008). *Etnomatemática. Eslabón entre las tradiciones y la modernidad*. México: Limusa.
- D'Ambrosio, U. (2000). Las dimensiones políticas y educativas de la etnomatemática. En A. Martínón Cejas (Ed.), *Las matemáticas del siglo XX: una mirada en 101 artículos*, 439–444. Tenerife: Universidad de la Laguna.
- Decroly, O. (1983). *El juego educativo: iniciación a la actividad intelectual y motriz*. Madrid: C.E.L.E.S.A. Morata.
- Delgado, I. (2011). ¿A qué jugamos? Los juegos, clasificación y funciones. En: *El juego infantil y su metodología* (pp. 158-159). Madrid: Paraninfo.
- Espigares-Gámez M. J., Fernández-Oliveras, A. y Oliveras, M. L. (2019). Compilation of traditional games played in Jamaica: an ethnomathematical study for STEAM education. *Proceedings of ICERI2019 Conference*, 9643-9649. Seville, Spain.
- Fernández-Oliveras, A., & Oliveras, M. L. (2014). Pre-service kindergarten teachers' conceptions of play, science, mathematics, and education. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 152, 856-861. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.09.334>.
- Fernández-Oliveras, A. & Oliveras, M. L. (2015). Conceptions of science, mathematics, and education of prospective kindergarten teachers in a play-based training. *International Journal on Advances in Education Research*, 2(1), 37-48.
- Gairín, J. M. (1990). Efectos de la utilización de juegos educativos en la enseñanza de las matemáticas. *Educar*, (17), 105-118.
- Huizinga, J. (2012). *Homo Ludens*, Tercera edición, Madrid: Alianza S.A.
- Huizinga, J. (2014). *Acerca de los límites entre lo lúdico y lo serio en la cultura.*, 19-60. Madrid: Casimiro.
- Huxley, J. S. (1955). Evolution, Cultural and Biological. *Yearbook of Anthropology* 2-25. Chicago: University of Chicago.
- Jolly, A. (2014, 18 de Noviembre). STEM vs. STEAM: Do the arts belong? Education Week. [Entrada de blog]. Recuperado de www.edweek.org/tm/articles/2014/11/18/ctq-jolly-stem-vs-steam.html.
- Lavega Burgués (1996). El juego y la tradición en la educación de valores. *Educación Social*, (33), 54-72.
- Liao, C., Motter, J. L., & Patton, R. M. (2016). Tech-savvy girls: Learning 21st-century skills through STEAM digital artmaking. *Art Education*, 69(4), 29-35. <https://doi.org/10.1080/00043125.2016.1176492>

- Montaigne, M. y Combeaud, B. (2019). Les Essais. Livre I, 23. *Les Essais. Version Intégrale, Livre 1, 2 et 3: Editions mise à jour et corrigée avec sommaire interne actif. (French Edition) 14 marzo 2019.*
- Montessori, M. (2003). *El método de la pedagogía científica: aplicado a la educación de la infancia.* Madrid: Biblioteca Nueva.
- Moreno Palos (1992). *Juegos populares y deportes tradicionales.* Madrid: Alianza.
- Needham, J. (2004). *De la ciencia y la tecnología chinas, science and civilisation in china.* 7 (2). Madrid: Siglo XXI.
- Oliveras, M. L. (2006). Etnomatemáticas. De la multiculturalidad al mestizaje. En J. Gimenez, J. M. Goñi y S. Guerrero (Eds.), *Matemáticas e interculturalidad* (pp. 117–149). Barcelona: Graó.
- Parlebás, P. (1986). *Elementos de Sociología del Deporte.* Málaga: Unisport.
- Peppler, K. A. (2013). STEAM-powered computing education: Using e-textiles to integrate the arts and STEM. *IEEE Computer*, 46(9), 38-43. <https://doi.org/10.1109/MC.2013.257>.
- Piaget, J., (1964). Cognitive development in children. In *Piaget rediscovered.* Ithaca, NY: Cornell University Press.
- Vygotski, L. S. (1982). El juego y su función en el desarrollo psíquico del niño, *Cuadernos de Pedagogía*, 85, 39-49.
- White, L. (1988). El locus de la realidad matemática. En L. White (Ed.), *La ciencia de la cultura: un estudio sobre el hombre y la civilización.* Barcelona: Círculo Universidad.
- Zouda, M. (2018). Issues of power and control in STEM education: a reading through the postmodern condition. *Cultural Studies of Science Education*, 13(4), 1109-1128. <https://doi.org/10.1007/s11422-017-9820-6>.

4.3. Contribución 3. Análisis de juegos. Catálogo de juegos tradicionales para trabajar áreas científicas y matemáticas. Capítulo de libro en “Innovación educativa en la sociedad digital”

ANÁLISIS DE JUEGOS. CATÁLOGO DE JUEGOS TRADICIONALES PARA TRABAJAR ÁREAS CIENTÍFICAS Y MATEMÁTICAS

Resumen

Presentamos parte del proceso de preparación del material necesario para elaborar propuestas de educación científico-matemática interdisciplinarias mediante microproyectos curriculares lúdicos, enmarcados en una visión etnomatemática que participa del enfoque de educación STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics*). El uso de juegos permite abordar contenidos de áreas científicas y matemáticas y planteamos tomar estos juegos como elemento vertebrador de futuras propuestas curriculares. Para ello hemos realizado un estudio de carácter etnográfico de 30 juegos. Este ha derivado en la generación de un catálogo en el que los juegos han sido tipificados según un modelo que unifica otras propuestas de clasificaciones y al que hemos incorporado una categoría propia, que llamamos *potencial de desarrollo STEAM (PDS)*. En dicho catálogo, se recogen 18 juegos, indicando su lugar de origen, la edad de los jugadores y su tipología, además de su PDS y los contenidos matemáticos y científicos que pueden abordarse con ellos.

Palabras clave: Aprendizaje Basado en Juegos, Educación STEAM, Educación Intercultural, Etnografía, Tradiciones.

GAME ANALYSIS. TRADITIONAL GAMES CATALOGUE TO WORK ON MATHEMATICS AND SCIENCE AREAS

Abstract

We present part of the process necessary to develop interdisciplinary scientific-mathematical education proposals through playful curricular microprojects, framed in an ethnomathematical vision according to the STEAM education (*Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics*) approach. The use of games allows to address content from mathematics and science areas and we consider taking these games as the axis of future curricular proposals. For this, we have conducted an ethnographic study of 30 games. This has resulted in the generation of a catalogue in which the games have been typified according to a model that unifies other proposals for classifications and to which we have incorporated our own category, which we call *STEAM development potential (SDP)*. In this catalog, 18 games are collected, indicating their place of origin, the age of the players and their typology, in addition to their SDP and the mathematical and scientific contents that can be addressed with them.

Keywords: Game Based Learning, STEAM Education, Intercultural Education, Ethnography, Traditions.

1. INTRODUCCIÓN

En este trabajo se presenta parte del proceso de preparación del material didáctico necesario para elaborar una propuesta didáctica para el desarrollo del pensamiento matemático y científico mediante microproyectos curriculares lúdicos diseñados como elementos integradores de materias contextualizados (Fernández-Oliveras, y Oliveras, 2015; Oliveras 2005). Está enmarcado en una visión etnomatemática (D'Ambrosio, 2008; Oliveras 2006) que participa del modelo de educación STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics*), el cual promueve colaboraciones para combinar disciplinas como el arte y las matemáticas.

La educación STEAM (Perignat y Katz-Buonincontro, 2019; Yakman, 2010), que de acuerdo con Stentoft (2017) está asociada al enfoque del aprendizaje basado en problemas, es útil para que los estudiantes desarrollen habilidades de orden superior (Taylor, 2016) y trabajen en equipo (Kelton y Saraniero, 2018). A través de una metodología STEAM, según lo indicado por Erwin (2017), los estudiantes de cualquier nivel asumen las actitudes y conocimientos necesarios para resolver problemas, recopilar y analizar evidencias. Maddena y colaboradores (2013) refieren que las experiencias educativas de programas interdisciplinarios STEM (*Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics*) destinados además a fomentar la combinación con artes y humanidades (que aportan la A de STEAM), desarrollan especialmente el pensamiento creativo.

Por otro lado, desde nuestra perspectiva etnomatemática, valoramos especialmente la práctica de juegos como actividad social (Bishop, 2008), en especial, los juegos tradicionales y populares (Caillois, 1958). Por ello, proponemos aprovechar las potencialidades didácticas del juego, mediante su uso como método y recurso, para trabajar las áreas científico-matemáticas con un enfoque STEAM. El juego, además de ser útil para la enseñanza de la naturaleza del conocimiento científico (Vázquez-Alonso, Manassero-Mas, 2017), permite trabajar la búsqueda de soluciones creativas que Furman (2016) reivindica en la formación del pensamiento científico y tecnológico. Además, el juego es ideal para la educación STEAM porque permite abordar tanto la parte cognitiva como estética y ética de este enfoque interdisciplinar, especialmente, si se adopta una visión intercultural, haciendo hincapié en los beneficios educativos del mundo globalizado actual que señala Rizvi (2014), lo que consideramos necesario en la educación de la ciudadanía del presente y del futuro.

Interrelacionando ambos planos, educación y juego, desarrollamos el presente estudio de carácter etnográfico, en la línea de contribuciones anteriores (Espigares-Gámez, Fernández-Oliveras y Oliveras, 2019). El objetivo es estudiar y seleccionar juegos para elaborar un catálogo, que servirá como punto de partida en el diseño de propuestas didácticas dedicadas a abordar las áreas científicas y matemáticas de forma integrada y con un enfoque intercultural, en los niveles de educación infantil y primaria.

El marco teórico subyacente a nuestra investigación se nutre de teorías sobre el juego y su clasificación (Huizinga, 1955; Piaget, 1964; Bergen, 2009; Caillois, 2001; Decroly, 1983; Delgado, 2011), de modelos de la didáctica de las matemáticas con enfoque etnomatemático e intercultural inclusivo (Bishop, 2008; D'Ambrosio, 2000, 2008; Oliveras, 2006), así como de propuestas para abordar las áreas científicas y matemáticas de manera integrada (Moore y Smith, 2014; Moorehead y Grillo, 2013; Yakman, 2010)..

En la elaboración de nuestro estudio y del catálogo que mostramos se ha combinado la consulta de compendios especializados, como el de Urdiales y colaboradores (1998) y el de Grunfeld (1978), con posteriores búsquedas en fuentes de internet de diversos tipos, incluyendo publicaciones audiovisuales.

Los juegos han sido clasificados de diversas formas dependiendo de los autores que realicen la categorización. Por ejemplo, basándose en los principios de la globalización y los centros de interés, Decroly ya clasificaba los juegos educativos en cinco clases: senso-motrices, de iniciación matemática, referidos a la noción del tiempo, de iniciación lectora y de gramática o comprensión del lenguaje (Meneses y Monge, 2001). En Delgado (2011), se recogen algunas de las clasificaciones de juegos más comunes, de autores como Bühlher, Chance, Piaget, Caillois, Stern y Wolf.

En nuestro caso, a la hora de establecer las tipologías de los juegos, hemos añadido las de uno de los sistemas de clasificación más conocidos, el sistema ESAR. Este sistema, según Garón, Filion y Doucet (1996), es un método basado en la teoría de Piaget que se emplea en ludotecas y distingue entre juegos de ejercicio, simbólicos, de armar y de reglas.

El *Modelo de Tipificación de los Juegos* (MTJ) que hemos elaborado se configura mediante las siguientes estructuras inclusivas: *perspectivas*, *categorías*, *criterios* (de tipificación) y *tipos* (de juegos), que son conjuntos genéricos donde se sitúan los juegos concretos, respondiendo a un tipo. Dicho modelo está constituido por un total de 22 tipos de juegos.

Además, en nuestro MTJ hemos incorporado un criterio propio, que llamamos *potencial de desarrollo STEAM* (PDS), que puede tomar tres niveles: bajo, medio y alto, en función de las relaciones con las áreas STEAM que se detecten en los elementos del juego (mecánica y dinámica) y que incluimos en el modelo.

Este criterio es el más importante en nuestro catálogo, aunque se acompaña de otros que hemos denominado de índoles interna o externa al propio juego, necesarios para seleccionar y agrupar los juegos. Atendiendo a dichos criterios, tenemos varios bloques de juegos diferenciados como, por ejemplo, juegos reglados, de mesa, de exterior, populares, para jugadores menores de 6 años o de entre 6 y 12 años, etc.

3. RESULTADOS. CATÁLOGO DE JUEGOS

El estudio realizado consta de 30 juegos en total. De ellos, hemos hecho una selección de 18 juegos, que llamamos catálogo, y con un sentido operativo, se recogen en una tabla de doble entrada donde se aplican los criterios de tipificación que hemos adoptado, tomados de nuestro Modelo de Tipificación de los Juegos (MTJ).

En la Tabla 1 se indica el lugar de origen, la edad de los jugadores, los materiales o componentes de cada juego. También se aporta una breve descripción de las reglas junto con una de las direcciones de internet consultadas sobre cada juego. Destacamos que, por motivos de espacio, se ha omitido información relevante sobre cada juego como, por ejemplo, el número de participantes o jugadores y la temporalización del juego.

En la Tabla 2 aparecen reflejadas las tipologías MTJ, el PDS y los contenidos científicos y matemáticos de los 18 juegos del catálogo.

Tabla 1: Catálogo de juegos con potencial STEAM: origen, edad de los jugadores, materiales y reglas.

Juegos tradicionales para desarrollar el pensamiento matemático-científico y su aplicación a propuestas didácticas integradas diseñadas desde una perspectiva Etnomatemática

Nombre del juego	Origen	Edad jugadores	Materiales	Breve descripción de las reglas y dirección web con más información
1) 20-20	España	6-12 años	Baraja española de 40 cartas y 6 fichas para cada jugador	Se reparten 5 cartas a cada jugador, las restantes se dejan en un montón boca abajo. El objetivo es cerrar una fila o columna donde las cartas sumen 20 y colocar una ficha en sus extremos. Gana el primer jugador que consigue seis fichas. https://aprendiendomatematicas.com/juego-de-cartas-veinte-veinte
2) Awale	África	A partir de 8 años	Semillero como tablero y semillas o fichas manipulables	Juego mancala de estrategia, donde el objetivo principal es recolectar semillas a través de una serie de movimientos. El juego consta de 6 casillas por jugador y un “almacén”. Cada casilla se inicia con 4 semillas. Por turnos cada jugador reparte estas 4 semillas de una en una en las casillas contiguas a la inicial. Gana el juego quien consigue más semillas en su almacén. https://www.youtube.com/watch?v=t6dyDIe-Ihk
3) Damas Chinas	Alemania	A partir de 5 años	Tablero de 6 puntas y damas	El objetivo es ser el primero en mover todas las fichas hacia la esquina-punta opuesta a la posición inicial, utilizando movimientos de un solo paso o movimientos que saltan sobre otras piezas. https://www.youtube.com/watch?v=K8MOp_Fje2Y
4) Hundir la flota	América	A partir de 5 años	Tablero de juego y fichas o papel y lápiz	Papel o un tablero, donde indicar la posición de sus barcos. El oponente debe “hundirlos” acertando su posición por coordenadas. https://www.youtube.com/watch?v=5iHTdn4dOUU
5) Minjlieff	Norte de Escandinavia	A partir de 7 años	Tablero Minjlieff y fichas de distinto color para cada jugador, con figuras dibujadas	Sobre un tablero de 4 partes, divididas a su vez en otras 4. Con 8 fichas por jugador y por turnos, cada uno pone una. Se inicia en cualquiera de las esquinas. Dependiendo de la forma que aparezca en ella, se deberá continuar. Cruz (+): solo se puede colocar ficha en los extremos horizontales o verticales de la cruz. Aspa (X): ficha solo en las esquinas diagonales. Círculo cerrado con un cuadrado dentro: solo puede colocar ficha alrededor de esta. Círculo abierto con cuadrado dentro: no puede colocar su ficha alrededor de esta. El objetivo es conseguir más puntos, que se ganan alineando tres fichas. https://www.youtube.com/watch?v=Vf7fKlAcPww
6) Molino de 9	Imperio Romano	A partir de 6 años	Tablero con un diseño de	Es un juego de estrategia donde el objetivo es dejar al rival con menos de 3 fichas o bloquear sus movimientos de

Juegos tradicionales para desarrollar el pensamiento matemático-científico y su aplicación a propuestas didácticas integradas diseñadas desde una perspectiva Etnomatemática

			cuadrados concéntricos y fichas	forma que no pueda continuar jugando, sobre un tablero. https://www.youtube.com/watch?v=eX0QE1HBo2g
7) Saca Yunya	Perú	A partir de 4 años	Piedras o semillas	El juego consiste en, desde afuera, lanzar una piedra o semilla para sacar una serie de semillas (o piedras) de dentro de un círculo previamente dibujado en el suelo o en la tierra. Se colocan en el centro del círculo y se les va empujando al lanzarle otras piedras desde el exterior https://www.facebook.com/JuegosTradicionalesMundo/photos/a.1383567938583014/1383681328571675/?type=3&theater
8) Pajaritos (31)	Venezuela	A partir de 10 años	Baraja de cartas española	Cada carta posee su valor numérico excepto las figuras que valen 10 puntos y el as que vale 11. Cada jugador posee 3 cartas y por turnos se van lanzando y robando de un mazo, con el objetivo de sumar puntos y obtener en una mano un valor tan cercano a 31 como sea posible con cartas del mismo palo. En el caso de que un jugador consiga dos figuras y un as del mismo palo, ha hecho “pajaritos” (31 puntos) y los demás pierden una vida. Gana el último que tenga vidas. https://www.youtube.com/watch?v=RFNq92u-s04
9) Morra	España (Castilla la Mancha)	A partir de 7 años	No se necesitan recursos materiales	Los dos jugadores esconden un puño detrás de la espalda. Después cada uno dice a la vez el número de dedos que cree hay extendidos entre las dos manos y simultáneamente las muestran. La puntuación mínima obtenible es 2, ya que no existe el cero (el puño vale 1). La palabra morra significa 10 dedos, Jugador que haya acertado gana. https://www.youtube.com/watch?v=iFVgVFajGmI
10) Cierra la caja (<i>Shut the box</i>)	Inglaterra	A partir de 6 años	Caja con pestañas numeradas del 1 al 10	Un jugador lanza dos dados y suma el resultado obtenido en las caras superiores. Tiene que bajar dos o tres lengüetas que sumen lo obtenido, y se anota los números que le han quedado en orden. Por ejemplo si no bajó el 7, 8 y 9, anotará 789. Ahora lanza el siguiente jugador. Ganar el que menos puntos tenga. https://www.youtube.com/watch?v=mwURQC7mjDI
11) ¿Qué hora es señor lobo?	Australia	A partir de 5 años	Cuerpo de los jugadores	Un jugador es el lobo y se sitúa de espaldas al resto, colocados a unos diez metros de la línea de partida. Estos preguntan “¿Qué hora es, señor lobo?”. El lobo se da la vuelta y responde X. El resto de jugadores dan X pasos acercándose al lobo. Cuando el lobo quiera responde: “La hora de comer” y corre hacia el grupo mientras este trata

Juegos tradicionales para desarrollar el pensamiento matemático-científico y su aplicación a propuestas didácticas integradas diseñadas desde una perspectiva Etnomatemática

				de traspasar la línea de partida. Si el lobo atrapa a un jugador antes, ese será el nuevo lobo. https://www.youtube.com/watch?v=wMR1oxV3JD4
12) Fanorona	Madagascar	A partir de 9 años	Tablero y fichas	Cada línea del tablero representa el camino para desplazar una ficha. Las fichas solo se mueven de una intersección entre líneas a otra adyacente. Las intersecciones pueden ser fuertes (todos los desplazamientos están permitidos) o débiles (los únicos permitidos son horizontal y vertical). https://www.youtube.com/watch?v=vd0-6Zbr9QE
13) La Mamba	África	A partir de 5 años	Cuerpo de los jugadores y emisor de sonido para canción	Se colocan por parejas. Cada uno recibe un pañuelo que deposita en el suelo y simboliza una serpiente. Mientras la música suena todos/as se mueven. Cuando la música se detiene, cada uno trata de coger la serpiente, tirando. Quien no la consigue busca de pareja a quien la consigue que permanece su sitio, levanta su brazo sujetando el pañuelo y el otro lo coge. Cuando la música vuelve a sonar, el juego se reinicia. https://www.youtube.com/watch?v=WUolOrMWxAc
14) Rayuela	Europa	A partir de 4 años	Tiza, piedras	Se dibuja en el suelo el diagrama para jugar a la rayuela, compuesto por cajas con números del 1 al 10. Para empezar a jugar necesitamos una piedra que debe lanzar al diagrama. El cuadrado en el que caiga se denomina "casa" y no se puede pisar. Se deberá recorrer el circuito saltando a la pata coja en los cuadrados, o con los dos pies si se trata de un cuadrado doble. El objetivo es pasar la piedra de cuadrado en cuadrado hasta llegar al 10 y volver a la salida. https://www.youtube.com/watch?v=gfnASm2m-Yc
15) Pasar por el aro	El Salvador	A partir de 3 años	Aros	Se forma un corro de pie agarrados de las manos. Colocamos un aro de gimnasia atravesado en los brazos de dos participantes. A continuación, cada participante intenta pasar su cuerpo por el aro sin soltarse las manos en ningún momento comenzando por una persona y siguiendo hasta que llegue a ella misma de nuevo. Cada participante irá pasando su cuerpo a través del aro sin soltar las manos. https://www.youtube.com/watch?v=tHorlW1EU8Y
16) Daruma Otoshi	Japón	A partir de 3 años	Juguete Daruma-Otoshi	Para empezar a jugar, se disponen las piezas de madera una encima de la otra, de abajo a arriba pieza roja, amarilla, verde y azul, terminando con la cabeza del muñeco Daruma en la cima. La idea es golpear con un

Juegos tradicionales para desarrollar el pensamiento matemático-científico y su aplicación a propuestas didácticas integradas diseñadas desde una perspectiva Etnomatemática

				pequeño martillo cada una de las piezas apilables, una por una y comenzando por abajo. https://www.youtube.com/watch?v=G0UbuQJ4mNQ
17) Ajutatut	América	A partir de 3 años	Pelota	Los jugadores forman un círculo, y colocan una mano en su espalda. El objetivo es que una pelota vaya pasando de un jugador al de su derecha, golpeándola con la palma de la mano libre y evitando que caiga al suelo. No está permitido agarrarla. Se cuenta número de vueltas que da antes de caer. https://www.youtube.com/watch?v=5u3fDh_Gc3o
18) Buzz Fizz	América	De 12 a 16 años	No se necesitan materiales, solo un espacio para formar un corro	Los jugadores en círculo eligen a uno que empiece a contar desde el número 1. El siguiente continúa con el 2, 3... Los jugadores tienen que decir “Fizz” en lugar del 5 o múltiplo de 5 y “Buzz”, en lugar del número 7 o múltiplos de 7. http://www.dr-mikes-math-games-for-kids.com/fizz-buzz.html

Tabla 2: Catálogo de juegos con potencial STEAM: tipologías según el Modelo de Tipificación de los Juegos (MTJ) adoptado, potencial de desarrollo STEAM (PDS) y contenidos científicos y matemáticos.

Nombre del juego	Tipologías MTJ	PDS	Contenidos Matemáticos	Contenidos Científicos
1) 20-20	3-Reglado. 5-Pensamiento. 8-Varios jugadores. 9-Tradicionales. 11-De interior. 12-Competitivo. 20-De naipes.	PDS medio	Números naturales Orden Aritmética Cálculo mental Estimación Estrategia Distribución del plano	Observación Formulación de hipótesis Planificación Control de los efectos de variables Toma de decisiones
2) Awale	3-Reglado. 5-Pensamiento. 8-Varios jugadores. 9-Tradicionales. 11-De interior. 12-Competitivo. 19-De mesa.	PDS alto	Comparación Aritmética Cálculo mental Fracciones Geometría Resolución de problemas Medida Uso de la lógica	Observación Formulación de hipótesis Planificación Control de los efectos de variables Evaluación de suposiciones Toma de decisiones
3) Damas Chinas	3-Reglado. 5-Pensamiento. 8-Varios jugadores. 9-Tradicionales. 11-De interior. 12-Competitivo. 19-De mesa.	PDS alto	Categorización Estrategia Uso de la lógica Control de variables Ángulos Medida	Observación Análisis Planificación Evaluación de suposiciones Predicción Uso de la creatividad Toma de decisiones
4) Hundir la	3-Reglado.	PDS	Coordenadas	Observación Recopilación de

Juegos tradicionales para desarrollar el pensamiento matemático-científico y su aplicación a propuestas didácticas integradas diseñadas desde una perspectiva Etnomatemática

flota	5-Pensamiento. 8-Varios jugadores. 9-Tradicionales. 11-De interior. 12-Competitivo. 19-De mesa.	alto	Estrategia Números naturales Uso de la lógica Pares ordenados	datos Formulación de hipótesis. Planificación Evaluación de suposiciones Uso de la creatividad Toma de decisiones
5) Minjlieff	3-Reglado. 5-Pensamiento. 8-Varios jugadores. 9-Tradicionales. 11-De interior. 12-Competitivo. 19-De mesa.	PDS alto	Categorización Direcciones en el plano Ángulos Medidas Figuras geométricas Simetría Resolución de problemas	Observación Análisis Formulación de hipótesis Planificación Elaboración de conclusiones Uso de la creatividad
6) Molino de 9	3-Reglado. 5-Pensamiento. 8-Varios jugadores. 9-Tradicionales. 11-De interior. 12-Competitivo. 19-De mesa.	PDS alto	Cálculo mental Estimación Razonamiento Estrategia Distribución del espacio plano	Observación Análisis Formulación de hipótesis. Planificación Control de los efectos de variables Elaboración de conclusiones Toma de decisiones
7) Saca Yunya	4-Coordinación sensorial. 5- Pensamiento. 8-Varios jugadores. 9-Tradicionales. 11-De exterior. 12-Competitivo.	PDS medio	Comparación Estimación Dirección en el espacio Vectores Resolución de problemas	Observación Formulación de hipótesis. Planificación Control de efectos de variables. Evaluación de suposiciones Concepto de fuerza
8) Pajaritos (31)	3-Reglado. 5-Pensamiento. 8-Varios jugadores. 9-Tradicionales. 11-De interior. 12-Competitivo. 20-De naipes.	PDS alto	Aritmética Cálculo mental Cardinalidad Estimación Números naturales Patrones Probabilidad Resolución de problemas Uso de la lógica	Observación Recopilación de datos Análisis Formulación de hipótesis Evaluación de suposiciones Predicción Toma de decisiones
9) Morra	4- Funcional. 5-Pensamiento. 8-Varios jugadores. 9-Tradicionales. 10-De exterior. 12-Competitivo. 21- Con manos.	PDS bajo	Números naturales Probabilidad	Observación Formulación de hipótesis Predicción
10) Cierra la caja (<i>Shut the box</i>)	3-Reglado. 5-Pensamiento. 8-Varios jugadores. 9-Tradicionales. 11-De interior. 12-Competitivo. 19-De mesa.	PDS medio	Aritmética Cálculo mental Estimación Números naturales Patrones Probabilidad Resolución de problemas Uso de la lógica	Observación Análisis Formulación de hipótesis Evaluación de suposiciones Predicción Elaboración de conclusiones
11) ¿Qué hora	4- Funcional.	PDS	Aritmética	Observación

Juegos tradicionales para desarrollar el pensamiento matemático-científico y su aplicación a propuestas didácticas integradas diseñadas desde una perspectiva Etnomatemática

es señor lobo?	5-Pensamiento. 8-Varios jugadores. 9-Tradicionales. 10-De exterior. 12-Competitivo.	bajo	Estimación Números naturales	Análisis Formulación de hipótesis Evaluación de suposiciones Medida de distancias Concepto de velocidad
12) Fanorona	3-Reglado. 5-Pensamiento. 8-Varios jugadores. 9-Tradicionales. 11-De interior. 12-Competitivo. 19-De mesa.	PDS alto	Comparación Estimación Patrones Probabilidad Resolución de problemas Uso de la lógica	Observación Formulación de hipótesis. Planificación Control de los efectos de variables Evaluación de suposiciones Predicción Elaboración de conclusiones Uso de la creatividad Toma de decisiones
13) La Mamba	4-Coordinación sensorial. 5-Pensamiento. 8-Varios jugadores. 9-Tradicionales. 10-De exterior. 15-No competitivo.	PDS bajo	Patrones Resolución de problemas Sentido espacial Concepto de par	Observación Formulación de hipótesis Planificación Evaluación de suposiciones Interpretación de códigos
14) Rayuela	4- Coordinación sensorial. 5-Pensamiento. 7-Solitario. 9-Tradicionales. 11-De exterior. 15-No competitivo.	PDS medio	Aritmética Cardinalidad Estimación Números naturales Patrones Probabilidad Resolución de problemas Uso de la lógica	Observación Formulación de hipótesis Planificación Evaluación de suposiciones
15) Pasar por el aro	4- Funcional. 5-Pensamiento. 8-Varios jugadores. 9-Tradicionales. 10-De exterior. 15-No competitivo. 17-Colaborativo.	PDS bajo	Probabilidad Resolución de problemas Uso de la lógica	Observación Planificación Formulación de hipótesis Evaluación de suposiciones
16) Daruma Otoshi	4- Coordinación sensorial. 5-Pensamiento. 8-Solitario. 9-Tradicionales. 11-De interior. 12-No competitivo.	PDS bajo	Cardinalidad Números naturales Resolución de problemas Uso de la lógica Vectores	Observación Planificación Formulación de hipótesis Evaluación de suposiciones Concepto de fuerza
17) Ajutatut	4- Coordinación sensorial. 5-Pensamiento. 8-Varios jugadores. 9-Tradicionales. 10-De exterior. 15-No competitivo. 17-Colaborativo.	PDS bajo	Aritmética Cálculo mental Números naturales Resolución de problemas Situación espacial	Observación Planificación Formulación de hipótesis Evaluación de suposiciones Conceptos de dinámica
18) Buzz Fizz	4- Coordinación sensorial 5-Pensamiento. 8-Varios jugadores.	PDS medio	Cardinalidad Números naturales Aritmética Patrones	Observación Planificación

	9-Tradicionales. 11-De exterior. 15-No competitivo. 17-Colaborativo.		Coordinabilidad	
--	---	--	-----------------	--

4. DISCUSIÓN

Como se puede apreciar, en el catálogo, encontramos juegos interesantes para trabajar áreas científicas y matemáticas que pertenecen a distintas tipologías, algo propiciado por la intención de seleccionar diversidad de juegos que permitan no solo enriquecer el estudio, sino también su posible utilidad para centros educativos (formales, no formales e informales), con jugadores de edades variadas.

En los 18 juegos del catálogo las categorías mayoritarias son: reglado de mesa (7) y de pensamiento y creatividad con PDS alto (7), le siguen los de coordinación sensorial (5) y de pensamiento y creatividad con PDS medio o bajo (5), mientras que populares hay solo 4. Los que ponen en acción el cuerpo y los sentidos en modalidad funcional son 3 e igual cantidad son de exteriores, siendo aún más minoritarios los de naipes (2) y los que se realizan con manos (1), que suelen ser a su vez populares. Encontramos equilibrada la cantidad de juegos más sedentarios y abstractos (9) frente a los que ponen más en acción el cuerpo (9). Predominan los reglados de mesa y fichas frente a los de cartas, y son minoritarios los que se juegan en el exterior (3). Si consideramos la edad mínima recomendada para cada juego, vemos que hay de tres a cinco años (Educación Infantil) y de seis en adelante (Educación Primaria), en igual cantidad (9). El conjunto de juegos, en suma, presenta una variedad equilibrada.

Cabe puntualizar que muchos juegos provienen de un lugar pero se diseminan por el mundo, siendo los lugares expresados en la tabla aquellos en los que se originaron, según las fuentes consultadas, y que suelen coincidir con países en que se practican actualmente. Entre los juegos mostrados hay siete europeos, seis americanos, tres africanos, uno asiático y uno de Oceanía, por lo que están representados los cinco continentes, para promover una educación intercultural con enfoque etnomatemático (Oliveras, 2005).

Los contenidos matemáticos y científicos que pueden ser trabajados con los juegos se han expresado de modo muy genérico por motivos prácticos, para dar un sentido operativo a la tabla. Entre ellos predominan la observación, el establecimiento de hipótesis, el control de variables, aspectos lógicos, la comparación, la aritmética, los patrones, aspectos geométricos y de sentido espacial.

5. CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO

Desde un marco teórico que se nutre de teorías sobre el juego y su clasificación, Etnomatemáticas y educación interdisciplinar STEAM, hemos trabajado interrelacionando el juego y la educación. Se ha realizado un estudio de diversos juegos y seleccionado un conjunto de 18 que forma un catálogo variado y equilibrado en cuanto a las tipologías de los juegos obtenidas aplicando un modelo propio de tipificación de juegos. También se han mostrado contenidos de matemáticas y ciencias asociados a los juegos estudiados y evaluado conjuntamente otras aportaciones para los jugadores interesantes desde una visión intercultural y STEAM de la educación, indicando el potencial de desarrollo STEAM (PDS). El catálogo elaborado permite, no solo

enriquecer la investigación que estamos desarrollando, sino que también podría tener utilidad para centros educativos en ámbitos de educación formal, no formal e informal (colegios, ludotecas, museos interactivos...).

En un estudio posterior, y en base al catálogo, se procederá a seleccionar los juegos más adecuados para elaborar propuestas didácticas, prestando especial atención a su PDS. Tras realizar dicha selección se elaborarán microproyectos lúdicos para la educación interdisciplinar e intercultural tomando como signos culturales dichos juegos. Los microproyectos conllevarán tanto la práctica del juego como su estudio histórico, geográfico, sociológico, de análisis interno del juego, además de la elaboración artesanal de un prototipo del juego, con sus componentes o materiales necesarios. Como actividad transversal los participantes elaborarán un informe con formato de proyecto, recogiendo el proceso de construcción del juego y la experiencia de jugar, en el que el texto redactado irá acompañado de otros aspectos que lo enriquezcan (dibujos, esquemas, selección de imágenes o sonidos, etc.). De este modo, se pretende fomentar el desarrollo del lenguaje, la reflexión y la metacognición. En definitiva, a través del microproyecto lúdico se trata de brindar la posibilidad de desarrollar destrezas muy variadas bajo un enfoque STEAM.

REFERENCIAS

- Bergen, D. (2009). Play as the Learning Medium for Future Scientists, Mathematicians, and Engineers. *American Journal of Play*, 1(4), 413-428.
- Bishop, A. J., et al. (2008). *El juego como estrategia didáctica*. Barcelona: Graó.
- Caillois, R (1958). *Teorías de los juegos*. Barcelona: Seix Barral.
- Caillois, R. (2001). *Man, Play, and Games*. Chicago: University of Illinois Press.
- D'Ambrosio, U. (2000). Las dimensiones políticas y educacionales de la etnomatemática. En A. Martínón Cejas (Ed.), *Las matemáticas del siglo XX: una mirada en 101 artículos*, 439-444. Tenerife: Universidad de la Laguna.
- D'Ambrosio, U. (2008). *Etnomatemática. Eslabón entre las tradiciones y la modernidad*. México: Limusa.
- Decroly, O. (1983). *El juego educativo: iniciación a la actividad intelectual y motriz*. Madrid: Ediciones Morata, S.A.
- Delgado, I. (2011). ¿A qué jugamos? Los juegos, clasificación y funciones. En *El juego infantil y su metodología*, 158-169. Madrid: Paraninfo.
- Erwin, H. (2017). Full STEAM ahead in physical education. *Journal of Physical Education, Recreation & Dance*, 88 (1), 3-4. <https://doi.org/10.1080/07303084.2016.1249759>
- Espigares-Gámez M. J., Fernández-Oliveras, A. y Oliveras, M. L. (2019). Compilation of traditional games played in Jamaica: an e thnomathematical study for STEAM education. *Proceedings of ICERI2019 Conference*, 9643-9649. Seville, Spain.
- Fernández-Oliveras, A., y Oliveras, M. L. (2015). Formación de maestros y Microproyectos curriculares. *Revista Latinoamericana de Etnomatemática*, 8(2), 472-495.
- Froebel, F. (1886). *Autobiography of Friedrich Froebel* (Translated by Michaelis, E. and Moore, H.K.). London: Swan Sonnenschein.

- Furman, M. (2016). Educar mentes curiosas: la formación del pensamiento científico y tecnológico en la infancia. *XI Foro Latinoamericano en Educación*. Buenos Aires: Santillana.
- Garón, D. Filion, R. y Doucet, M. (1996). *El sistema ESAR: Un método de análisis psicológico de los juguetes*. Alicante: Instituto Tecnológico del Jugete.
- Grunfeld, F. V. (1978). *Juegos de todo el mundo*. Madrid: Edilan.
- Huizinga, J. (1955). *Homo ludens: A study of the play-element in culture*. Boston: The Beacon Press.
- Huxley, J. S. (1955) Editorial Invitado: evolución, cultural y biológica. *Anuario de Antropología*, 2-25.
- Kelton, M & Saraniero, P. (2018). STEAM y partnerships: a case of interdisciplinary professional development and collaboration. *Journal of Museum Education*, 43(1) 55-65. <https://doi.org/10.1080/10598650.2017.1419772>.
- Maddena, M., Baxtera, M., Beauchampa, H., Boucharda, K., Habermasa, D & Huff, M. (2013). Rethinking STEM education: an interdisciplinary STEAM curriculum. *Procedia Computer Science*, 20(1), 541-546. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2013.09.316>.
- Meneses, M. y Monge, M. A. (2001). El juego en los niños: enfoque teórico. *Educación*, 25(2), 113-124. Universidad de Costa Rica. San Pedro, Montes de Oca, Costa Rica.
- Moore, T. y Smith, K. (2014). Advancing the state of the art of STEM integration. *Journal of STEM Education*, 15(1), 5–10.
- Moorehead, T., Grillo, K., (2013). Celebrating the Reality of Inclusive STEM Education: Co-Teaching in Science and Mathematics. *Teaching Exceptional Children (TEC)*, 45(4), 50-57. <https://doi.org/10.1177/004005991304500406>.
- Oliveras, M. L. (2005). Microproyectos para la educación intercultural en Europa. *Uno: revista de Didáctica de las Matemáticas*, (38), 70-81.
- Oliveras, M. L. (2006). Etnomatemáticas. De la multiculturalidad al mestizaje. En J. Gimenez, J. M. Goñi y S. Guerrero (Eds.), *Matemáticas e interculturalidad*, 117–149. Barcelona: Graó.
- Perignat, E., y Katz-Buonincontro, J. (2019). STEAM in practice and research: An integrative literature review. *Thinking Skills and Creativity*, 31, 31-43. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2018.10.002>.
- Piaget, J., (1964). Cognitive development in children. In *Piaget rediscovered*. Ithaca, NY: Cornell University Press.
- Rizvi, F. (2014). *Encountering education in the global: The selected works of Fazal Rizvi*. Londres: Routledge.
- Stentoft, D. (2017). From saying to doing interdisciplinary learning: Is problem-based learning the answer? *Active Learning in Higher Education*, 18(1), 51-61. <https://doi.org/10.1177/1469787417693510>.
- Taylor, P. (2016). Why is a STEAM curriculum perspective crucial to the 21st century? *Research Conference*. 89-93. Recuperado de: <https://researchrepository.murdoch.edu.au/id/eprint/37950/1/STEAM.pdf>
- Urdiales, M.A., Ortega, A., Villegas, M.A., Fernández, E., Lerma, M., Yañez, J.M., Bermejo, M., (1998). *Guía Lúdica para el Currículo de Educación Primaria*. Madrid: Escuela Española.

- Vázquez-Alonso, Á., Manassero-Mas, M. (2017). Juegos para enseñar la naturaleza del conocimiento científico y tecnológico. *Educar*, 53(1), 149-170.
- Vygotski, L. S. (1982). El juego y su función en el desarrollo psíquico del niño, *Cuadernos de Pedagogía*, 85, 39-49.
- Yakman, G. (2010). What is the point of STE@M?—A Brief Overview. *Steam: A Framework for Teaching Across the Disciplines. STEAM Education*, 7. Recuperado de: https://steamedu.com/wp-content/uploads/2016/01/What_is_the_Point_of_STEAM_A_Brief_Overv.pdf

4.4. Contribución 4. Implementation of a Playful Microproject Based on Traditional Games for Working on Mathematical and Scientific Content. Artículo en Revista Education Sciences.

Implementation of a Playful Microproject Based on Traditional Games for Working on Mathematical and Scientific Content

Abstract: According to previous research, we consider it necessary to extend the use of games, as mediating elements, in the learning of STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics) contents rejected by many students. For this, we have carried out an educational research project on games, with an ethnomathematical approach, since games are an important cultural sign with mathematical and scientific potentialities. We have prepared an anthropological study and an analytical one, generating a catalogue of games from different cultures. Thus, we have verified that, starting with culture, we can get to the game, but we posed the query as to whether, starting from certain games, we could achieve enculturation, by activating mathematical and scientific content in the players. To answer this query, we have created a curricular design called “playful microproject” with three traditional games from different cultures and geographical contexts. The microproject was implemented with 32 participants, from 8 to 12 years old. To analyse the results of the microproject, a case study was carried out using qualitative methodology. As part of the playful microproject, the necessary materials for each game were made by hand, and the games were then played. Both the realization of the games and the act of playing showed evidence of mathematical and scientific content, although more in the act of playing. The results revealed that: (1) the three games mobilized 21 categories of analysis, made up of scientific-mathematical content; (2) the three games proved to be equivalent in strong didactic potential; (3) that the microproject provides a valuable intercultural educational approach. The contents evidenced constitute a fundamental part of the Primary Education curriculum: classify, organize, measure, and quantify items, as well as formulate hypotheses, draw conclusions, place oneself in space, and design strategies, among others. It is concluded that these games can promote scientific-mathematical enculturation in a contextualized way.

Keywords: game-based learning; traditional games; ethnomathematics; steam; intercultural education; primary education

Introduction

1.1. Background

Huizinga considered humans to be *Homo Ludens* or “man who plays” [1]. For this author, play is a cultural phenomenon, a social impulse that extends to all civilizations, as an essential element of each culture that subjects create and use throughout the whole of their lives [2,3]. We assume his vision and value the importance of play as a cultural sign that characterizes each social group and belongs to all humanity, as it originates with the development of society itself and leads the person towards integration into a social group [4].

Regarding the repercussions of play in each subject, its educational influence is undeniable. Play, however, is the ideal scenario for acquiring a great deal of learning. For example, some games help in the structuring of language [5], and others favour development of thinking [6]. According to Garaigordobil [7], there are a number of studies that demonstrate how play is a key part in the development of learning in children and adults. In accordance with this idea, there is currently a complete line of international research on playful learning, which includes game-based learning, on which our study focuses, centred on the educational use of traditional games.

We consider play as a key element in the development of the person, taking, as reference, the ideas of Piaget [8], where he interprets play as the means by which the child comes into contact with and develops in the environment, thereby learning to understand reality. This is somewhat related to the proposal of Vigotsky, who affirmed that the game is a social activity [9]. In consideration of these ideas, it becomes necessary to highlight that, despite their importance in current and future society, the skills associated with scientific thinking are often not developed in the classroom and, therefore, need to be promoted through educational and cultural tools, such as games [10]. To the point of taking it as a reference for an educational research project that has been taking shape for a number of years, and which has, as its precedents, various studies on play, its classifications and potential for working on mathematical and scientific content [11–13]. This project comprises four components: anthropological study, analytical study, educational study, and field research (Figure 1). A summary of the first two stages (anthropological and analytical study)

can be consulted in a previous publication [14], and the final two stages are presented here.

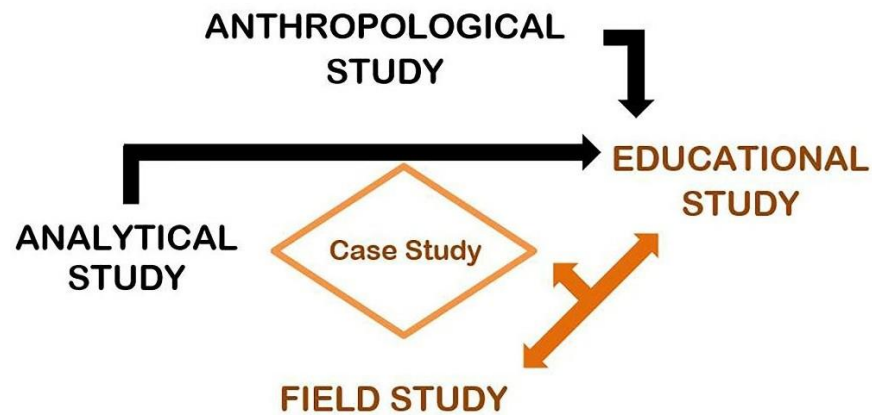


Figure 1. Project components and their relationship to the case study.

The four studies are consecutive and linked, metaphorically configuring a continuous curve. The results of the first generated the research questions of the second, and from this arises the third, focusing the attention on three paradigmatic games united in an MPL that is implemented, constituting “a case”; the fourth study takes, as an object of investigation, the case generated in the third. First, in the anthropological study, we investigated the culture, confirming that the game is one of its idiosyncratic values. We did this in the case of Jamaican culture, compiling its most popular games and discovering scientific- mathematical and social aspects of a dozen games rooted in Jamaica. Then, through a second analytical study, we studied a sample of 40 multicultural games, developing a catalogue with detailed characteristics of these games. In the final stage, we selected, from this catalogue, 3 popular games that share a common origin: the game of checkers. With these games, we conducted a third educational and a fourth research studies. We found that these games arise from broadly different socio-geographical contexts and ancestral cultures, but they are currently connected by emigration and tourism. Next, we developed a didactic proposal in the form of an Interdisciplinary Playful Microproject with the three selected games, and finally, we carried out a “Case Study” on the MPL, showing scientific- mathematical content and forms of learning that can be promoted through games. The first two studies lead from culture to games, as a circumference arc, and the two studies that we present here fit into the base of that arc and build the arc backwards: from games to culture. This leads to enculturation in mathematics and science, implicit in games, and to current interculturality based on ancestral heritage.

In the phase corresponding to the anthropological study, the first element is culture associated with play. Bishop [15] indicated that there are six types of activities carried out by all social groups. Playing is one of them. Focusing on this idea, the anthropological study of our project is pertinent, due to the nature of play, and fundamental, because our work is grounded on the research programme denominated Ethnomathematics [16–19], which investigates the relationships between mathematics and different cultures, making the existence of mathematics visible in all of them. From this focus, mathematics can be defined as a three-dimensional creation constructed by: formal science, a mode of individual thought, and social interaction [20,21]. Ethnomathematics includes these three components and is defined by several authors as follows: “Mathematics practiced between cultural groups identifiable as national tribal societies, guilds, children of a certain age, and professional classes” [22]; “A cultural product that has been developed as a result of several activities” [23]; Mathematics implicit in each practice [24], which emerge in all cultures; “modes and techniques (tics) of comprehension, grasp, and explanation of the natural and cultural setting (mathema) in different cultural systems (ethno) [25]. The literature on Ethnomathematics is currently extensive, with notable references for the present work [26–33].

Rosa & Orey [34] relate mathematics to other areas of cognition, such as language or meanings—something tremendously related to culture and its dissemination. At this point, one of the ethnomathematical principles of Gerdes [24] is noteworthy, where the importance of emphasizing the implication of sociocultural factors (game) in education, learning, and development of mathematics is addressed. That is the aim we focus our mathematical and

scientific interest on, with games that offer cultural elements applicable to mathematics teaching.

Ideas that were already raised by Alsina and Planas [35], where they make a comparative analysis of the procedures involved in the game and in mathematics, some of them being: knowledge of the rules, acquiring familiarity by relating some pieces to others, making comparisons and interactions of elements, explore the procedures used by other players or discover interesting problems and solve them. Finally, mention of the reflection by Miguel de Guzmán [36] relates to the game and the teaching of mathematics through the following thought: “Mathematics has been/is art and this artistic component related to play is consubstantial to mathematical activity”. That is to say, in all mathematics, there is a game, and in every game, there is mathematics.

Once the concepts of play and ethnomathematics have been identified, it is necessary to address what the analytical study consists in the classification and analysis of the games selected, focusing mainly on their mathematical and scientific aspects [37,38]. The purpose of this study is to obtain information on the potential of games for developing STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics) learning, where the arts are present in diverse forms, for example creativity, but where learning is also supported and improved in cognitive, physical, language, social, and emotional domains [39]. The term was coined by Yakman & Lee [40] as a framework for education via disciplines focused in an integrated manner. In other words, it was a new paradigm that proposes the sciences (including mathematics) and technology interpreted via engineering and the arts [41]. The complete potential of STEAM goes beyond aesthetics and takes in arts related to language, culture, history, and humanities [42]. The influence of STEAM education can be appreciated in our proposal for playful microprojects based on traditional games [43,44]. It provides a context for the learning of values that is appropriate for a project of this type, which is something that Park & Ko [45] commented on when they indicated that STEAM education should take into account integrative thinking systems, creativity, and values. Using the areas of Mathematics and Science as a starting point, we carry out the educational study, which involves the creation of the design and implementation of a playful microproject centred around three traditional games, through activities inserted into an educational model based on values of an intercultural type [46].

The field study is comprised of a case study involving the analysis of the implementation of the microproject, showing that it allows for work on scientific and mathematical content.

1.2. Game-Based Learning and STEAM Education

Recent years have seen a growing presence of creativity in education [47]. Skills relating to creativity, intellectual curiosity, critical thinking, media literacy, intercultural cooperation, and interaction are defined by experts as 21st century skills [48,49]. Teaching creatively means adopting imaginative approaches to make learning more interesting, exciting, and effective [50]. The incorporation of game-based learning strategies is a good option for putting this type of creative teaching into practice [51].

One of the objectives of the use of games at school can be the comprehension of concepts, improvement of techniques (knowledge games), or the acquisition of problem-solving methods—strategy games [52,53]. A number of different studies draw attention to the positive impact this type of learning has on reasoning capacity [54] and maths and science performance [55]. Games have a positive impact on learning mathematics and attitudes toward this subject [56]. Analogous to our research, other works have proposed to use games “as a potentially useful tool to introduce and teach specific material to specific populations” [57], while another study has undertaken activities similar to our microproject [58], proposing “praxis games” founded on the concept of situated praxis.

Situated praxis encourages the design and development of games that guide players to discover knowledge inside a range of communities, domains, and experiences.

Others [11] highlight the development of skills associated with playful thinking, such as proposal of objectives, analysis of problematic situations, divergence, or generation of ideas, and convergence in practical solutions. The use of games is, therefore, a powerful tool for working on innovative thinking and developing creativity [59]. Games encourage the acquisition of basic abilities, such as those associated with learning self-regulation (learning to learn) and autonomy (personal initiative), as they provide experiences according to the demands of the player and set achievable goals that give the confidence to keep learning [60]. This, and another study [61], relates to our microproject, given that it studies the effects of the use of self-constructed materials.

Game-based learning promotes the development of social skills [62], motivation to learn [63], improvement in attention, concentration, complex thinking, and strategic planning [64].

Games even help to internalize multidisciplinary knowledge [65], foster logical and critical thinking, and develop cognitive skills associated with problem solving [66] and decision making [67].

All of the above infers the value of using games in STEAM education. However, play is not simply a methodology for intellectual learning; it is also a tool for building contexts in which students find themselves immersed, thus their integral nature and suitability for putting STEAM education proposals into practice. In this regard, López-Fernández [68] frames play in two types of spheres: socio-civic and aesthetic. The social-civic sphere includes cooperative games, given that the interests of each individual are linked to those of his or her colleagues and have a bearing on situations often ignored from an educational perspective (conflict resolution, consensus). Regarding the aesthetic sphere, taking advantage of the creativity that originates in play, it concerns developing creative taste and capacity, and there is emphasis on games relating to construction, roles, and drama. These games mobilize creativity because they suppose the completion of diverse tasks and the solving of specific problems: building a house, making a suit, shopping in a fictitious market, etc. Thus, a close relationship is formed between scientific and mathematical domains and disciplines, such as design and entrepreneurship, which is an ideal interaction for promoting STEAM education.

1.3. Learning Based on Traditional Games as an Intercultural Education Channel

Throughout history, play has been a constant presence in all cultures and societies, even the most primitive. We are born, evolve, and live with play [69] (p. 32). From the ethnomathematical standpoint, games have been studied, placing great importance on their cultural representability and their educational applications, as in the case of Aroca studying children's games [70,71] and Palhares examining various educational levels [72–75].

When speaking about traditional games, we are referring to those passed down from generation to generation, being part of the cultural background created by society. These games “constitute authentic cultural heritage. They are an expression of a way of living, acting, entering into contact with the medium and of being able to communicate with others” [76] (p. 30). That is, traditional games, and those that derive from them, fulfil a function of enculturation, conserve and transmit deep popular culture values, favour and facilitate social relationships, and help to conserve the heritage of play. They hold great value in themselves, as they comprise past, present, and future cultural tradition that education should foster [77]. Further, knowledge of other cultures' manifestations of play holds special relevance now because it facilitates a more open attitude from students towards contributions of colleagues from other places of origin [78]. The putting into practice of learning strategies based on traditional games directly contributes to appreciation, understanding, and value on the part of students of different cultural manifestations, a key idea for intercultural education, so closely linked to ethnomathematics [46]. The use of traditional games is ideal for promoting social and intercultural values, as “traditional games reproduce the changing social values in each era given that they are the reflection of the society in which they are immersed” [79] (p. 54). Traditional games emphasize the social component of play, strengthening social skills and cultural values [46].

1.4. Objectives

The educational study and the field study have their own goals but are interrelated.

The educational objectives consist of designing, creating, and implementing activities based on the traditional games selected, constituting a playful microproject, with the ultimate aim of mobilizing mathematical and scientific content in the players.

In the sense of qualitative case studies, hypotheses are proposed here as research questions. Thus our research hypothesis, in the case study that brings together the two educational and field studies, is the following:

“The three traditional games selected have proven mathematical and scientific potential, so they can trigger thoughts and communication that bring together mathematical and scientific content, if they are implemented through an appropriate and efficient didactic design”.

This is not properly a “hypothesis” but rather the nucleus of a group of research questions that we have classified as “how”, “what”, and “how many” concerning the

possibility of achieving the educational and research objectives.

How?

How is it possible to demonstrate manifestations of mathematical-scientific content through the creation and implementation of a playful microproject of an ethnomathematical nature? If the games used are able to stimulate mathematical and scientific thinking in the players, in game activities and in the construction of game materials, will we be able to capture meaningful evidence of these activations by observing the players?

If the participants who play interact in pairs, how can we better capture the reasoning of the pairs (on videotape or through observation)? Can this be done by observing their actions, listening to their conversations, asking them questions, answering their questions, or analysing their productions?

What?

What are the elements of mathematical and scientific concepts or procedures that are activated by these games? Are they only conceptualization or also reasoning? Are they related to the curricular goals of primary education? Are they related to each game, or are they common to the entire playful microproject? Can the existence of activation episodes related to the didactic design be affirmed?

How many?

To what extent can we affirm something more than sporadic manifestations? Can we quantify the evidences in the playful microproject? Play activities and making play materials are carried out. Do these two situations have a similar educational potential, proven by quantifying evidence of both types?

2. Materials and Methods

2.1 Educational Methodology. Playful Microproject

Microprojects are interdisciplinary teaching proposals that have the objective of developing skills from a social constructivist perspective, creating activities based on relevant signs from one or more cultures [44,80]. In this work, the signs are traditional games and the activities are focused on play, to which we have designed a “playful microproject”. We selected three traditionally inspired board games related to different cultures, taking into account the results of prior anthropological and analytical studies.

The games selected are: The Dog and the Goats (Africa: Canary Islands, Guanche culture), The Towers of the Alhambra (Southern Europe: Spain, Nasrid culture), and Mijnlieff (Northern Europe: Scandinavia, Viking culture).

The game “The Dog and the Goats” is a variation of “Checkers”, specific to the Canary Islands, highly established amongst the peoples of a fundamentally pastoral culture [81]. This traditional game was made popular by the “Guanche” people, of Berber origin, who inhabited the Canary Islands before the Spanish conquest in the 15th century [82]. Due to the geological formations of the zone, the islanders made their game boards on flat, smooth stones, which are conserved today (Figure 2). As far as the pieces are concerned, they probably used small stones, seeds, or shells. As regards the rules, these have varied little over the centuries [83]. The game simulates the actions of a dog responsible for helping the shepherd herd the goats, which are feeding freely in the countryside. The goats don’t want to enter the pen and, between them, try to stop the dog by grouping around it. The board is made up of 16 (4x4) square or rectangular spaces, whose corners indicate the places to be occupied by the pieces or checkers. There are two types of pieces: 12 white pieces that represent the goats and a single black piece that represents the dog. The objective of the game is to be the first to completely stop the movements of the other player. In other words, the player with the goats will win if he or she manages to immobilise the dog, surrounding it without leaving any spaces. The dog will win if it manages to capture enough goats to avoid being surrounded, jumping over them as in the game “Checkers”. The dog always starts the game, moving from the centre vertex towards any other empty neighbouring vertex. It can move forwards or backwards but only one space at a time, except if it can jump over a goat, capturing it, or by doing successive capture jumps in a row. The goats also move one space at a time, always sideways or forwards and, unlike the dog, never backwards. They cannot capture the dog by jumping over it, either.

The game “The Towers of the Alhambra” was created by Francisco López Martín in 2012 [84], set in the emblematic monument of the Andalusian city of Granada: The Alhambra.

This genuine fortress of the Nasrid culture was built before the 15th century and includes 35 towers connected by walls, palaces, Arab baths, houses, and gardens, constituting the most important architectural ensemble of Muslim origin in Europe. The game is from the Halma (jump in Greek) family, a concept devised by George Howard Monk in 1883 [85]. In these games, pieces jump over each other to fill the opposite squares. The board, in the form of a checkerboard, is the lid of a box made out of wood and decorated with the traditional ornamental technique known as “marquetry” (Figure3). This craft is still practiced in Granada and consists of covering a wooden object with small geometric pieces of wood, mother of pearl, or bone such as with a puzzle. There are five pieces for each player. The pieces are small metal sculptures that represent the most striking of the towers of the north wall (bronze) and the south wall (copper) of the Alhambra. The aim of the game is to be the first to move all pieces to the opponent’s starting area, so that the opponent wall is “conquered”. To do so, it is necessary to move all of the pieces forwards crossways (never diagonally) to adjacent squares. It is possible to make simple or multiple jumps over your own pieces, but not over your opponent’s, with the exception of the tallest tower (guide tower) which can jump over the opponent’s pieces and is the only one that can move backwards, if no other move is possible.

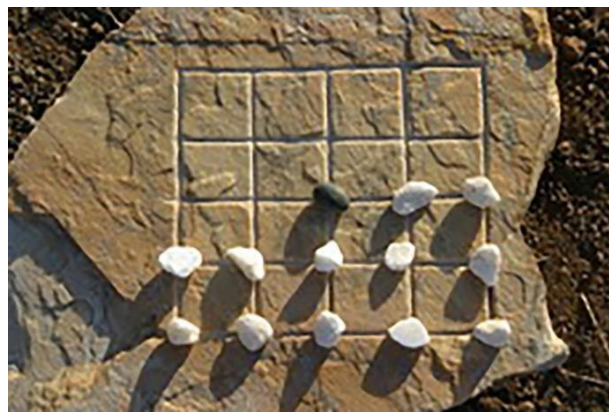


Figure 2. The Dog and the Goats game board with pieces at start position [83].



Figure 3. Board and pieces for the Towers of the Alhambra game, separate and with the initial starting point of the pieces (top). Towers of the Alhambra walls and Granada marquetry objects (bottom). (Source: own creation).

The game “Minjlieff” was created in 2010 by Andy Hopwood, inspired by ancient Talf type games [86]. It was named best abstract game in the 2010 UK Games Expo, the most relevant board games convention in Britain. The launch of the Android version has made it popular, as it can be played online. Talf are old Germanic board games that were played on a square board,

simulating two armies, and they imitated the military successes of Viking attacks. They spread wherever the Vikings passed through, including Iceland, Britain, Ireland, and Lapland [87]. The playing of board games fits into the cultural habits of these Nordic groups, given that winter lasted for months and Viking families stayed inside their homes, which were spaces for feasts, conceiving projects, preparing expeditions, and relaxing with board games. Viking culture is hugely attractive in modern society, with its influence being appreciated in music, literature, cinema, and games [88,89]

It is a game for two players; each with different coloured pieces moved one square at a time. There are four signs that characterize the four types of existing pieces and indicate the moves that the opponent can make: towards, away, neighbouring squares, or squares on a common vertex. The board is very original, as it is formed in different ways with four square boards containing 2 2 squares (Figure4). The symbols on the pieces are inspired by runes, signs that made up part of the Viking alphabet and that were typically engraved on stones (Figure4). Each player has eight pieces, two of each symbol. During play, each piece determines the squares where the opponent can play his or her next piece. If a player is unable to do what the piece indicates, he loses his turn and the opponent puts another one where he wants. The objective of the game is to get the highest possible score, with each point obtained by placing three pieces of the same colour in a row (vertical, horizontal, or diagonal), as in the game “Three in a row”. The game ends when no more pieces can be played.

In order to design the playful microproject activities, special attention has been paid to mathematical and scientific content, but aspects relating to technology, engineering, and art that can be worked with in the games have also been taken into account, exploiting their potential for developing STEAM learning.



Figure 4. Boards and pieces from the game Minjlieff (top and bottom left). Viking runes and box engraved with the Viking Valknut symbol (bottom right) [90–93].

2.2 Research Methodology: Case Study

The research methodology followed for the development of the case study is qualitative, descriptive, and interpretative.

The data-gathering techniques employed were direct, observations of the participants were recorded in a field notebook, and the video recording of the microproject was undertaken during the implementation sessions. At all times, a camera was placed on a tripod or held by the researcher, providing video and audio recording of all the evidence, behaviours, and conversations of the

students for later analysis. In addition, the researcher in charge of the implementation manually wrote down in a notebook any action that might be relevant to the investigation, resulting in approximately 20 pages of annotations on the sessions conducted. The notes were also analysed.

To interpret the information, we carried out a content analysis [94], with the aim of finding situations that involve mathematical and scientific processes or concepts, activated in the players during the construction and use of the selected games.

Given that we found no precedent techniques contextualized in games, we generated them as part of the study [95], from the results of the analytical study, in which mathematical and scientific content was shown that can be worked on with the traditional games selected. An instrument has been created that combines this mathematical and scientific content [96] associated with the games with the essential components of culture established by Huxley [97]: artefacts, mentifacts, and sociofacts.

Looking in detail at these components for the specific case of a game, we can understand artefacts (material technology of a social group) as being the game materials, that is, board and pieces, mentifacts (abstract elements via which the culture of a group is guided) as the objectives and challenges in the game, and sociofacts (laws that are related with links between individuals and the group [98]), as being the organization rules of the game. The categories are thus obtained a priori, and grouped into three types, for the games implementation analysis (Table 1).

Based on this instrument, a check-list (Appendix A, Table A1) was created and applied to each player, collecting the data of evidence of the categories activated in the players by the game, captured on the recorded video or through observation. The evidences of each category were obtained through this check-list, applying the content analysis and its interpretation to the quotes of the players obtained in the recorded video and to the annotations collected in the field notebook.

Table 1. Data analysis instrument. Categories corresponding to mathematical and scientific content associated with artefacts, mentifacts, and sociofacts of each traditional board game of the playful microproject.

Area	Type	Category	Meaning Contextualized in the Microproject Activities
Mathematics	Artefacts: Game materials	1 Identifying flat shapes and three-dimensional bodies	Distinguishing regular polygons and polyhedrons and assigning them their name
		2 Situating oneself on plane and space	Distinguishing different positions with regards to some references (sides of the playing board and the outside)
		3 Making relationships of order	Sequencing elements spatially or temporally and/or numbering them with ordinals Grouping objects that share one or more
	Mentifacts: Game objectives and challenges	4 Making classifications	Properties, separating them from those that lack them, forming subgroups or classes considering the discreet quantitative aspect of a group, assigning it a natural number (can be game pieces or phases)
		5 Making counts	Appreciating that patterns are repeated
		6 Recognizing regularities	Making measurements of magnitude with units already established or conceived by the players
	Sociofacts: Game rules	7 Giving exact and approximate measurements	Quantifying aspects that require communication, with the aid of numbers for explaining them
		8 Posing numerical questions	Posing questions on spatial situations and shapes
		9 Ascertaining geometric aspects	

Table 1. Cont.

Area	Type	Category	Meaning Contextualized in the Microproject Activities
Sciences	Artefacts: Game materials	10 Recognising length	Understanding the linear distance between two points (a dimension of the board)
		11 Recognizing the surface area and volume of a body	Differentiating between two and three dimensions (flat board and pieces, respectively) Intuitively understanding approximate values of physical properties of materials (Handled for making game board and pieces)
		12 Identifying properties of materials	Paying attention (visually and though hearing, without speaking simultaneously)
	Mentifacts: Game objectives and challenges	13 Exercising observation	Thinking about something that could be done and stating it
		14 Proposing hypotheses	Realizing that you can do something different to that already thought about or done
		15 Recognizing alternatives	Ordering ideas with a cause-effect criterion (coming to relate moves made in the game)
		16 Demonstrating logical reasoning	Thinking about and expressing ways of acting (to win the game)
	Sociofacts: Game rules	17 Designing strategies	Making tests before acting or doing various things to see their effects
		18 Experimenting	Observing something that happened and making an assessment of it
		19 Evaluating results	Making inferences or other logical reasoning with a view to guidelines for the future
		20 Drawing conclusions	Anticipating something (that could occur in the game)
21 Predicting			

3. Results

3.1 Results of the Educational Study. Implementation of the Microproject

The playful microproject was implemented, with a total of 32 participants (16 girls and 16 boys) between 7 and 12 years old (Primary Education). Participating players were recruited: 16 in a non-formal education centre in the city of Granada (Spain), 12 in a non-formal education centre in Maracena, a city in the province of Granada, (Spain), and 4 in a group of children of neighbours of one of the researchers, in the city of Granada. The players participating were randomly selected by the heads of each non-formal education centre. The intention was not to have a homogeneous group of students, but to form play groups with students of various types and abilities. After receiving an explanation of the experiment, they volunteered to participate.

Each participant was assigned a code (Appendix A, TableA2).

The implementation was extended over four months, involving three 60-min sessions for each game, organized as follows:

Initial session: The players were grouped into pairs. Each pair was assigned a board game that was the exclusive basis for all activities. The Dog and the Goats was assigned to six pairs (12 participants), the Towers of the Alhambra to another six (12 participants), and Minjlieff to four (eight participants). The traditional board game assigned was presented along with its origin and elements of the culture it is related to, employing different materials (a ppt presentation, drawings, flash cards, and elements that can be handled). A story of our own creation was told, “The tale of Guanche”, which involved the story of a shepherd from the Canary Islands passionate about board games whose wish was to create his own game, to which he travelled all around the world discovering different cultures and learning the games they played. After finding discovering the cultural origin of the game, the players dressed up as characters from the culture in the past, they themselves creating

the costume with fabric, plastic, and card. To do so they made hats, shields, and other dress elements, taking measurements, drawing, and cutting out. Now in their costumes, the participants assumed the role of locals entrusted with making the game board and pieces. They used recycled materials (boxes, caps, and cartons) and decorated the board to taste with figures from the culture in question (Figure5).



Figure 5. Construction of game materials for the traditional games selected. Top to bottom: The Dog and the Goats (top), The Towers of the Alhambra (centre), and Mijnlieff (bottom). (Source: Own creation).

Development session: The participants again entered into role play with the constructed material (board and pieces). The rules for their assigned games were explained to them; they familiarized themselves with the games and played them a number of times with help.

Closing session: The participants once again went through the role play process and played the board games in pairs, but this time without help, making their own decisions.

3.2 Research Results. Evidence of Activation of Mathematical and Scientific Content

The details of each player were taken, during interaction with partner or with the researcher, via video recording and field notes.

Even while being aware that a category can be repeated in the same player various times, for the data analysis, if a player stated a category, subsequent posterior evidence of that category was no longer counted. This is done in order to specify the content analysis, reducing it to a maximum of 672 pieces of data (32 players by 21 categories). We understand “evidence of a category” as being an action or verbal expression from the player (comment, response, or question), in which the content associated to the category manifests itself. Examples of evidence of each category for each game are shown in Tables 2–4. Both observations and the transcription of words expressed by the participants are included. The players who showed evidence, the situation in which the category was evidenced, and examples of evidence for each category are tabulated.

Juegos tradicionales para desarrollar el pensamiento matemático-científico y su aplicación a propuestas didácticas integradas diseñadas desde una perspectiva Etnomatemática

Table 2. Codes of the players who showed evidence, evidence situations, and examples of evidences of categories in the game “The dog and the goats”.

Category	Player Code/Evidence Situation	Example
1. Identifying flat shapes and three-dimensional bodies	All players show evidence of this category. Making the game board and pieces	It is observed that they all recognise square and rectangle shapes when making the board.
2. Making relationships of order	Players showing evidence of this category: 1A9, 3A9, 4O12, 8A8, 9A9, 10A8, 11A9, 12O12. Making the game board and pieces and Playing	Establish a numerical order when placing the tiles while playing (1,2,3 . . .). A player states the number of steps followed for making the board (12O12) When looking for objects to make the pieces, they classify them by colour, creating the white and the black types. A player sort the chips by shape, quantity and colour (1A9)
3. Making classifications	All players show evidence of this category. Making the game board and pieces	
4. Making counts	Players showing evidence of this category: 1A9, 2A8, 3A9, 4O12, 5O7, 7A7, 8A8, 9A9, 10A8, 11A9, 12O12. Making the game board and pieces	They count the white pieces
5. Recognizing regularities	Players showing evidence of this category: 2A8, 3A9, 4O12, 5O7, 8A8, 9A9, 10A8, 11A9, 12O12. Making the game board and pieces and playing	“I’ve taken 2 pieces in a row, then one and now another 2” Decorate the box, in which to keep the game, drawing a red flower, followed by a rose, repeating this pattern regularly (4O12).
6. Giving exact and approximate measurements	Players showing evidence of this category: 1A9, 2A8, 3A9, 4O12, 5O7, 6O8, 8A8, 9A9, 10A8, 11A9, 12O12. Making the board.	A player realises that the width of the board corresponds to a succession of various pieces in a row (12O12)
7. Posing numerical questions	Players showing evidence of this category: 1A9, 2A8, 3A9, 4O12, 5O7, 7A7, 8A8, 9A9, 10A8, 11A9, 12O12. Playing	“I’ve lost 5 pieces, only 3 of the ones I’ve got left can’t be taken by the dog” “You’d take more pieces if you moved 2 rows forward”
8. Recognizing length	All players show evidence of this category Playing	They estimate distances between points during their turns playing
9. Recognizing the surface area and volume of a body	All players show evidence of this category Making the game board and pieces	When constructing the game materials, they distinguish flat figures (board) from three-dimensional bodies (pieces)
10. Identifying properties of materials	Players showing evidence of this category: 2A8, 3A9, 4O12, 9A9, 12O12. Making the game board and pieces	They identify hardness when selecting materials to make the board and pieces
11. Exercising observation	All players except one (4O12) show evidence of this category.	They watch the game closely in order to know what to do while play
12. Proposing hypotheses	Players showing evidence of this category: 1A9, 2A8, 3A9, 10A8, 11A9, 12O12. Playing	“I don’t think I’ll win because wherever I move he can take me”
13. Recognizing alternatives	Players showing evidence of this category: 1A9, 12O12.	“It’s better to keep this piece for the end of the game”
14. Demonstrating logical reasoning	1A9, 2A8, 3A9, 4O12, Playing	“If I move them all together I’ll trap it”
15. Designing strategies	Players showing evidence of this category: 9A9, 11A9, 12O12	“When there are fewer goats left, I’ll move the ones in the corners”
16. Experimenting	Players showing evidence of this category: 1A9, 12O12. Players showing evidence of this category:	Only moves 2 pieces in order to avoid the rest being taken “I played terribly”
17. Evaluating results	1A9, 9A9, 11A9, 12O12. Playing	
18. . Drawing conclusions	Players showing evidence of this category: 1A9, 3A9, 9A9, 11A9, 12O12. Playing	“I should have moved another piece that wasn’t so close to the dog”

Juegos tradicionales para desarrollar el pensamiento matemático-científico y su aplicación a propuestas didácticas integradas diseñadas desde una perspectiva Etnomatemática

Table 3. Codes of the players who showed evidence, evidence situations, and examples of evidences of categories in the game “The towers of the Alhambra”.

Category	Player Code/Evidence Situation	Example
1. Identifying flat shapes and three-dimensional bodies	All players show evidence of this category. Making the game board and pieces	They find the irregular shape of the board strange: “It looks like a rectangle with a square inside” (25O9).
2. Situating oneself on plane and space	Players showing evidence of this category: 13A7, 14O8, 21O9, 23A10. Playing	They begin on the initial starting squares and must move to adjacent squares, not diagonally and they do it correctly
3. Making relationships of order	All players show evidence of this category. Making the game board and pieces and Playing	They order temporally: they indicate that, firstly, you have to make the board and pieces and then, play
4. Making classifications	All players show evidence of this category. Making the game board and pieces and Playing	They classify the pieces by their colour or design
5. Making counts	All players show evidence of this category. Making the game board and pieces	They count how many pieces there are per player and in total. A player counts the tower battlements and how many towers have windows (23A10)
6. Recognizing regularities	All players show evidence of this category. Making the game board and pieces	They establish a pattern of various colours when decorating the board simulating marquetry. When cutting out the battlements, a player indicates that “you have to cut one then not cut the other” (18A11), along with colouring the board with two colours.
7. Giving exact and approximate measurements	A player show evidence of this category: 20O12. Making the game board and pieces	They measure with a ruler. A player calculates the measurements of the board counting the squares (20O12).
8. Posing numerical questions	Players showing evidence of this category: 15O8, 8. 16O9, 17A10, 18A11, 19O11, 20O12, 23A10, 24A9. Playing	“If I move 2 pieces I can block you”. “You’re on square 4, you can’t jump over me on 7”
9. Ascertaining geometric aspects	Players showing evidence of this category: 13A7, 15O8, 16O9, 17A10, 18A11, 19O11, 20O12, 23A10, 24A9. Playing	“If I squash the tower flat, it will look like another square”. “I’m moving along the corners of the board, let’s see what happens”.
10. Recognizing length	All players show evidence of this category. Playing	They estimate distances between points during their turns playing
11. Recognizing the surface area and volume of a body	All players show evidence of this category. Making the game board and pieces	They differentiate flat shapes on a surface of three-dimensional bodies, as the pieces are parallelepiped towers. When they make them they ask questions and speak about it
12. Identifying properties of materials	Players showing evidence of this category: 13A7, 15O8, 16O9, 17A10, 18A11, 19O11, 20O12, 22O9, 23A10, 24A9. Making the game board and pieces	They identify hardness in the board material (box lid) and flexibility in the cartons they cut out to make the pieces
13. Exercising observation	All players show evidence of this category. Playing	They watch the games carefully
14. Proposing hypotheses	Players showing evidence of this category: 14O8, 15O8, 16O9, 17A10, 18A11, 19O11, 20O12, 21O9, 22O9, 23A10, 24A9. Playing	“If you pass the middle of the board you’ve won, because it’s easier to move forward”. “If I move this piece, you can’t move yours and I win on the next move”.
15. Recognizing alternatives	Players showing evidence of this category: 18A11, 19O11, 20O12, 21O9. Playing	A player moves the piece he or she has moved incorrectly back, before ending the move (18A11).
16. Demonstrating logical reasoning	Players showing evidence of this category: 15O8, 16O9, 17A10, 18A11, 19O11, 20O12, 21O9, 22O9, 23A10, 24A9. Playing	“If I jump over 3, I win”. “If I go far enough past you, I win, because you’re not going to get me moving one by one”. “I move my towers together to make a barrier”. “You can’t draw”
17. Designing strategies	Players showing evidence of this category: 16O9, 17A10, 18A11, 19O11, 20O12, 21O9, 22O9, 23A10, 24A9. Playing	A player tries to leave a space to take two at a time. Another only moves the forward pieces. Another doesn’t start from the initial squares, saying it’s to prevent the opponent from getting there. Another player moves the pieces together.
18. Evaluating results	Players showing evidence of this category: 7A10, 18A11, 19O11, 20O12, 21O9, 23A10. Playing	“I’m not going to do that anymore”. “I’m not going to start anymore”. “I should’ve moved another one”. “I don’t start first, that’s why you always get there before”.
19. Drawing conclusions	Players showing evidence of this category: 18A11, 19O11, 20O12, 21O9. Playing	“I’m going to think more in the next one”. “I’ll move them all together in the next one”. “I’m not going to do that anymore”. “I’m not going to start anymore”.

Juegos tradicionales para desarrollar el pensamiento matemático-científico y su aplicación a propuestas didácticas integradas diseñadas desde una perspectiva Etnomatemática

Table 4. Codes of the players who showed evidence, evidence situations, and examples of evidences of categories in the game “Mijnlieff”.

Category	Player Code/Situations	Example
1. Identifying flat shapes and three-dimensional bodies	All players show evidence of this category. Making the game board and pieces and playing.	They recognise circle, rectangle and square in the pieces and board
2. Situating oneself on plane and space	All players show evidence of this category. Playing.	When playing, they understand spatial situations represented by the symbols of the pieces
3. Making classifications	All players show evidence of this category. Making the game board and pieces and playing	They classify the pieces by the different symbols and colours while they make them.
4. Making counts	All players show evidence of this category. Making the game board and pieces	They count the total pieces in the game and the number of different symbols
5. Recognizing regularities	showing evidence of this category: 27O11, 28O12, 31A10, 32A9 Making the game board and pieces	They recognise the repetition of patterns in the designs of the pieces and different figures when drawing on the box (one player draws a mandala: 27O11)
6. Giving exact and approximate measurements	All players show evidence of this category. Making the game board and pieces	They measure well with the ruler. Only one player tries another measuring system, placing the pieces in a row to measure the width of the box (28O12)
7. Posing numerical questions	Players showing evidence of this category: 25A11, 26A11, 27O11, 28O12, 30O9, 31A10, 32-A-9. Playing.	One player establishes a number for each piece. Another calculates how many pieces the opponent has left after each move. Another player mentally divides the pieces when distributing them Another adds up the empty spaces to know how many moves he has left and to calculate whether he has enough pieces to win A player creates a mandala combining shapes (27O11). Another uses the pieces as a means for calculating the sizes of the squares that make up the board. Another player relates the shape of the pieces to the squares.
8. Ascertaining geometric aspects	Players showing evidence of this category: 25A11, 27O11, 28O12, 31A10, 32A9. Playing.	They take the measurements of the length of the board and the pieces, comparing them
9. Recognizing length	All players show evidence of this category. Making the game board and pieces	They differentiate flat figures (pieces and board) and three-dimensional bodies, with volume (the box)
10. Recognizing the surface area and volume of a body	Players showing evidence of this category: 25A11, 26A11, 27O11, 28O12, 30O9, 31A10, 32-A-9. Making the game board and pieces	They closely observe the preparation of the materials by the other pairs and then their way of playing.
11. Exercising observation	All students show evidence of this category. Creating the board and pieces and playing	“I’m going to play this piece, because with this other one X can’t move to this square anymore and so I can move there afterwards” “If I place this piece first it’s better, because it makes it difficult for X to be able to play hers” “If you put the first piece in the centre it’s more difficult for you to win because the other player has more space to put his pieces”, “I’m not moving this piece because X only has one left and if I do he beats me”, “If I play this piece, X wins because then I’m not going to be able to play the one I have left” “I’ve done a good move because X hasn’t been able block me”, “If I move this piece, it’s not good for my opponent”.
12. Proposing hypotheses	Player showing evidence of this category: 30O9 Playing.	“I’m going to play this piece, because with this other one X can’t move to this square anymore and so I can move there afterwards”
13. Demonstrating logical reasoning	Players showing evidence of this category: 25A11, 26A11, 27O11, 28O12, Playing	“I’m not moving this piece because X only has one left and if I do he beats me”, “If I play this piece, X wins because then I’m not going to be able to play the one I have left” “I’ve done a good move because X hasn’t been able block me”, “If I move this piece, it’s not good for my opponent”.
14. Designing strategies	Players showing evidence of this category: 25A11, 26A11, 27O11, 28O12, 30O9, 31A10. Playing	“I’m going to play this piece, because with this other one X can’t move to this square anymore and so I can move there afterwards”
15.. Experimenting	All students show evidence of this category. Making the board and pieces	They try out materials and designs on the construction of the pieces and the board.

Table 4. Cont.

Category	Player Code/Situations	Example
16. Evaluating results	All students show evidence of this category. Making the board and pieces and Playing	"This game really helps you to concentrate "This game is more complicated than Three in a Row because it has symbols" "At the beginning I found it hard to understand it because I got confused with the symbols, but then it was easy because the picture looked like what you had to do".
17. Drawing conclusions	All students show evidence of this category. Creating the board and pieces and Playing	"I shouldn't have put that piece there", "I have to practice more", "I have good strategies which is why I always win"
18. Predicting	Player showing evidence of this category: 28O12.Playing	"The next game, I'll keep this piece for the end"

With "The dog and the goats" the players show great interest in Guanche culture, they ask why they played with stones, what games they played, and if it still exists. There has been observation of identifications of elemental flat shapes that intervene in the boards: square, rectangle, and triangle. Regarding relationships of order, various players initially placed their pieces following an order they named. Then, when playing, a player moves the pieces following the order of placement and not by game strategy.

They state their game strategies: "If I move along the corners it's more difficult for them to take me", and justify their actions, although they don't constitute a strategy: "I'm slow because if I think, I play better". Experimenting is interpreted by one as cheating when another tries to take two at a time as an experiment. They self-assess, trying to find the reasons for their mistakes, recognizing they have moved without thinking or have made a mistake when moving: "I should have made another more correct move", and conclude with ideas for improving. "Next time I'll wait to take" or "I need to pay more attention". All of the above shows that the participants have played in a conscious manner. A pair wanted to keep playing when time was up and said they would ask for the game when they returned to the playroom, and a player even said he would use it to teach his sister how to count, inventing a didactic application for this game.

In the game "The Towers of the Alhambra" it is observed that, in the construction of the board, the players recognize a rectangle and a square, making reference to its particular shape. In the pieces, which are clearly three-dimensional, they differentiate cube and straight prism. They make mistakes in the placement of the pieces, tending to move them diagonally along the square, as it is the direction that the starting squares go, when the rules require moving to adjacent squares. This makes them focus on directions on the plane that form straight angles. They design strategies trying to gain advantages (one moves all the towers together, another only when the opponent jumps over a piece), although other actions don't make sense (a player retreats from the opposing towers when they get near). Evaluating results at the end of the game is an exercise of reflection that they do quite competently. "I made a mistake because I moved too quickly", "I didn't play well", and from which they draw conclusions: "I'll pay more attention next time", "I need to listen more to your advice" or "I'm not going to start anymore".

It can be seen how the player of this game connected with the monument that it is inspired by. Some indicated that the real towers are harder than these, another made a reference to the towers of the monument as a defensive element, comparing it with its mode of play, another player explained she was Arabic and didn't know the Alhambra and another said: "Thanks to the game, when I go to the Alhambra I'm going to know what the towers are". Some parents present showed an interest in the game, as it was based on the monument in their city, expressing that it was very beautiful. This all favours social awareness and cultural knowledge.

With the game "Mijnlieff" there is a manifestation of the category of making classifications suggested by the pieces, which the players classify with two criteria: colour and symbol shapes.

Counting is manifested when counting the total pieces and those for each player, along with the board squares. A participant counts the drawings made on his or her box, recognizing their regularity, and another draws a mandala, explaining what is repeated on it.

Proposing hypotheses is evidenced with expressions such as: “If I play this piece first its better”. When playing, statements of logical reasoning occur, such as: “Because it makes it difficult for X to be able to play hers”, “If I move this piece, it’s not good for my opponent” or “I’ve done a good move because X hasn’t been able block me”, even “I can’t win because I’ve got pieces that I can’t play left”. An alternative referring to a future play is demonstrated: “I’m going to play this piece, because with this other one, X can’t move to this square anymore and so I can move there afterwards”. Designing strategies is demonstrated with expressions such as: “If I put the pieces on the corners, I save 4 that won’t be blocked”, which requires thinking about their own move and that of the opponent at the same time. Experimenting has been evidenced in the making of the board and the pieces. The strategy of a player who stated that he was leaving a piece for the end, because this stopped the opponent from winning the game, stood out for its ingenuity. It is the piece that requires another piece to be placed near to it. As the game is at an advanced stage, this piece normally means that opponents cannot place their piece and lose their turn and even the game.

Once the registered evidence was commented on qualitatively, we completed the analysis with a quantitative analysis, providing the frequencies relative to the categories regarding the total number of players who interacted with each game (Table 5). As already indicated, the registry of the evidence has taken place considering each player, who has been counted only once per category manifested. We also provided the relative overall frequencies of the microproject, constituted by the three games as a whole, which have been calculated using the weighted mean of the relative frequencies of the three games.

Table 5. Relative frequencies of each category, evidenced with regards to the total players involved in each game (N) and overall relative frequencies in the microproject (weighted mean of the three games), expressed as a percentage.

Category	Relative Frequency (%)			
	The Dog and the	The Towers of the	Mijnlieff (N = 8)	Playful Microproject
	Goats (N = 12)	Alhambra (N = 12)		(N = 32)
1	100	100	100	100
2	0	33	100	37
3	67	100	0	63
4	100	100	100	100
5	88	100	100	96
6	75	100	50	89
7	92	8	100	63
8	50	66	88	88
9	0	74	63	43
10	100	0	100	63
11	100	100	88	97
12	38	84	0	49
13	92	100	100	97
14	50	92	13	56
15	16	33	0	19
16	33	83	50	56
17	25	75	75	56
18	16	0	95	30
19	33	50	100	56
20	42	33	100	53
21	0	0	13	3

The data from the microproject show that 15 categories have been evidenced with a mean frequency of over 50%, with those most manifested by the players being: identifying flat shapes and three-dimensional bodies, making classifications, recognizing the surface area and volume of a body, and exercising observation, with mean frequencies of over 90%, whereas the least evidenced, with 3%, is predicting, as only one player manifested it.

There is evidence of the three types of categories generated (artefacts, mentifacts, and

sociofacts). On taking the arithmetic mean of the frequencies of the different categories included within each type we found that, in artefacts, the mean frequency is 65%, in mentifacts, it is greater, 80%, dropping to 48% in sociofacts. This downturn is due to the fact that some categories of this type have been evidenced in few participants. For example, predicting, with 3%, and experimenting, with 30%, as overall frequencies in the microproject. In contrast, there are categories grouped in the mentifacts with the maximum overall frequencies of the microproject.

4. Discussion and Conclusions

The results of this study indicate that it has been possible to design, create, and implement activities based on traditional board games, providing evidence that mathematical and scientific processes or concepts have been activated in the players via interaction with the selected games. It has also been reflected that this is possible by taking these games for the creation of a playful microproject of an ethnomathematical nature, in which such games stimulate mathematical and scientific thinking in the players in two situations: playing situation and situation of construction of materials of the game.

We have confirmed the power of these games for education, generally coinciding with other works [37–51] in the context of mathematical and science processes, concepts, and properties [35,36,52–60]. Likewise, less investigated STEAM aspects are examined, observing that the construction of the game materials also puts these contents into action, coinciding with another study [61].

We have confirmed the power of these games for education, coinciding in general with other works [37–51] within the context of the processes, concepts, and properties mathematics and science [35,36,52–60]. We also examine less investigated matters, observing that the construction of the materials of the games also brings these contents into action, coinciding with another study [61].

Furthermore, these gaming materials are cultural components that are highly valued in ethnomathematics as elements that manifest mathematical thought characteristic of a group. Thus, we verified the importance of artefacts in the knowledge of a culture and in the processes of mathematical and scientific enculturation [18–34].

We investigated games in two situations: from the perspective of their use as a playful activity as well as from the ethnomathematical standpoint of the artisan that makes them [98]. For this, the characteristics of the game must be understood, the materials must be selected and shaped, and the aesthetic form appropriate to the game must be applied. The merging of the two situations in the microproject activated the elements of mathematical, scientific, and STEAM knowledge.

Tables 2–4 show confirmation of the activities in relation to these contents in both situations of the experiment conducted by the players by examples of expressions and deeds faced by the players. The manifestations of certain categories in the situation of playing, and others in the crafts-engineering situation of making, proved more numerous.

It bears noting the categories that were manifested while playing more than while making, or vice versa, and analysing this circumstance qualitatively and quantitatively, as shown in Table 6.

Juegos tradicionales para desarrollar el pensamiento matemático-científico y su aplicación a propuestas didácticas integradas diseñadas desde una perspectiva Etnomatemática

Table 6. Frequencies of each category, evidenced in the situations of playing and/or making, in the three games.

Situations	Playing				Making the board			
	The Dog and the Goats	The Towers of the Alhambra	Mijnlieff	Total Evidence/Category	The Dog and the Goats	The Towers of the Alhambra	Mijnlieff	Total Evidence/Category
Games								
Category								
1. Identifying flat shapes and threedimensional bodies	X		X	2	X	X	X	3
2. Situating oneself on plane and space		X	X	2				0
3. Making relationships of order	X	X		2	X	X		2
4. Making classifications	X			1		X		1
5. Making counts		X	X	2	X	X	X	3
6. Recognizing regularities				0	X	X	X	3
7. Giving exact and approximate measurements	X			1	X	X	X	3
8. Posing numerical questions				0	X	X	X	3
9. Ascertaining geometric aspects	X	X	X	3				0
10. Recognizing length		X	X	2				0
11. Recognizing the surface area and volume of a body				3			X	1
12. Identifying properties of materials				0		X	X	2
13. Exercising observation				0	X	X	X	3
14. Proposing hypotheses				0				2
15. Recognizing alternatives	X	X		2				0
16. Demonstrating logical reasoning	X	X	X	3			X	1
17. Designing strategies	X	X	X	3				0
18. Experimenting	X	X		2				0
19. Evaluating Results	X		X	2				0
20. Drawing conclusions	X	X	X	3				0
21. Predicting	X			1			X	1
Total game/evidences	15	13	12		8	9	10	

Quantitatively, 13 categories were found to be evidenced more in playing (62%), 7 (33%) were evidenced more in making, and 3 (14%) were evidenced equally in both situations

(Figure6).

Qualitatively, the categories most evidenced were 1 (Identifying flat shapes and three-dimensional bodies) and 5 (Making counts), which were evidenced in five options of the six possible, and this occurred more in making situations. These were followed the 3 (Making relationships of order) that proved equal in situations, 7 (Giving exact and approximate measurements) more in making, 11 (Recognizing the surface area and volume of a body) more in playing, and 16 (Demonstrating logical reasoning) more in playing.

These data reflect consistency among the contents and situations in which they were manifested the most. It should be highlighted that these most evidenced categories form an essential part of the contents and competences of the curriculum of mathematics and sciences of Primary Education in Spain.

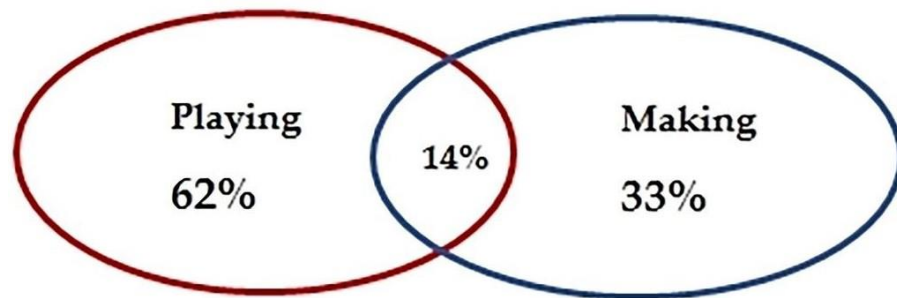


Figure 6. Comparison of the situations in which analytical categories were evidenced.

On the other hand, the playful microproject proved to be a successful didactic proposal in terms of its objectives. Thus, the contribution of this study to the field of Education is important because it shows that the microproject implemented ensures that activities in these games activate an essential part of the core of the curriculum, which should be completed by the student between 7 and 12 years of age.

The three games involved are equivalent in their quantity of manifestations. All the information gathered for each game is another contribution to Cultural Anthropology. This can be used in play centres and workshops for non-formal education, orienting the users on the learning implicit in these games. Therefore, we provide valuable information for cultural knowledge and for mathematical-scientific enculturation within settings of formal, as well as non-formal, education. Overall a theoretic framework has been developed for ethnomathematics as a research program, and the results can be applied to practical socio-educational efforts with an intercultural focus. The contributions of the present work are presented in Figure7.

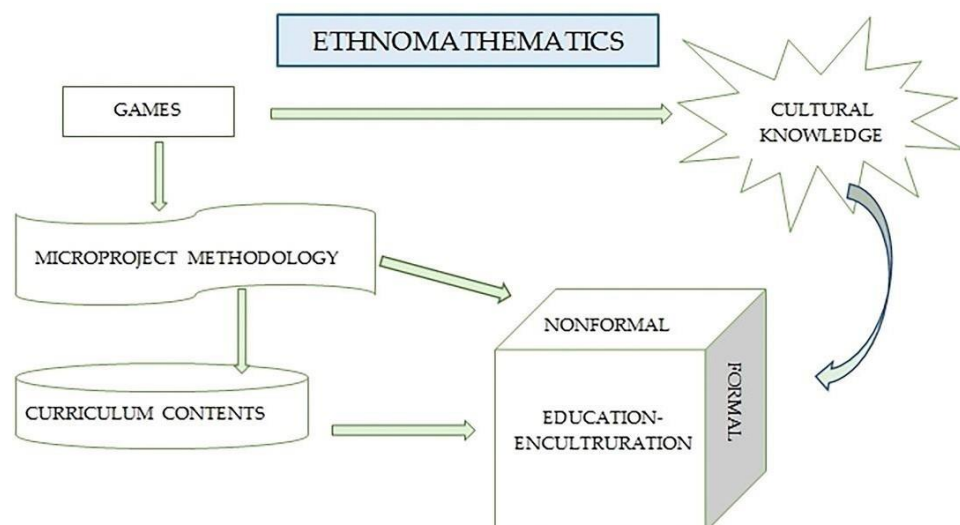


Figure 7. Contributions to cultural and educational fields with an ethnomathematical focus.

The limitations of the present study involve the setting and the interactions with the players since the making and use of these games could not be experienced in student surroundings of formal education due to the restrictions of the use of materials and relations with other people from

outside the schools, due to the existing COVID-19 pandemic. Therefore, interviews could not be made with players after the implementation of the microproject. Both aspects, i.e., experimentation in a broader sample that includes schools (formal education) and interviews with the players included in the microproject to delve into the cognitive aspects, constitute perspectives for future investigation in this line.

Overall, the three traditional selected games have favoured the activation of mathematical and scientific content in a STEAM context, being appropriate as cultural signs for creating a playful microproject. When making their gaming materials and playing with them, 21 categories established a priori have been revealed. These categories were related to the concepts of artefacts, mentifacts, and sociofacts that characterize culture [97], forming three typologies. Evidence of these three types of categories was found, by means of a checklist [99] developed and applied to the players, with the mentifacts being the most evidenced.

They are important in mathematical and scientific learning; content related to the nature of scientific and mathematical thinking, such as the formulation of hypotheses, recognition of regularities, the establishment of relationships of order, strategy design, logical reasoning, and the evaluation of situations, with categories evidenced with mean percentages exceeding 56% of players.

In the playful setting and STEAM context in which the activities of the microproject have been developed, other mathematical content has been activated, such as: counting and putting forward numerical questions particular to arithmetic (mean frequencies over 85%), together with identifying the flat shapes and three-dimensional bodies particular to geometry (mean frequency of 100%). Scientific content has also been activated, such as: recognizing length, surface, and volume of a body (mean frequencies higher than 63%), giving exact and approximate measurements (mean frequencies over 56%) and identifying properties of materials (mean frequency of 49%). This all stimulates us to propose this games-based microproject for learning mathematics and science in a STEAM context, for non-formal and formal settings alike.

In addition, the implementation of the playful microproject has meant that attention has been drawn to traditional games of diverse origins, favouring respect and understanding towards all cultures, thus promoting key values of intercultural education.

Author Contributions: Conceptualization, A.F.-O. and M.L.O.; Data curation, M.J.E.-G. and M.L.O.; Formal analysis, A.F.-O., M.J.E.-G. and M.L.O.; Methodology, A.F.-O. and M.L.O.; Resources, A.F.-O. and M.L.O.; Supervision, A.F.-O. and M.L.O.; Visualization, A.F.-O.; Writing—original draft, A.F.-O., M.J.E.-G. and M.L.O.; Writing—review & editing, A.F.-O. and M.L.O. Project administration, A.F.-O. Funding acquisition, A.F.-O. All authors have read and agreed to the published version of the manuscript.

Funding: This research was funded by University of Granada, grant numbers PPJ12018-06 and PID 18-363.

Institutional Review Board Statement: The study was conducted according to the guidelines of the Declaration of Helsinki, and approved by Ethics Committee of University of Granada (protocol code 1704/CEIH/2020 and date of approval 30 September 2020).

Informed Consent Statement: Informed consent was obtained from all subjects involved in the study.

Data Availability Statement: The data presented in this study are available on request from the corresponding author. The data are not publicly available due to privacy.

Conflicts of Interest: The authors declare no conflict of interest.

Appendix A

Table A1. Check-list to collect evidences of the categories activated in each player by the game

Player Code (N^o , Boy: O/Girl: A, Years. Example: 1A9 = 1^o , Girl, 9 Year Old)				
Category (1 to 20)	Evidence Captured with Recorded Video. Quote Player Phrases or Gestures (Sessions 1–3)	Evidence Gathered by Direct Observation and Written in the Field Notebook (Sessions 1–3)	Situation: Playing (put X if applicable)	Situation: Making the Board and the Pieces (put X if applicable)

Table A2. Codification table of the players.

Game Pairs	Player Code	Gaming Place	Game Played	
Pair 1	1-A-9	ALFA play centre	The dog and the goats	
	2-A-8	ALFA play centre		
Pair 2	3-O-9	ALFA play centre		
	4-O-12	ALFA play centre		
Pair 3	5-O-7	Neighbourhood community room		
	6-O-8	Neighbourhood community room		
Pair 4	7-A-7	Neighbourhood community room		
	8-A-8	Neighbourhood community room		
Pair 5	9-A-8	Maracena play centre		
	10-A-8	Maracena play centre		
Pair 6	11-A-8	Maracena play centre		
	12-O-7	Maracena play centre		
Pair 7	13-A-7	ALFA play centre		Torres de la Alhambra
	14-O-8	ALFA play centre		
Pair 8	15-O-8	ALFA play centre		
	16-O-9	ALFA play centre		
Pair 9	17-A-10	ALFA play centre		
	18-A-11	ALFA playcentre		
Pair 10	19-O-11	ALFA playcentre		
	20-O-12	ALFA play centre		
Pair 11	21-O-9	Maracena play centre		
	22-O-9	Maracena play centre		
Pair 12	23-A-10	Maracena play centre		
	24-A-9	Maracena play centre		
Pair 13	25-A-11	ALFA play centre	Mijnlieff	
	26-A-11	ALFA play centre		
Pair 14	27-O-11	ALFA play centre		
	28-O-12	ALFA play centre		
Pair 15	29-O-9	Maracena play centre		
	30-O-9	Maracena play centre		
Pair 16	31-A-10	Maracena play centre		
	32-A-9	Maracena play centre		

References

1. Huizinga, J. *Homo Ludens, Ils 86*, 1st ed.; Routledge: London, UK, 2013. [CrossRef]
2. Huizinga, J. De lo lúdico y lo serio. In *Acerca de los Límites Entre lo Lúdico y lo Serio en la Cultura*; Aullón de Haro, P., Huizinga, J., Eds.; Casimiro Libros: Madrid, Spain, 2014; pp. 19–60.
3. Benalcázar, M.M.B.; Guamán, J.L.U.; Torres-Toukourmidis, A. Análisis descriptivo del juego como herramienta para aprender sobre el patrimonio cultural: Estudio de caso. *Estud. Pedagógicos* **2020**, *3*, 33–44. [CrossRef]
4. Cornellà, P.; Estebanell, M.; Brusi, D. Gamificación y aprendizaje basado en juegos. *Enseñanza Cienc. Tierra* **2020**, *28*, 5–19.
5. Latorre, A.J. *Juego y Educación: Aplicación de la Construcción y Uso de Juegos Educativos a los Procesos de Enseñanza y Aprendizaje*; Dirección General de Promoción Educativa: Madrid, Spain, 2003.
6. Glenberg, A.M.; Robertson, D.A. Indexical understanding of instructions. *Discourse Process.* **1999**, *1*, 1–26. [CrossRef]
7. Garaigordobil, M. *Juego Cooperativo y Socialización en el Aula*, 1st ed.; Seco-Olea: Madrid, Spain, 1992.
7. Piaget, J. *La Formación del Símbolo en el Niño: Imitación, Juego y Sueño. Imagen y Representación*; Fondo de Cultura Económica: Madrid, Spain, 2019
8. Vigotsky, L. Interacción entre enseñanza y desarrollo. *Sel. Lect. Psicol. Edades* **1988**, *3*, 37–45.
9. Morris, B.; Croker, S.; Zimmerman, C.; Gill, D.; Romig, C. Gaming science: The “Gamification” of scientific thinking. *Front. Psychol.* **2013**, *4*, 607. [CrossRef] [PubMed]
10. Bergen, D. Play as the Learning Medium for Future Scientists, Mathematicians, and Engineers. *Am. J. Play* **2009**, *4*, 413–428.
11. Espigares-Gómez, M.J.; Fernández-Oliveras, A.; Oliveras, M.L. Compilation of traditional games played in Jamaica: An ethno-mathematical study for steam education. In Proceedings of the ICERI 2019 Conference, Sevilla, España, 11–13 November 2019; pp. 9643–9649
11. Espigares-Gómez, M.J.; Fernández-Oliveras, A.; Oliveras, M., L. Games as STEAM learning enhancers. Application of traditional Jamaican games in Early Childhood and Primary Intercultural Education. *Acta Sci.* **2020**, *4*, 28–50. [CrossRef]
12. Espigares-Gómez, M.J.; Fernández-Oliveras, A.; Oliveras, M.L. Instrumento para evaluar competencias matemáticas y científicas del alumnado que inicia Educación Primaria, mediante juegos. *Rev. Paradig.* **2020**, *41*, 326–359. [CrossRef]
13. Bishop, A. El papel de los juegos en la educación matemática. *UNO Rev. Didact. Mat.* **1998**, *8*, 9–19.
14. Espigares-Gómez, M.J.; Fernández-Oliveras, A.; Oliveras, M.L. Anthropological and analytical studies for the design of a playful microproject devoted to mathematics and science education. In Proceedings of the INTED2021 Proceedings, Online, 8–9 March 2021; pp. 1876–1881.
15. Oliveras, M.L. El pensamiento creativo, la crítica y la comunicación en ICEm5. *Rev. Latinoam. de Etnomatemática Perspect. Sociocult. de la Educ. Matemática* **2015**, *2*, 4–10.
16. D’Ambrosio, U.; Rosa, M. Um diálogo com Ubiratan D’Ambrosio: Uma conversa brasileira sobre etnomatemática. *Rev. Latinoam. de Etnomatemática Perspect. Sociocult. de la Educ. Matemática* **2008**, *2*, 88–110.
17. D’Ambrosio, U. The program Ethnomathematics: Cognitive, anthropological, historic and socio-cultural bases. *PNA* **2018**, *12*, 229–247.
18. Oliveras, M.L. *Matemáticas en la Sociedad*; Fuentes, J., Oliveras, M.L., Eds.; Repro Digital: Granada, Spain, 2000; ISBN 84-6070657-5.
19. Oliveras, M.L. Ethnomathematics and Etnodidactics. In Proceedings of the First International Conference on Ethnomathematics (ICEM 1), Granada, Spain, 2–5 September 1998; Fuentes, J., Ed.; University of Granada: Granada, Spain, 1998; pp. 91–106.
20. D’Ambrosio, U. Ethnomathematics and its place in the history and pedagogy of mathematics. *Learn. Math.* **1985**, *5*, 44–48.
21. Bishop, A. *Mathematical Enculturation. A Cultural Perspective on Mathematics Education*; Springer Science & Business Media: Berlin/Alemania, Germany, 1991.
22. Gerdes, P. Ethnomathematics and Mathematics Education. In *International Handbook of Mathematics Education*; Bishop, A.E., Clements, K., Keitel, C., Kilpatrick, J., Laborde, C., Eds.; Kluwer Academic Publishers: Dordrecht, Germany, 1996; pp. 909–943.
23. D’Ambrosio, U. Literacy, Matheracy, and Technoracy: A Trivium for Today. *Math. Think. Learn.* **1999**, *1*, 131–153. [CrossRef]
23. Zaslavsky, C. *Africa Counts: Number and Pattern in African Cultures*; Lawrence Hill Books: Chicago, IL, USA, 1999.
24. Ascher, M. *Ethnomathematics. A Multicultural view of Mathematical Ideas*; Brooks/Cole Co.: Pacific Grove, CA, USA, 1991.
25. Powell, A.B.; Frankenstein, M. (Eds.) *Ethnomathematics: Challenging Eurocentrism in Mathematics Education*; State University of New York Press: Albany, NY, USA, 1997; p. 7.
26. Knijnik, G.; Wanderer, F.; Giongo, I.; Duarte, C. *Etnomatemática em Movi-Mento*; Autentica: Belo Horizonte, Brazil, 2012.
27. Barton, B. Mathematics, Education, and Culture: A Contemporary Moral Imperative. In Proceedings of the 13th International Congress on Mathematical Education, Hamburg, Germany, 24–31 July 2016; Springer: Berlin/Heidelberg, Germany, 2017; pp. 35–43. [CrossRef]
28. Blanco-Álvarez, H.; Higueta, C.; Oliveras, M.L. Una mirada a la Etnomatemática y la Educación Matemática en Colombia: Caminos recorridos. *Rev. Latinoam. de Etnomatemática Perspect. Sociocult. de la Educ. Matemática* **2014**, *7*, 245–269.
29. Fuentes Leal, C. Algunos enfoques de investigación en Etnomatemática. *Rev. Latinoam. de Etnomatemática Perspect. Sociocult. de la Educ. Matemática* **2014**, *7*, 155–170.

Juegos tradicionales para desarrollar el pensamiento matemático-científico y su aplicación a propuestas didácticas integradas diseñadas desde una perspectiva Etnomatemática

30. D'Ambrosio, U. *Etnomatemática. Entre las Tradiciones y la Modernidad*; Limusa: México City, México, 2008
31. Rosa, M.; Orey, D. Etnomatemáticas: Los aspectos culturales de las matemáticas. *Rev. Latinoam. de Etnomatemática Perspect. Sociocult. de la Educ. Matemática Perspect. Sociocult. Educ. Mat.* **2011**, *4*, 32–54.
32. Alsina i Pastells, À.; Planas Raig, N. *Matemática Inclusiva: Propuestas Para una Educación Matemática Accesible*; M Narcea: Madrid, Spain, 2008.
33. De Guzmán, M. Enseñanza de las ciencias y la matemática. *Rev. Iberoam. Educ.* **2007**, *43*, 19–58.
34. Espigares-Gámez, M.-J.; Fernández-Oliveras, A.; Oliveras, M.-L. Análisis de juegos. Catálogo de juegos tradicionales para trabajar áreas científicas y matemáticas. In *Innovación Educativa en la Sociedad Digital*; Sola, T., García, M., Fuentes, A., Rodríguez-García, A.M., López, J., Eds.; Dykinson: Madrid, España, 2019; pp. 2186–2200.
35. Fernández-Oliveras, A.; Espigares-Gámez, M.J.; Oliveras, M.L. Teorizaciones para la tipificación de juegos con potencial educativo STEAM. In *Innovación Educativa en la Sociedad Digital*; Sola, T., García, M., Fuentes, A., Rodríguez-García, A.M., López, J., Eds.; Dykinson: Madrid, España, 2019; pp. 1645–1658.
36. Chawla, L. Benefits of Nature Contact for Children. *J. Plan. Lit.* **2015**, *4*, 433–452. [CrossRef]
37. Yakman, G.; Lee, H. Exploring the exemplary STEAM education in the US as a practical educational framework for Korea. *J. Korean Assoc. Sci. Educ.* **2012**, *32*, 1072–1086. [CrossRef]
38. Cilleruelo, L.; Zubiaga, A. Una aproximación a la Educación STEAM. Prácticas educativas en la encrucijada arte, ciencia y tecnología. *Actas Jorn. Psicodidáctica* **2014**, *4*, 1–18.
39. Sullivan, A.; Strawhacker, A.; Umaschi Bers, M. Dancing, Drawing, and Dramatic Robots: Integrating Robotics and the Arts to Teach Foundational STEAM Concepts to Young Children. In *Robotics in STEM Education: Redesigning the Learning Experience*; Khine: London, UK, 2017; pp. 231–260. [CrossRef]
40. Oliveras, M.L. *Etnomatemáticas Formación de Profesores e Innovación Curricular*; Comares: Granada, Spain, 1996
41. Fernández-Oliveras, A.; Oliveras, M.L. Formación de maestros y Microproyectos curriculares. *Rev. Latinoam. de Etnomatemática Perspect. Sociocult. de la Educ. Matemática* **2015**, *2*, 472–495.
42. Park, N.; Ko, Y. Computer education's teaching learning methods using educational programming language based on STEAM education. In Proceedings of the 9th International Conference on Network and Parallel Computing (NPC), Gwangju, Korea, 6–8 September 2012; Park, J.J., Zomaya, A.A., Yeo, S.-S., Sahni, S.S., Eds.; Springer: Berlin/Heidelberg, Germany, 2012; pp. 320–327.
43. Oliveras, M.L. Etnomatemáticas. De la multiculturalidad al mestizaje. In *Matemáticas e Interculturalidad*, 2nd ed.; Goñi, J., Ed.; Graó: Barcelona, Spain, 2006; pp. 117–149.
44. Craft, A. *Creativity in the School*; Beyond Current Horizons Project: London: UK, 2008.
45. Ananiadou, K.; Claro, M. *21st Century Skills and Competences for New Millennium Learners in OECD Countries*; OECD Publishing: Paris, France, 2009.
46. Rotherham, A.J.; Willingham, D.T. 21st century skills, not new, but worthy challenge. *Am. Educ.* **2010**, *1*, 17–20.
47. National Advisory Committee on Creative, Cultural Education. *All our Futures: Creativity, Culture & Education*; Department for Education and Employment: London, UK, 1999. Available online: <http://sirkenrobinson.com/pdf/allourfutures.pdf> (accessed on 11 July 2021).
48. Pombo, L.; Marques, M.M. The potential educational value of mobile augmented reality games: The case of EduPARK app. *Educ. Sci.* **2020**, *10*, 287. [CrossRef]
49. Yuste, F.C.; Piquet, J.D. Juegos manipulativos en la enseñanza de las matemáticas. *UNO Rev. Didáctica Mat.* **1996**, *7*, 71–80. 53. Deulofeu, J. *Una Recreación Matemática: Historias, en el Alumnado de Secundaria*; Planeta: Barcelona, Spain, 2001.
50. Zhao, Z.; Linaza, J.L. La importancia de los videojuegos en el aprendizaje y el desarrollo de niños de temprana edad. *Electron. J. Res. Educ. Psychol.* **2015**, *2*, 301–318. [CrossRef]
51. Evans, M.A. Mobility, Games and Education. In *Handbook of Research on Effective Electronic Gaming in Education*; Hershley: New York, NY, USA, 2009; pp. 96–110.
52. Tokac, U.; Novak, E.; Thompson, C. Effects of Game-Based Learning on Students' Mathematics. Achievement: A Meta-Analysis. Representing Florida State University 2015. In Proceedings of the Statewide Graduate Student Research Symposium, Orlando, FL, USA, 24 April 2015.
53. National Mathematics Advisory Panel. *Foundations for Success: The Final Report of the National Mathematics Advisory Panel*; U.S. Department of Education: Washington, DC, USA, 2008.
54. Wilcox, S. Praxis Games. A Design Philosophy for Mobilizing Knowledge through Play. *Am. J. Play* **2019**, *11*, 156–182.
55. González González, C.S. Estrategias para trabajar la creatividad en la Educación Superior: Pensamiento de diseño, aprendizaje basado en juegos y en proyectos. *Rev. Educ. Distancia* **2015**, *1*, 40.
56. Méndez-Giménez, A.; Fernández-Río, J. Efectos del uso de materiales autoconstruidos sobre la satisfacción, el aprendizaje, las actitudes y las expectativas del alumnado de magisterio de la asignatura Juegos Tradicionales. In Proceedings of the International Congress AIESEP, A Coruña, Spain, 26–29 October 2010; pp. 26–36.
57. LLeixà, T. Educación física y competencias básicas. Contribución del área a la adquisición de las competencias básicas del currículo. *Tándem Didact. Educ. Física* **2007**, *23*, 31–37.
58. Perrotta, C.; Featherstone, G.; Aston, H.; Houghton, E. *Game-Based Learning: Latest Evidence and Future Directions*; National Foundation for Educational Research: London, UK, 2013.
59. Kenny, R.; McDaniel, R. The role teachers' expectations and value assessments of video games play in their adopting and integrating them into their classrooms. *Br. J. Educ. Technol.* **2011**, *2*, 197–213. [CrossRef]
60. Kirriemuir, J.; McFarlane, A. *Literature Review in Games and Learning*; University of Bristol: Bristol, UK, 2004. Available online: http://www.futurelab.org.uk/download/pdfs/research/lit_reviews/Games_Review1 (accessed on 11 July 2021).
61. Mitchell, A.; Savill-Smith, C. *The Use of Computer and Video Games for Learning. A Review of the Literature*; Learning and Skills Development Agency: London, UK, 2004. Available online: <http://www.lsd.org.uk/files/PDF/1529.pdf> (accessed on 11 July 2021).

Juegos tradicionales para desarrollar el pensamiento matemático-científico y su aplicación a propuestas didácticas integradas diseñadas desde una perspectiva Etnomatemática

62. Higgins, E.; Grant, H.; Shah, J. Self-Regulation and quality of life: Emotional and nonemotional life experiences. In *Well-Being: The Foundations of Hedonic Psychology*; Kahneman, D., Diener, E., Schwarz, N., Eds.; Russell Sage Foundation: New York, NY, USA, 1999; pp. 244–266.
63. Bonk, C.J.; Dennen, V.P. *Massive Multiplayer Online Gaming: A Research Framework for Military Training and Education*; University at Bloomington: Bloomington, IN, USA, 2005.
64. López-Fernández, L. Aprendizaje Basado en Metodologías que Apoyan la Lúdica y el Juego. Master's Thesis, Universidad de Almería, Almería, Spain, 2013.
65. Paredes, J. *Juego, Luego Soy. Teoría de la Actividad Lúdica*; Wanceulen: Sevilla, Spain, 2003.
66. Aroca, A. Universidad del Atlántico. Producciones Audiovisuales Etnomatemática (4 de Junio de 2021). Matemáticas Detrás de mi Casa. Serie Matemáticas en Juegos de Niñas y/o Niños. Vídeo 12. [Archivo de Vídeo]. Available online: <https://www.youtube.com/watch?v=205hahmB38s> (accessed on 11 July 2021).
67. Aroca, A. Universidad del Atlántico. Producciones Audiovisuales Etnomatemática (19 de Junio de 2021). Matemáticas en la Gallina Pijabá. Serie Matemáticas en Juegos de Niñas y/o Niños. Vídeo 13. [Archivo de Vídeo]. Available online: <https://www.youtube.com/watch?v=HTMkDKphWRU> (accessed on 11 July 2021).
68. Ferreira, D.; Palhares, P.; Silva, J.N. A perspective on games and patterns. In *New Pedagogical Approaches in Game Enhanced Learning: Curriculum Integration*; IGI Global: Hershey, PA, USA, 2013; pp. 60–80.
69. Ferreira, D.; Palhares, P.; Silva, J.N. Mathematical games played by elementary school students. *GRIM Quad. Ric. Didatt. Math.* **2012**, *22*, 95–98.
70. Ferreira, D.; Palhares, P.; Silva, J.N. Padrões e jogos matemáticos. *Rev. Eletron. Educ. Mat.* **2008**, *3*, 30–40.
71. Palhares, P. *O Jogo e o Ensino/Aprendizagem da Matemática*; Instituto Politécnico de Viana do Castelo, Escola Superior de Educação: Viana do Castelo, Portugal, 2004.
72. Yagüe, V. *Juegos de Ayer y de Siempre*; Madrid SL: Madrid, Spain, 2002.
73. Trigueros, C. Nuevos Significados del Juego Tradicional en el Desarrollo Curricular de la Educación Física en Centros de Educación Primaria de Granada. Ph.D. Thesis, Universidad de Granada, Granada, Spain, 12 January 2020.
74. Estrada, J.A.C.; González-Mesa, C.G.; Méndez-Giménez, A.; Fernández-Río, J. Achievement goals, social goals, and motivational regulations in physical education settings. *Psicothema* **2011**, *1*, 51–57.
75. Gros, B. La dimensión socioeducativa de los videojuegos. *EduTec Rev. Electron. Tecnol. Educ.* **2000**, *23*, 1–11. Available online: <http://edutec.rediris.es/Revelec2/Revelec12/gros.pdf> (accessed on 11 July 2021).
76. Oliveras, M.L. Microproyectos Para La Educación Intercultural En Europa. *UNO Rev. Didact. Mat.* **2005**, *38*, 70–81.
77. Baute, J. Juego de la dama. *Rev. Bien Me Sabe* **2008**, *892*, 4–8. Available online: <https://www.bienmesabe.org/noticia/buscar?q=833> (accessed on 11 July 2021).
78. Molina, J. *Conocimientos Científicos y Técnicos de los Guanches*; InfoNorte Digital: Galdar, Spain, 2003.
79. Bien Me Sabe. Available online: <https://www.bienmesabe.org/noticia/2008/Octubre/juego-de-la-dama> (accessed on 11 July 2021).
80. Asociación Cultural Jugamos Todos. Las Torres de la Alhambra. Available online: <https://www.jugamos.todos.org/index.php/noticias-en-espana/en-produccion/3196-las-torres-de-la-alhambra> (accessed on 11 July 2021).
81. Gutiérrez Perera, C.S. *Programación Didáctica de la Asignatura de 4º de ESO Trabajo Monográfico de Investigación: "Juegos de Mesa del Mundo y Etnomatemáticas"*; University of Valencia: Valencia, Spain, 2014.
82. Hoopwood Games. Available online: <https://www.hoopwoodgames.com/shop-1/mijnlieff> (accessed on 11 July 2021).
83. Attia, P. *La Muy, Muy Larga Pero Imprescindible Historia de los Juegos de Mesa*; Magnet: Madrid, Spain, 2016. Available online: <https://magnet.xataka.com/en-diez-minutos/la-larga-historia-de-los-juegos-de-mesa> (accessed on 11 July 2021).
84. Cohat, I. *Los Vikingos, Reyes de los Mares*; Aguilar: Madrid, Spain, 1989.
85. Velasco, M. *Breve Historia de los Vikingos*; Nowtilus: Madrid, Spain, 2009.
86. Boardspace. Available online: https://www.boardspace.net/english/about_mijnlieff.html (accessed on 11 July 2021).
87. Uplayit. Available online: <https://www.uplayit.com/gioco-da-tavolo-Mijnlieff.html> (accessed on 11 July 2021).
88. The Abstract Rat. Available online: <http://www.theabstractrat.com/reviews/mijnlieff> (accessed on 11 July 2021).
89. El Rayón Artesanías. Available online: <https://elrayon.es/oraculos/24-runas-vikingas-futhark.html> (accessed on 11 July 2021).
90. Berelson, B. *Content Analysis in Communication Researches. Foundations of Communications Research*; Glencoe: New York, NY, USA, 1952.
91. Bardin, L. *El Análisis de Contenido*; Akal: Madrid, Spain, 1986.
92. D'Ambrosio, U. La integración de la matemática con las ciencias. *Mat. Rev. Digit. Divulg. Mat. Real Soc. Mat. Esp.* **2005**, *1*. Available online: http://www.matematicalia.net/index.php?option=com_content&task=view&id=27&Itemid=27 (accessed on 11 July 2021).
93. Huxley, J.S. Guest editorial: Evolution cultural and biological. In *Yearbook of Anthropology*; The University of Chicago Press: Chicago, IL, USA, 1955; pp. 2–25.
94. White, R.T. *Learning Science*; Basil Blackwell: Oxford, UK, 1988.
95. Cano, E. The rubrics as an assessment tool of competency in higher education: Use or abuse? *Profesorado* **2015**, *19*, 265–280. Available online: <https://recyt.fecyt.es/index.php/profesorado/article/view/41533> (accessed on 11 July 2021).

**4.5. Contribución 5. Juego y Test para activar conocimiento científico y matemático infantil.
Artículo en Revista Aula Abierta.**

JUEGO Y TEST PARA ACTIVAR CONOCIMIENTO CIENTÍFICO Y MATEMÁTICO INFANTIL

Resumen

Mostramos parte de un proyecto etnomatemático, siendo el juego, componente de toda cultura, su columna vertebral.

La investigación se llevó a cabo diseñando un “Microproyecto Lúdico” (Autoras, 2015) centrado en el juego Tres en Raya, que se implementó y se analizó con enfoque cualitativo descriptivo como un estudio de caso. La recolección de datos se realizó en escenarios diversos del segundo ciclo de Educación Infantil, en España.

Parte fundamental del estudio es la adaptación del Test Boehm de conceptos básicos que se incorpora al microproyecto como elemento evaluador, para observar evidencias de conocimiento matemático y científico en alumnado menor de 7 años. La adaptación gráfica se refiere a parte de las imágenes asociadas a cada ítem del test. Se modificaron aquellas imágenes que presentan controversias espaciales según nuestros estudios previos del test y se cambiaron por otras de idéntico contenido pero relacionadas con la vivencia del juego “Tres en Raya” practicado dentro del microproyecto.

No se han captado dificultades de comprensión de las imágenes modificadas para realizar el test Boehm modificado. Mediante el uso del citado juego involucrado en el Microproyecto, se han evidenciado habilidades STEAM con activación de contenidos matemáticos y científicos básicos y apreciación de la diversidad cultural.

Palabras clave: Aprendizaje basado en juegos, Etnomatemática, Microproyectos curriculares, Test Boehm, Juegos tradicionales.

Game and test to activate children's scientific and mathematical knowledge

Abstract

We show part of an ethnomathematical project, being the game, as a component of every culture, its backbone.

The research was carried out by designing a "Playful Microproject" (Autoras, 2015) focused on the game Tres en Raya, which was implemented and analysed with a qualitative descriptive approach as a case study. Data collection was carried out in different scenarios of the second cycle of Early Childhood Education, in Spain.

A fundamental part of the study is the adaptation of the Boehm Test of basic concepts that is incorporated into the microproject as an evaluation element, to observe evidence of mathematical and scientific knowledge in students under 7 years of age. The graphic adaptation refers to part of the images associated with each test item. Those images that present spatial controversies according to our previous studies of the test were modified and replaced by others with identical content but related to the experience of the game played within the microproject.

No difficulties were detected in understanding the modified images to perform the modified Boehm test. Through the use of the aforementioned game involved in the Microproject, STEAM skills have been demonstrated with activation of basic mathematical and scientific content and appreciation of cultural diversity.

Keywords: Game-Based Learning, Ethnomathematics, Curricular microprojects, Boehm Test, Traditional Games.

1. Introducción

La motivación de nuestro trabajo surge de la necesidad del profesorado de actividades que les proporcionen información sobre el estado del pensamiento científico y matemático de su alumnado en la fase final de la Educación Infantil, para potenciar aquellos conceptos básicos necesarios para abordar el currículo de la Educación Primaria.

Las dificultades para manifestar los pensamientos infantiles de manera formalizada, junto a las facilidades de este alumnado para entusiasmarse y expresarse jugando, nos conducen a pensar en el juego como vehículo de comunicación de pensamientos científico-matemáticos básicos. Por otra parte ya estudiamos el *Test Bohem* de dominio de conceptos básicos (Autores 2020b), surgiendo la idea de combinar ambos recursos: juego y test. Así, presentamos nuestra modificación de dicho test

introduciendo imágenes basadas en el juego “Tres en Raya”, su integración en un Microproyecto lúdico etnomatemático y la aplicación de este a alumnado español de 5 y 6 años.

Esta investigación tiene dos objetivos, mostrar que mediante un juego de mesa tradicional se activa el pensamiento científico-matemático y elaborar un instrumento evaluador del dominio de conceptos básicos en el paso de Educación Infantil a Educación Primaria. Se contextualiza en investigaciones previas afines, temporalmente en periodo de pandemia Covid_19, metodológicamente en el Estudio de Caso.

Recientemente ha sido modificado el currículo escolar de Educación Infantil y Primaria, mediante Real Decreto 95/2022, de 1 de febrero, (Ministerio Real Decreto 95/2022, de 1 de febrero, BOE 28), planteando como meta el desarrollo de *competencias* (destacamos la tercera: “Competencia matemática y competencia en ciencia, tecnología e ingeniería, Real Decreto, BOE 28, pp.9), lo que induce una nueva inquietud en el profesorado por adaptar metodologías didácticas a las nuevas directrices (“Otro de los principios pedagógicos basa la práctica educativa en la experimentación y el juego, así como en experiencias de aprendizaje significativas y emocionalmente positivas”, BOE 28, pp11), y controlar los conocimientos adquiridos ante el paso entre las dos etapas citadas. Para estos dos retos planteados al profesorado puede aportar herramientas esta investigación, ya que presenta una metodología (microproyectos interdisciplinarios activos e interculturales) coherente con el nuevo planteamiento curricular (“el proceso de desarrollo y aprendizaje viene marcado por la observación, la escucha activa y el aumento progresivo de la actividad a través de la experimentación y del juego...se han incorporado destrezas esenciales, como el pensamiento crítico, la resolución de problemas, el trabajo en equipo, las destrezas de comunicación y negociación, las destrezas analíticas, la creatividad y las destrezas interculturales”, BOE 28, pp.10), así como un instrumento de captación de conocimientos adquiridos, que puede emplearse para una evaluación acorde con todo el proceso de cambio (“La evaluación en esta etapa estará orientada a identificar las condiciones iniciales individuales y el ritmo y características de la evolución de cada niño o niña”, BOE 28, pp.7), puesto en marcha súbitamente. Esto nos brindará la oportunidad de probar la valía de este trabajo, ejemplo de relación directa entre investigación y práctica-educativa.

1.1 Antecedentes

Según Huizinga, (en Gómez-Cimiano, 2003), el juego es una actividad voluntaria, realizada en ciertos límites de tiempo y lugar, según una regla libremente aceptada, pero completamente

imperiosa y provista de un fin en sí. Destacando la importancia del juego como medio para lograr un objetivo, Ojeda (2018) considera el juego una actividad muy importante para el ser humano, pues contribuye al desarrollo físico, intelectual, emocional y social por la motivación que provoca. Precisamente estas cuatro dimensiones son abordadas en nuestro proyecto de investigación, basado en el uso del juego tradicional como potenciador del pensamiento matemático-científico y del resto de áreas STEAM (Ciencias, tecnología, ingeniería, arte y matemáticas), elaborado desde una perspectiva Etnomatemática, teniendo presente la componente cultural y social del juego. La Etnomatemática, entendida como un programa de investigación sobre la manera en que los grupos culturales comprenden, articulan y usan los conceptos y prácticas que nosotros describimos como matemáticas, tanto si el grupo cultural tiene un concepto de matemáticas como si no. (Barton, 1996, p. 214). Así planteamos nuestro proyecto de investigación sobre el uso del juego tradicional como elemento potenciador del pensamiento matemático, científico, y otras áreas STEAM, priorizando las ideas que se crean al jugar (Oceja-Castanedo y González-Fernández, 2020).

Para Sánchez-Domínguez *et al* (2020) el juego es factor básico del desarrollo infantil. El pone de manifiesto como gran parte de las interacciones sociales, a lo largo de toda la infancia, tienen lugar en el contexto del juego. De ahí la importancia de transmitir tempranamente a través del juego un conocimiento aplicable a la vida en sociedad, una serie de valores y actitudes que le hagan ciudadano capaz de convivir con personas de diversas culturas, creencias, etc. Educar interculturalmente no es adoptar medidas específicas para el alumnado diverso, sino favorecer el aprendizaje desde una perspectiva culturalmente diversa y enriquecedora (Paya-Rico, 2020)

Iniciamos esta investigación en 2018, relacionando juego y habilidades matemáticas y científicas, centrándonos en los juegos tradicionales practicados en la isla de Jamaica (Autores, 2020a). Al hablar de juegos tradicionales nos referimos a aquellos que, en todas las culturas, perduran, pasando de generación en generación (Mendieta, 2019). Posteriormente se decidió continuar por esa línea e investigar de forma más detallada el potencial científico-matemático de diversos juegos tradicionales de todo el mundo (Autores, 2019a, 2019b).

Uno de los juegos con mayor potencial de este estudio, fue Tres en Raya, por ello fue seleccionado para la realización de un Microproyecto lúdico. Concebimos los Microproyectos como un producto curricular interdisciplinar en el que se establecen relaciones entre distintas áreas científicas, con globalización en el tratamiento de los temas y del desarrollo de destrezas sensoriales y de

razonamiento abstracto, como pueden ser las asociadas a ciencias y matemáticas (Autores, 2015; Molina *et al* , 2015).

1.2 Preguntas de investigación

Tomando estas referencias se han planteado los siguientes preguntas de investigación:

- ¿Será eficiente para trabajar conceptos científico-matemáticos y STEAM a través del juego un Microproyecto ludico de corte enomatemático centrado en el juego Tres en Raya como elemento de enseñanza-aprendizaje, con evaluación mediante el test Bohem adaptado?
- ¿Una adaptación del cuaderno de imágenes del Test Bohem, tomando contextos relacionados con el juego Tres en Raya, evidenciará dominio de conceptos básicos?
- ¿La Implementación del citado Microproyecto permitirá activar y observar evidencias de habilidades matemáticas y científicas, en alumnado que finaliza Educación Infantil?

Las actuaciones realizadas para lograr respuestas a estas preguntas serán el objeto del siguiente análisis.

2. Marco Teórico

2.1 Tres en Raya

Los orígenes del Tres en Raya se remontan siglos atrás en Oriente. Autores especializados piensan que se originó en China (Marín, 2010), como también el “Go”. Luján (2016) sitúa su verdadero origen en Persia, hace mil años, desde donde mercaderes italianos lo extendieron, convirtiéndose en uno de los juegos más populares de las clases bajas en la Edad Media. Ser muy fácil de recrear facilitó su pronta expansión. Tuvo un periodo negro, entre los siglos X y XI por su asociación con rituales paganos, pero fue resurgiendo en las universidades, siendo muy popular en Salamanca y Bolonia. Una de las teorías más estudiadas, es la relación del Tres en Raya con el juego medieval “Alquerque” introducido en la península por los árabes en la época de conquista almorávide (Westerbelt, 2017).

Consideramos Tres en Raya de gran interés, por su gran bagaje cultural y por los aprendizajes involucrados en su puesta en práctica, algunos son: coordinación óculo-manual, concentración,

destrezas emocionales y sensoriales, creatividad, razonamiento, (Villacís *et al*, 2014), conceptos y procedimientos científico-matemáticos cómo: linealidad, proximidad, seriación, estrategia y resolución de problemas, (Autores, 2020b), relacionados con las áreas STEAM en que situamos este estudio.

2.2 STEAM

STEAM, es el acrónimo de Science, Technology, Engeneering, Arts, Mathematics, este término surge de la necesidad de educar a las nuevas generaciones para el mundo tecnológico que les tocará vivir, preparándolos para la vida laboral y social (Benites y Barsallo, 2020)

La metodología STEAM se fundamenta en el aprendizaje integrado de las disciplinas ya citadas en un único marco interdisciplinar, a través del desarrollo de proyectos de aprendizaje, generando espacios que promueven un aprendizaje significativo, holístico y contextualizado (Garcia-Carmona, 2020). Esto asocia el pensamiento lógico y científico con la creatividad, haciendo más atractivas las ciencias y creando una apertura mental (Aguirre et al, 2019).

2.3 Etnomatemáticas, juego y Microproyectos

Este proyecto tiene una perspectiva Etnomatemática donde se valora como conocimiento científico-matemático el conjunto de prácticas específicas realizadas por diversos tipos de personas o comunidades. Es decir, prácticas prototípicas que constituyen una parte importante y representativa de culturas y microculturas diferentes (Hunting, 1986, citado en Pinto *et al*, 2020). Los planteamientos etnomatemáticos consideran inseparables las matemáticas formales y las etnomatemáticas, entendidas estas como las matemáticas practicadas por todos los grupos culturales, siendo las matemáticas formales las practicadas por el grupo de los académicos.

Destacamos la importancia del uso del juego como elemento potenciador del pensamiento matemático y científico, desde una perspectiva Etnomatemática. Así para activar este pensamiento, se ha abordado el juego a través de un microproyecto lúdico de enfoque interdisciplinar, planteado por Oliveras en 1996 (AUTORES 2015, Blanco-Álvarez *et al*, 2017). Este a su vez, es un método de enseñanza que ha demostrado su eficacia para estimular el aprendizaje de los alumnos a través de experiencias significativas que se centran en la resolución de problemas, muchos de los cuales forman parte de la vida diaria de los alumnos (Hernández *et al*, 2021). Coincidimos con Botella y Ramos (2020), pues consideramos que esta metodología activa permite conceder mayor autonomía al

alumnado, desarrollar una mayor motivación y evitar la dicotomía teoría/práctica o la separación entre saberes escolares y saberes cotidianos (Charry *et al.*, 2020). Esta separación, en el marco del currículo escolar, excluye las prácticas sociales que movilizan conocimientos que dan sentido a la vida de los sujetos que las practican (Charry *et al.*, 2020, p.5).

Por otro lado, la actividad de jugar tiene la ventaja de integrar autonomía, motivación y conexión teoría-práctica. En definitiva, la práctica de juegos permite desarrollar la flexibilidad mental en alumnos y profesores, de gran importancia desde el punto de vista de la educación científico-matemática, que aspira a que los estudiantes no solo sean capaces de utilizar una amplia variedad de estrategias de resolución de operaciones, sino que deben poder modificar estrategias conocidas e inventar otras nuevas (Rathgeb-Schnierer y Green, 2019). De hecho, la mente flexible puede imbuir la resolución de problemas que trascienden los cálculos algorítmicos mecánicos realizados paso a paso. Por otro lado, es aún más beneficioso tener una actitud flexible bien desarrollada al enfrentar problemas del mundo real, que a menudo tienden a ser más complicados ya que involucran novedades, circunstancias mal estructuradas o estructuras complejas y situaciones multidimensionales (Rathgeb-Schnierer y Green, 2019). Una situación de este tipo es la convivencia escolar, que requiere una reflexión abierta por parte del profesorado y su valoración desde una perspectiva integrada mediante un instrumento adecuado que posibilite un diagnóstico acertado (Torrego Seijo, J.C., *et al*, 2022).

2.4 Test Boehm

Otro eje vertebrador de esta investigación ha sido el uso del Test Boehm como elemento de recogida de evidencias de habilidades matemáticas y científicas infantiles. El test Boehm es un test de aplicación individual y oral que aporta información relevante respecto del desarrollo cognitivo infantil en la comprensión de conceptos básicos (Boehm, 2012). El test consta de 50 ítems, cada uno corresponde a un concepto básico, plasmados en imágenes sobre las cuales se interroga respecto del concepto. Están organizados en orden de dificultad ascendente y divididos equitativamente en dos cuadernillos, cada uno de ellos contiene 3 ítems que sirven de ejemplos y 25 ítems reactivos de la prueba, (Thorne y Narváez, 1987). A su vez estos, se dividen en cuatro categorías: espaciales, cantidad, número y temporales.

En un estudio previo sobre el Test Boehm ya indicamos que, a nuestro entender, el test Boehm presenta un fallo grave al pretender evaluar mediante representaciones planas conocimientos de

realidades que son tridimensionales, en una edad en que los niños no tienen construido el espacio proyectivo, lo que condiciona las interpretaciones de dibujos que tratan de representar el mundo tridimensional en que vivimos. Por estos motivos hemos ido concibiendo la idea de elaborar una alternativa a algunos aspectos gráficos del test, manteniendo los conceptos a evaluar, y hemos concluido que el mejor recurso para esa alternativa son los juegos (Autores, 2020b). Retomamos aquí esa idea, contextualizando ciertos ítems del test en el juego Tres en Raya. El test orienta a los profesores para reforzar aquellos conceptos que no son completamente manejados, favoreciendo así un mejor rendimiento (Mieles *et al*, 2020) al iniciar la Educación Primaria.

3. Metodología

Mostraremos la experiencia de implementación del microproyecto lúdico y su análisis cualitativo mediante un estudio de caso.

3.1 Estudio de caso

El estudio de caso es una metodología de investigación del ámbito social que surgió en los años 1920 en la universidad de Harvard para simular situaciones complejas teniendo en cuenta sucesos auténticos. En él se expone de forma descriptiva información de todo lo evidenciado y descubierto, utilizando: tablas, figuras, imágenes, recursos narrativos. Su objetivo es comprender el significado de una experiencia, o interpretar una realidad. Stake (2005, 2010), indica que es un método heurístico, inductivo, interpretativo, descriptivo, existiendo multitud de formas de hacerlo. Las experiencias educativas constituyen casos evidentes (Stake, 2005, p.16), el caso puede ser “un estudio intrínseco o instrumental: *Intrínseco* es cuando necesitamos aprender sobre ese caso particular (un niño con dificultades, o un procedimiento que nos interesa)” (Stake 2005, p.16), nuestro caso es el microproyecto fusionando el juego Tres en Raya, como un procedimiento para activar y evidenciar conceptos básicos, luego es un caso intrínseco. En él las preguntas de investigación se derivan de los objetivos antes mencionados. La *interpretación* es la característica distintiva de la investigación cualitativa, en el estudio de casos la interpretación del investigador es la predominante. El estudio de casos es empático y no intervencionista, ni siquiera pretende entrevistar, si puede obtener los datos de otro modo (Stake 2005, p.23). Los estudios de caso pretenden la “comprensión” del caso no su “explicación” o explicitación de las causas por las cuales ocurre lo que ocurre en el caso. Solo pretende mostrar lo que ocurre, las causas suelen ser muchas y no se puede demostrar que lo son. La comprensión tiene un carácter psicológico ligado a lo ya vivido o experimentado, que mediante la empatía puede ser compartido con otros sujetos, que así pueden comprender el caso. Para la

comprensión del caso es importante identificar cuanto antes las *variables* claves que identifican el caso y las *situaciones* en las cuales podemos descubrir estas variables. Las variables se pueden categorizar en términos cualitativos (manifestabilidad, modalidad, etc.) o cuantitativos (intensidad, frecuencia) según sus objetivos de estudio. Para validar sus resultados acude a la “triangulación de datos”, técnica que conlleva tomar las informaciones, relativas a cada variable, de distintas fuentes y comparar las interpretaciones, buscando relaciones de igualdad, confluencia o compatibilidad entre ellos (Stake 2005, Cp. VII). Al asignar informaciones a cada categoría de las variables, mediante la interpretación, se obtienen los *datos clasificados* y su conjunto nos configura la comprensión.

3.2 Implementación

Para llevar a cabo la implementación didáctica objeto de esta investigación, se ha desarrollado un Microproyecto lúdico en diversos entornos de Educación Infantil. Esta se tuvo que realizar en dos fases temporales por la pandemia sanitaria del virus COVID-19.

En la primera fase, llevada a cabo entre los meses de noviembre a febrero de 2020/2021, la implementación fue planteada de forma online, con alumnado de Educación Infantil de un centro educativo oficial andaluz y varios voluntarios de la misma edad en sus domicilios. Se contactó con los responsables escolares y familias de los participantes, por vía telemática a través de correos electrónicos, con el fin de que estos actuaran de ejecutores de la planificación, con dos funciones: a- transmitieran a los/as participantes una información (Sintetizada del Microproyecto) sobre el origen, forma de construcción y modo de juego del *Tres en Raya* y posteriormente jugaran dicho juego con ellos/as. b- posteriormente facilitasen que cada participante completase, sin ayuda externa, el test Bohem adaptado. Este, una vez cumplimentado, junto a otros documentos como dibujos de los participantes, se remitirán a la investigadora. Todo esto se solicitó de forma voluntaria.

La segunda fase de la implementación, tuvo lugar durante el mes de abril de 2021 en una ludoteca de Granada, durante dos semanas. Se pudo efectuar de forma presencial debido a la remisión de los casos de COVID en la provincia. En este caso el Microproyecto pudo desarrollarse completo, mediante 3 sesiones diferenciadas:

- Sesión Inicial: Donde el juego es presentado al alumnado, contextualizado en la versión canaria. La sesión comienza con un cuento, relatado con flashcards: “El viaje de Guanche”, la historia de cómo un pastor canario, apasionado de los juegos, recorre el mundo con el fin de aprender de otras culturas para crear su propio juego. Una de las culturas visitada es la oriental, donde nace el Tres en Raya,

haciendo breve explicación del origen del juego y principales aspectos de la cultura. Se usó el ordenador para que escuchasen el cuento grabado previamente, pudiesen oír música tradicional de la cultura originaria del juego y buscar imágenes que deseasen. Esta primera parte de la sesión duró media hora. Tras esta introducción se procedió a la *construcción del juego* con materiales reciclados, se proporcionaron cartulinas de papel reciclado, tapones y rotuladores para que pudiesen crear el tablero y las fichas y desarrollar su creatividad libremente, decorándolos. Esta segunda parte se realizó otro día y duró media hora.

- Sesión de Desarrollo: Esta sesión constó de dos partes. *Sesión de Desarrollo I* donde el alumnado juega a Tres en Raya, con ayuda externa de la investigadora o del personal de la ludoteca, para comprender el modo de juego y solucionar las posibles dudas. Posteriormente, una *Sesión de Desarrollo II* donde el alumnado juega de forma libre, sin recibir ayuda, para comprobar si se ha comprendido el modo de juego en su totalidad. Cada parte se realizó en diferentes días y duró media hora.
- Sesión Final: Para concluir, se realiza una sesión de evaluación donde se entrega al alumnado el test Boehm adaptado (50 ítems, cada uno con una única respuesta válida a seleccionar entre tres opciones), que deberá responder marcando la respuesta considerada correcta en cada ítem, sin ayuda. La sesión se desarrolló en dos partes de 30 minutos.

La implementación del Microproyecto lúdico se realizó con nueve jugadores en total (seis niños y tres niñas de entre 4 y 6 años). Tres participantes pertenecían a un colegio público de Málaga (España), dos eran voluntarios, respectivamente de Cádiz y Granada (España) y cuatro participantes pertenecían a un centro de educación no formal (ludoteca) en Granada. La implementación abarcó un periodo discontinuo de seis meses.

4. Recogida de datos y tipos de análisis

Las variables que caracterizan este caso (Stake, 2005,2010), están conectadas con las preguntas de investigación y son: Variable I. la *capacidad* del test modificado y Variable II. la *eficiencia* del Microproyecto. Las situaciones (Stake, 2005,2010), en que encontramos estas dos variables son: A. La implementación en su conjunto, con sus tres sesiones y B. Los escritos de las respuestas al test. La recogida de datos, que permiten categorizar dichas variables, se realizó con dos instrumentos: los protocolos de respuesta al test y una rúbrica elaborada por la investigadora responsable.

4.1 Test: conceptos básicos

La recogida de datos sobre la adaptación elaborada del Test Boehm (Variable I) de todos los participantes se realizó a través de las plantillas de respuestas, que contienen las imágenes modificadas, asociadas con el juego trabajado (Figura 1).

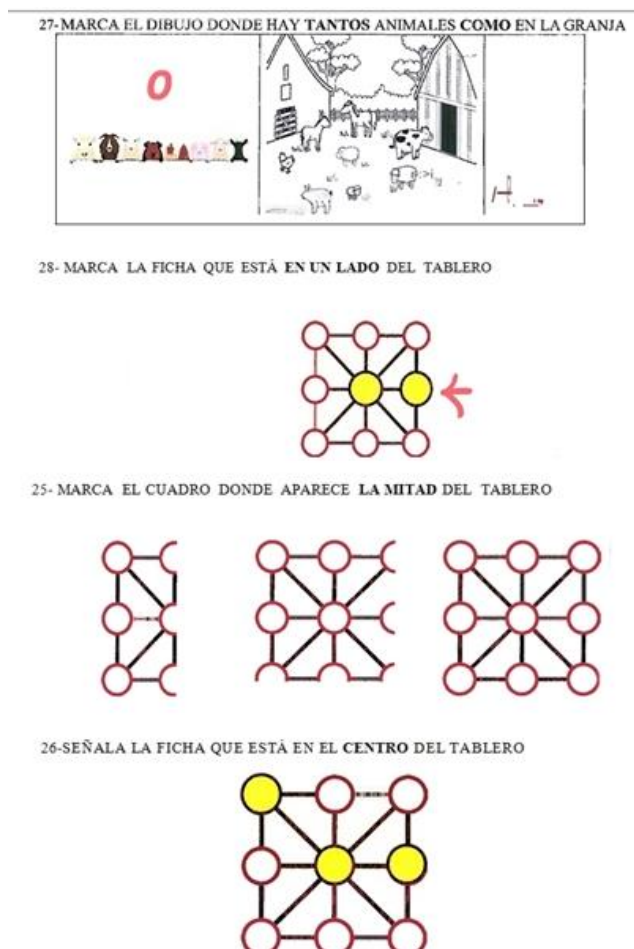


Figura 1. Plantilla de respuestas. Elaboración propia.

Tanto el grupo online, como el presencial completó los 50 ítems del test adaptado, en el primer grupo tuvieron que asumir el rol de encuestadores las familias y el profesor, en el segundo fue gestionado directamente por la investigadora responsable.

4.2 Microproyecto. Rúbrica

Para obtener datos de la *eficiencia* del Microproyecto se emplea una *rúbrica*, elaborada por la investigadora, donde se reflejan elementos de contenidos o destrezas científicas que a priori pueden aparecer en actuaciones de los participantes durante la realización del microproyecto, incluyendo la práctica del juego (Tabla 4).

4.3 Análisis

Finalizadas todas las sesiones de ambos grupos, se pudo proceder al análisis de los resultados obtenidos. Se emplearon dos formas de análisis para obtener resultados más completos y precisos. La primera está directamente relacionada con los conceptos básicos matemáticos y científicos reflejados en el test. Se analizó cada respuesta del alumnado participante, con dos focos: la dificultad de los conceptos y el perfil cognitivo de cada participante. Respecto de los conceptos obteniendo un listado de las respuestas acertadas y erróneas, para identificar qué ítems suponían mayor dificultad y cuales obtenían mayor índice de aciertos. En cuanto a los participantes, destacando sus respuestas erróneas y observando el % de aciertos.

Y la segunda forma de análisis, asociada con el desarrollo del microproyecto, versa sobre contenidos y habilidades relacionadas con el pensamiento científico-matemático que fueron activados con el microproyecto. Este análisis se basa especialmente en la citada rúbrica, fundamentada en las observaciones y anotaciones de la investigadora, se aplicó para cada sesión realizada en la ludoteca y a los documentos gráficos enviados por el grupo primero: dibujos del tablero creado, fotos y video de los participantes actuando en las sesiones. Mientras que el test recoge las respuestas directas del alumnado, de las que también pueden deducirse asertos sobre el uso del juego.

Es interesante observar la complementariedad de los instrumentos de recogida de datos (Tabla 1):

Tabla 1. Comparación de los instrumentos de recogida de datos. Elaboración propia.

Instrumentos de recogida de datos

Test Boehm adaptado	Rúbrica de elaboración propia
Respuestas directas de los participantes	Cumplimenta la investigadora participante, según sus observaciones y anotaciones
Los ítems son tomados del test Boehm modificado	Los ítems son creados por la investigadora, tras lecturas e investigaciones previas
Sus valores están prefijados	Sus valores (Recopilación de evidencias) son establecidos por la investigadora
El acierto es unánime, debe tener la misma respuesta	No hay una respuesta universal válida. Se pueden dar evidencias diferentes en cada participante

5. Resultados

Respecto de la Variable 1, o capacidad de test modificado para captar los conceptos básicos que están adquiridos, se observa gran capacidad, ya que no hubo preguntas sin respuesta, todo el alumnado completó los 50 ítems del test, pero de los 9 participantes solo uno respondió de forma correcta a todas las preguntas. El resto ofrece unas respuestas cuya media de porcentaje de aciertos es del 96%. En cuanto a los ítems reflejados en el test, todos poseen una media de acierto superior al 50%. De forma más concreta, 31 de los 50 ítems evaluados han sido respondidos de forma correcta por el 100% del alumnado. De los 19 ítems restantes hay 11 con un porcentaje de acierto del 88%, 3 ítems con un porcentaje de acierto del 77%, 2 ítems con un porcentaje de acierto menor de 70% (66 % y 55% respectivamente), siendo el nivel de aciertos muy alto.

Tabla 2. Porcentajes de aciertos de los ítems del test adaptado. Elaboración propia.

% DE ACIERTOS	ITEMS
100%	2 (A través), 3 (Lejos), 4 (Junto), 5 (Dentro), 6 (Algunos), 7 (En medio) ,9 (Pocos),11 (Encima),13 (Mas),14 (Entre), 15 (Entero), 16 (Mas cerca), 17 (Segundo), 18 (Esquina) , 19 (Varios), 20 (Detrás), 21 (En fila), 22 (Diferente), 23 (Después), 25 (Mitad), 29 (Empezar), 32 (Ni el primero, ni el ultimo) ,33 (Nunca) ,37 (Mediano) ,38 (Derecho) ,39 (Delante) ,40 (Cero),41 (Por encima) ,43 (Separados) ,47 (El mismo número) ,48 (De mayor a menor),49 (Tercero),50 (Saltar una)
88%	1(Arriba) ,8 (Pocos) ,12 (Ancho) ,26 (En el centro) ,27 (Tantos como) ,30 (Otro) ,31 (Semejantes),35 (Pareja) ,36

	(Siempre),44 (Izquierda) ,45 (Un par)
77%	10 (Alrededor) ,42 (Cada) ,46 (Salta una)
66%	24 (Casi)
55%	28 (En un lado)

Como se refleja en la tabla 2, el 96% de ítems del test fueron respondidos de forma correcta por más del 50% de participantes. Los ítems 24 (Casi) y 28 (En un lado) supusieron la mayor dificultad.

Respecto del perfil cognitivo de los participantes, se muestran en la Tabla 3 los errores pormenorizados y los aciertos, totales y en %:

Tabla 3. Participantes: Errores, aciertos y porcentaje de aciertos en la cumplimentación del test Boehm adaptado. Elaboración propia.

PARTICIPANTES CODIFICADOS	ACIERTOS: CUANTITATIVO:TOTAL	ERRORES: CUANTITATIVO:TOTAL	ERRORES: CUALITATIVO	PORCENTAJE DE ACIERTOS
C105	42	8	12- Ancho 28- En un lado 30-Otro 35-Pareja 36- Siempre 42-Cada 44-Izquierda 46-Saltar una	84%
C2A5	47	3	10- Alrededor 28- En un lado 42- Cada	94% los
C305	49	1	28- En un lado	98%
L105	47	3	24- Casi 27-Tantos como 42-Cada	94%
L2A5	46	4	7- En medio 24- Casi 28- En un lado 46- Salta una	92%
L306	50	0		100%
L406	46	4	8-Pocos 24- Casi 28- En un lado 46- Salta una	92%
V1A6	49	1	24- Casi	98%
V205	49	1	1-Arriba	98%

Para obtener una información más completa y precisa, también se quiso conocer cuál era el porcentaje de aciertos de cada participante. En la tabla 3 se refleja en el eje Y el código asignado a los participantes (categoría: V voluntario, C colegio de Málaga, L Ludoteca; número de orden; género: O masculino, A femenino y edad). Tal y como se aprecia en la tabla 3, todo el alumnado tuvo más de un 80% de aciertos, siendo 8 el mayor número de errores cometidos y 0 el menor siendo el perfil de los participantes bastante homogéneo.

También se analizaron las evidencias recogidas mediante la rúbrica sobre las categorías que se establecieron a priori, o algunas que emergieron, relacionadas con el pensamiento científico o los contenidos curriculares, todas estas se colocaron en el eje Y de la tabla. En la Tabla 4, se indica a modo de ejemplo, para mostrar las categorías de la rúbrica, solo los resultados obtenidos por un alumno voluntario y por un alumno de la ludoteca. Existen tablas semejantes para otros participantes, que se omiten.

Tabla 4. Categorías de la Rúbrica. Elementos de contenidos o de destrezas científico-matemáticas observables mediante la rúbrica. Elaboración propia.

PARTICIPANTES	V1A6	L3O6
CATEGORÍAS de la Rúbrica		
Elementos de Longitud	Toma las medidas del tablero y estima la distancia entre puntos a la hora de jugar. El alumno usa una regla para tomar las medidas de forma correcta.	Toma las medidas del tablero y estima la distancia entre puntos a la hora de jugar. El alumno usa una regla para tomar las medidas de forma correcta.
Aspectos relacionados con la Masa		Valora el peso de los materiales utilizados y lo usa de forma productiva. “Este tablero no pesa, que bien así puedo cogerlo mejor”
Concepto de Superficie	Establece de forma adecuada los puntos que limitan el tablero. Conoce en qué posiciones debe colocar las fichas.	Establece de forma adecuada los puntos que limitan el tablero. Conoce en qué posiciones debe colocar las fichas.
Tridimensionalidad y Volumen	Hace una diferenciación entre figuras planas y tridimensionales. El alumno tiene un Tres en Raya dibujado en un folio y sumado a esto con ayuda de su familia construye uno en 3D.	Hace una diferenciación entre figuras planas y tridimensionales. Al preguntarle cómo son el tablero y las fichas comenta que son planas porque están dibujadas.

Propiedades de la materia	Identifica masa, volumen y otros aspectos como dureza.	Identifica masa, volumen y otros aspectos como dureza.
Ejercicio de la Observación	Mira con detenimiento la partida para saber cómo actuar. Piensa sus movimientos para hacerlos de forma correcta.	Mira con detenimiento la partida para saber cómo actuar. Observa incluso los movimientos del rival.
Reconocimiento de alternativas	No sabe cómo actuar y rápidamente encuentra una idea para continuar jugando. “Ya sé que voy a hacer cuando me toque”	No sabe cómo actuar y rápidamente encuentra una idea para continuar jugando. “La próxima si la pongo en el centro, tú ya no puedes mover”
Realizar razonamientos lógicos	Establece operaciones lógicas en base a unos juicios. “Si consigo mover esta hacia la esquina, hago 3 en raya y gano”	Establece operaciones lógicas en base a unos juicios. “Este juego es muy fácil porque tiene pocas fichas”
Practica la Deducción	Extrae juicios propios según la dinámica de juego. “Como siga así pierdo”	Extrae juicios propios según la dinámica de juego. “Aquí no se comen fichas porque si no, no puedes jugar”
Diseño de estrategias	Piensa como actuar en propio beneficio. “Tengo que intentar una estrategia nueva para que no me ganes tan pronto”	Piensa como actuar en propio beneficio. Hace trampas.
Realiza cierta Experimentación	Se atreve a mover fichas sin saber muy bien cómo se va a desarrollar el juego. Por probar.	Se atreve a mover fichas sin saber muy bien cómo se va a desarrollar el juego. Por probar.
Evaluación de resultados	Manifiesta pensamiento crítico al tomar decisiones. “Creo que me he equivocado moviendo esta ficha”	Manifiesta pensamiento crítico al tomar decisiones. Se da cuenta de que ha movido la ficha del rival y la devuelve a su posición para “volver a mover”
Extracción de conclusiones	Reconoce sus errores y aciertos al final de la partida y aporta ideas para mejorar. “Me ha gustado el juego”	Reconoce sus errores y aciertos al final de la partida y aporta ideas para mejorar. “Este juego está chuli para los niños, aunque a lo mejor es un poco aburrido para los adultos”
Realiza Predicción	Se anticipa a los movimientos del rival	Se anticipa a los movimientos del rival
Toma de decisiones en base a criterios y consecuencias	Es coherente con sus actos durante el juego	Es coherente con sus actos durante el juego. “es fácil, pero hay que ir despacio”

Como se puede ver, ambos participantes manifiestan evidencias relacionadas con el pensamiento matemático y científico. Fenómeno compartido con el resto del alumnado (no reflejado en la tabla) que también manifestó evidencias de este tipo, a lo largo de las sesiones.

6. Discusión

Con la puesta en práctica del microproyecto lúdico en escenarios de segundo ciclo de Educación Infantil hemos conseguido mostrar cómo a través del uso del juego tradicional "Tres en Raya" se han evidenciado habilidades relacionadas, sobre todo, con el pensamiento matemático y científico, pero también con el resto de áreas STEAM, por ejemplo, el uso de la tecnología, como elemento de ampliación de información y de apoyo a la construcción del tablero de juego, y el desarrollo de la creatividad artística a la hora de decorar el material de juego construido. Se ha construido el juego poniendo de manifiesto las habilidades ingenieriles del alumnado, pero también sus habilidades artísticas relacionadas con la creatividad, también se ha trabajado la importancia de valorar y respetar las culturas y la diversidad.

Mostramos en la Figura 2 la contrastación teórica del proceso de esta investigación, siguiendo, la teoría de (Stake 2005,2010):

	SITUACIONES Donde encontrar categorías para las variables		
	A. La implementación en su conjunto	B. Las respuestas al test.	
VARIABLES Qué caracteriza al caso	Variable II. la <i>eficiencia</i> del Microproyecto	Variable I. la <i>capacidad</i> del Test modificado	
INSTRUMENTOS para categorizar variables	Rúbrica elaborada	Test modificado	
TIPOS DE ANALISIS para categorizar con cada instrumento	Contenidos y habilidades activados	Conceptos básicos Adquiridos	
CATEGORIZACION DE VARIABLE I <i>Capacidad</i> del Test		<i>Dificultad de los conceptos</i>	<i>Perfil cognitivo de cada participante</i>
CATEGORIZACION DE Variable II. <i>Eficiencia</i> Microproyecto	X Tabla 4	X Tabla 2	X Tabla 3
TRIANGULACION de la categorización de la Variable I	Items cuya imagen SÍ es aceptada	X Dificultad de los conceptos	X Perfil cognitivo de participantes
TRIANGULACION de la categorización de la Variable II	Contenidos y habilidades activados, múltiples y variados	Items bien modificados, con % altos de comprensión	Participantes, % de aciertos muy altos

Figura 2. Constratación teórica del proceso, según la teoría de Stake. Elaboración propia.

Centrándonos de forma más concreta en los resultados obtenidos en matemáticas y ciencias, podemos indicar cómo en relación al área de matemáticas, gracias a los datos recogidos a través del test Boehm, observamos que un elevado porcentaje del alumnado ha respondido de forma correcta a los ítems planteados, lo cual nos confirma que el uso del juego tradicional como elemento de enseñanza-aprendizaje ha dado sus frutos ya que consideramos muy favorable que la mayoría del alumnado haya obtenido un porcentaje de aciertos mayor del 70%.

Respecto al test adaptado, el análisis de los ítems reflejados en la tabla 2, indica que 31 obtuvieron un 100% de aciertos, y 11, el 88%, evidenciando que su dominio es completo a través de la realización del microproyecto. En cambio, los ítems 24 (Casi) y 28 (En un lado) han sido los que han dado como resultado menos de un 70% de aciertos. Esto no es un mal resultado y destacamos que, durante la práctica del juego, estos conceptos eran observados en la conducta del alumnado participante (mediante una rúbrica) y no supusieron un problema.

Por otro lado, se aprecia que el porcentaje de error de los participantes es pequeño, mostrando su máximo en el 16% de respuestas erróneas, equivalente a los ocho errores cometidos por uno de los participantes y que la media de aciertos ronda el 96%.

Mediante la rúbrica de elaboración propia usada para registrar las evidencias de pensamiento científico, también podemos observar como en la mayoría del alumnado se han manifestado evidencias de este pensamiento. En su mayoría las evidencias manifestadas se relacionan con la propia dinámica de juego y las experiencias que el alumnado manifiesta al jugarlo. Como se puede ver en la Tabla 4 estas evidencias siguen un proceso relacionado con la construcción (Este tablero no pesa, que bien así puedo cogerlo mejor), la jugabilidad (“Como siga así pierdo”, “Aquí no se comen fichas porque si no, no puedes jugar”, “Tengo que intentar una estrategia nueva para que no me ganes tan pronto”, “Creo que me he equivocado moviendo esta ficha”) y finalmente la autoevaluación (“Me ha gustado el juego”, “Este juego está chuli para los niños, aunque a lo mejor es un poco aburrido para los adultos”.) Durante este proceso no solo se ponen de manifiesto las destrezas científicas planteadas a priori, sino que se reflejan algunas emergentes (seguir las normas, apreciar lo diferente) de forma continuada en los participantes.

7. Conclusión

Los resultados obtenidos tras la realización de esta investigación, nos permiten dar respuestas favorables a las preguntas de investigación planteadas de forma previa al estudio.

De forma general, la práctica del juego tradicional Tres en Raya, seleccionado de forma exclusiva para este fin investigador ha favorecido la activación de contenidos matemáticos y científicos en un contexto STEAM, resultando idóneo como signo cultural.

El diseño e implementación de un Microproyecto ludico enomatemático, como elemento de enseñanza-aprendizaje involucrando a dicho juego tradicional Tres en Raya y a una adaptación propia del test Bohem como elemento para evaluación, ha sido eficiente para activar y evidenciar conceptos y habilidades matemáticas y científicas, entre otras, de los participantes, logrando con economía de medios un éxito muy considerable.

La Elaboración de una adaptación del cuaderno de imágenes del Test Bohem, tomando para las imágenes modificadas contextos relacionados con el juego Tres en Raya, ha sido eficaz para manifestar el dominio de conceptos básicos, ya que los resultados dan porcentajes óptimos de aciertos por los participantes, en la cumplimentación del test adaptado.

Por otro lado, se ha fomentado el respeto y aprecio de la diversidad cultural, reflejado durante todo el proceso de implementación. No solo se ha conocido una cultura, sino que se ha aprendido a respetarla, generando así una serie de valores positivos como igualdad, solidaridad e integración social. Es destacable que durante la realización de esta investigación se contó con la participación y la ayuda de personas de varias nacionalidades, lo cual fue muy enriquecedor como medio para la adquisición de valores relacionados con la interculturalidad.

Referencias

Aguirre, J. P. S., Vaca, V. D. C. C., y Vaca, M. C. (2019). Educación Steam: entrada a la sociedad del conocimiento. *Ciencia Digital*, 3 (3.4.), 212-227.

<http://dx.doi.org/10.33262/cienciadigital.v3i3.4..847>

AUTORES 2015

AUTORES 2019 a

AUTORES 2019 b

AUTORES 2020 a

AUTORES 2020 b

Barton, B. (1996). Making sense of ethnomathematics: Ethnomathematics is making sense. *Educational Studies in Mathematic*, Auckland, New Zeland, 31, 201-233. <https://doi.org/10.1007/BF00143932>

Benites, E. y Barzallo, S. (2020) Steam como enfoque interdisciplinario e inclusivo para desarrollar las potencialidades y competencias actuales. *Identidad Bolivariana*, Guayaquil, Ecuador, 1, 1-12. <https://doi.org/10.37611/IB0ol01%20-%2012>

Blanco-Álvarez, H., Fernández-Oliveras, A., y Oliveras, M. L. (2017). Formación de profesores de matemáticas desde la Etnomatemática: estado de desarrollo. *BOLEMA: Boletim de educação matemática*, 31, 564-589. <https://doi.org/10.1590/1980-4415v31n58a02>

Boehm, A (2012) *Test Boehm de Conceptos básicos-3: Manual*. Madrid, España. Pearson. <https://doi.org/10.1080/00256307.1973.12022574>

Botella, A.M. y Ramos, P. (2020) Motivación y Aprendizaje Basado en Proyectos: una Investigación-Acción en Educación Secundaria. *Multidisciplinary Journal of Educational Research*, Valencia, España, 10, 295-320.. <http://dx.doi.org/10.447/remie.2020.4493>

Charry, O., Jaramillo, D. y Tamayo, C. (2020) Currículo [de matemáticas]: una problematización de la dicotomía teoría/práctica desde un territorio chocoano. *Educação & Realidade*, Nariño, Colombia. 45(3), e106760. <https://doi.org/10.1590/2175-6236106760>

García-Carmona, A. (2020). STEAM, ¿una nueva distracción para la enseñanza de la ciencia? *Ápice. Revista de Educación Científica*, 4(2), 35-50. <https://doi.org/10.17979/arec.2020.4.2.6533>

Gómez-Cimiano, J. (2003). El Homo Ludens de Johan Huizinga. *Retos*, 4, 32-35. <https://doi.org/10.47197/retos.v0i4.35092>

Hernández, J.M., Reyes, A., Dueñas, J.M., Merchán-Merchán, M. y López,-Gerson, D. (2021). Project-Based Learning in Teaching the Safe Management of Pesticides in a Rural Community. *Multidisciplinary Journal of Educational Research*, Colombia 11, 128. <http://dx.doi.org/10.17583/remie.6794>

Lujan, I. (2016). Tres en raya: su historia medieval. Máster Universitario en Historia de la Formación del Mundo Occidental. <https://www.uv.es/uvweb/master-historia-formacion-mundo-occidental/es/blog/tres-roya-historia-medieval-1285960141137/GasetaRecerca.html?Id=1285979081034>

Marín, C. (2010). Colección de juegos: Tres en Raya. *Museo del Juego: Colección de juegos*. Recuperado de http://museodeljuego.org/wp-content/uploads/contenidos00000000_688_docu1.pdf

Mendieta, L. (2019). Incidencia del juego de la rayuela en el desarrollo de la psicomotricidad. *Ciencia y Desarrollo*, 22(1), 47-67. <http://dx.doi.org/10.21503/cyd.v22i1.1738>

Mieles-Barrera, M. D., Ceballos, E. C., y Prado, A. L. R. (2020). Consideraciones sobre el sentido del juego en el desarrollo infantil. *Praxis*, 16(2), 247-258. <https://doi.org/10.21676/23897856.3656>.

Ministerio de Educación y Formación Profesional. (2022). Real Decreto 95/2022, de 1 de febrero, por el que se establece la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Infantil. «BOE» núm. 28, de 02 de febrero de 2022. Referencia: BOE-A-2022-1654.

Molina, V., Fernández-Oliveras, A., y Oliveras, M. L. (2015). Un enfoque lúdico de la educación científica y matemática globalizada en infantil: La coci-ciencia. *ReiDoCrea: Revista electrónica de investigación y docencia creativa*, (4), 59-64. URI: <http://hdl.handle.net/10481/37118>. doi: [10.30827/Digibug.37118](https://doi.org/10.30827/Digibug.37118).

Oceja-Castanedo, J., y González-Fernández, N. (2020). Aportaciones de expertos del ámbito académico y diseñadores para la creación de experiencias de juego cívicas. *Aula abierta*. <https://doi.org/10.17811/rifie.49.2.2020.131-139>

Ojeda, M. J. C., Herrera, D. G. G., Mediavilla, C. M. Á. y Álvarez, J. C. E. (2020). El juego como motivación en el proceso de enseñanza aprendizaje del niño. *Revista Arbitrada Interdisciplinaria Koinonía*, 5(1), 430-448. <http://dx.doi.org/10.35381/r.k.v5i1.791>

Payá-Rico, A. (2020). El juego popular y tradicional en la historia de la educación española contemporánea. <https://doi.org/10.14201/hedu2019383957>

Pinto, J. A. Á., Parra, M. E. G., y Abril, C. A. H. (2020). Las etnomatemáticas y su influencia en el desarrollo de la competencia cultural. *Cultura Educación y Sociedad*, 11(2), 237-250. <http://dx.doi.org/10.17981/culteducsoc.11.2.2020.13>.

Rathgeb-Schnierer, E., y Green, M. G. (2019). Desarrollando flexibilidad en el cálculo mental. *Educação & Realidade*, 44 (2), e87078. <https://doi.org/10.1590/2175-623687078>

Sánchez-Domínguez, J. P., Castillo-Ortega, S. E., y Hernández-López, B. M. (2020). El juego como representación del signo en niños y niñas preescolares: un enfoque sociocultural. *Revista Educación*, 44(2), 331-347. <https://doi.org/10.15517/revedu.v44i2.40567>

Stake, R. 2005. *Investigación con estudio de casos*. Morata. 3ª ed., Madrid, ISBN 84-711-2422-X.

Thorne, C., y Narváez, A (1987). La Prueba de Conceptos Básicos de Boehm: adaptación y elaboración de baremos para Lima y Callao. *Revista de Psicología*, Lima, Perú, 5, 135-148. <https://doi.org/10.18800/psico.198702.002>

Torrego Seijo, J.C., Caballero García, P.A., Gomáriz Vicente, M.A., Monge López, C. (2022). School coexistence questionnaire from an integrated model for teachers. *Aula Abierta*, Volumen 51, número 1, enero-marzo, 2022 93-104. <https://doi.org/10.17811/rifie.51.1.2022.93-104>

Villacís, C. J., Fuertes, W. M., Bustamante, C. A., Zambrano, M. E., Torres, E. P., Aules, H. M., y Basurto, M. O. (2014). Optimización del juego tres en raya con niveles de dificultad utilizando heurísticas de inteligencia artificial. *AtoZ: novas práticas em informação e conhecimento*, 3(2), 95-106. <http://dx.doi.org/10.5380/atoz.v3i2.41342>

Westerbelt, G. (2017) Tradiciones lúdicas de la antigüedad en el Campo Arañuelo. <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.11482.95682>

4.6. Contribución 6. Instrumento para evaluar competencias matemáticas y científicas del alumnado que inicia Educación Primaria, mediante juegos. Artículo en Revista Paradigma

Instrumento para evaluar competencias matemáticas y científicas del alumnado que inicia Educación Primaria, mediante juegos

Resumen

En el presente artículo se muestra una investigación cuyo resultado es un singular instrumento de evaluación educativa, para aplicar a niños que comienzan la Educación Primaria, formado por 40 juegos infantiles tradicionales, tomados como herramienta evaluadora y los 50 ítems del test Boehm de Conceptos Básicos (Boehm, 1983), tomados como contenidos para la evaluación de competencias matemáticas y científicas de niños de 5 a 6 años. El estudio fue realizado en Granada (España) entre los años 2018 y 2020. Se parte de que existen capacidades matemáticas y científicas en los jugadores, que se pueden poner de manifiesto cuando se juegan, con rigor y éxito, juegos con potencialidades matemáticas y científicas. Para determinar éstas, se realizó el análisis de un conjunto de juegos tradicionales pertenecientes a diversas culturas y países del mundo, desde una perspectiva Etnomatemática. Se analizaron las potencialidades matemáticas y científicas de los juegos, mediante un análisis de contenido de las reglas de juego y un análisis etnográfico de los materiales y el contexto del juego, estableciendo un catálogo de 40 juegos válidos para aprender y evaluar matemáticas y ciencias al ser jugados. Fue seleccionada una muestra de 4 juegos con potencialidades altas y fue realizado un estudio de casos, cuyos resultados permitieron validar el catálogo. Por otra parte se había analizado el test Boehm, cuando se introdujo en España, encontrando en todos sus ítems contenidos matemáticos, propios del pensamiento infantil preescolar, y obteniendo índices de dificultad para cada concepto del test (Oliveras 1984). Los resultados de ambos estudios junto al análisis de contenido de las relaciones entre los juegos con potencialidad matemática y científica y los ítems del test citado, nos han permitido crear un instrumento de evaluación de las capacidades matemáticas y científicas infantiles, que mostramos aquí.

Palabras clave: Aprendizaje a través de juegos, Etnomatemáticas, Evaluación, Educación Primaria, Test Boehm

Instrumento para avaliar as competências matemáticas e científicas dos alunos que iniciam o Ensino Fundamental, por meio de jogos

Resumo

Este artigo mostra uma investigação cujo resultado é um instrumento único de avaliação educacional, a ser aplicado a crianças que iniciam o Ensino Fundamental, composto por 40 jogos tradicionais para crianças, utilizados como ferramenta de avaliação e pelos 50 itens do teste de Conceitos Básicos de Boehm (Boehm, 1983), tomado como conteúdo para a avaliação de habilidades matemáticas e científicas de crianças de 5 a 6 anos. O estudo foi realizado em Granada (Espanha) entre os anos de 2018 e 2020. Supõe-se que haja habilidades matemáticas e científicas nos jogadores, o que pode ser revelado quando jogos com potencial matemático e científico são jogados, com rigor e sucesso. Para determinar isso, foi realizada a análise de um conjunto de jogos tradicionais pertencentes a diferentes culturas e países do mundo, sob uma perspectiva etnomatemática. O potencial matemático e científico dos jogos foi analisado, através de uma análise de conteúdo das regras do jogo e uma análise etnográfica dos materiais e do contexto do jogo, estabelecendo um catálogo de 40 jogos válidos para aprender e avaliar matemática e ciências

enquanto são jogadas. Uma amostra de 4 jogos com altas potencialidades foi selecionada e foi realizado um estudo de caso, cujos resultados validaram o catálogo. Por outro lado, o teste de Boehm foi analisado quando foi introduzido na Espanha, encontrando em todos os seus itens conteúdo matemático, típico do pensamento infantil pré-escolar, e obtendo índices de dificuldade para cada conceito do teste (Oliveras, 1984). Os resultados de ambos os estudos, juntamente com a análise de conteúdo das relações entre jogos com potencial matemático e científico e os itens do teste mencionado, permitiram criar um instrumento para avaliar as habilidades matemáticas e científicas das crianças, que mostramos aqui.

Palavras chave: Aprendizagem através de jogos, Etnomatemática, Avaliação, Ensino Fundamental, Teste de Boehm.

Instrument to evaluate mathematical and scientific competences of the students who start Primary Education, through games

Abstract

This article shows an investigation whose result is a unique educational evaluation instrument to apply to children starting Primary Education, made up of 40 traditional children's games, taken as an evaluation tool and the 50 items of the Boehm test of Basic Concepts (Boehm, 1983), taken as content for the evaluation of mathematical and scientific skills of children from 5 to 6 years old. The study was carried out in Granada (Spain) between the years 2018 and 2020. It is assumed that there are mathematical and scientific abilities in the players, which can be demonstrated when games with mathematical and scientific potential are played, with rigor and success. To determine these, the analysis of a set of traditional games belonging to different cultures and countries of the world was carried out, from an ethnomathematical perspective. The mathematical and scientific potential of the games were analyzed, through a content analysis of the game rules and an ethnographic analysis of the materials and the context of the game, establishing a catalog of 40 valid games to learn and evaluate mathematics and science by being played. A sample of 4 games with high potentialities was selected and a case study was carried out, the results of which validated the catalog. On the other hand, the Boehm test had been analyzed when it was introduced in Spain, finding in all its items mathematical content, typical of preschool childhood thinking, and obtaining difficulty indices for each concept of the test (Oliveras, 1984). The results of both studies together with the content analysis of the relationships between games with mathematical and scientific potential and the items of the aforementioned test, have allowed us to create an instrument for evaluating children's mathematical and scientific abilities, which we show here.

Keywords: Learning through games, Ethnomathematics, Evaluation, Primary Education, Boehm test.

Introducción

El juego es un elemento esencial en la vida de cualquier persona. No solo nos aporta diversión, entretenimiento y una serie de valores positivos, sino que también puede ser un gran recurso de enseñanza y sobre todo un método de aprendizaje. Esta concepción toma aún más relevancia durante las primeras etapas educativas, donde el alumnado requiere de una serie de dinámicas que le faciliten el aprendizaje, la atención y también en gran medida, la motivación. Teniendo estas ideas en mente, es necesario destacar el punto de vista ofrecido por Morris, Croker,

Zimmerman, Gill y Romig (2013). Estos autores ponen de manifiesto cómo, a pesar de su importancia en la sociedad actual y futura, con frecuencia, las destrezas asociadas al pensamiento científico y matemático no se desarrollan en las aulas, por lo que deben ser favorecidas a través de herramientas educativas y culturales, como son los juegos. Por ello, con esta investigación, también se pretende desterrar la creencia de que las matemáticas y las ciencias son materias aisladas del contexto social y de las metodologías lúdicas, generando en los estudiantes una actitud negativa hacia ellas.

En las próximas líneas nos centraremos en el juego como actividad cultural y, sobre todo, educativa, apoyándonos en los principios del aprendizaje lúdico y basado en juegos (Resnick, 2004; Kangas, 2010), con especial interés en su repercusión sobre la educación científica y matemática (Bergen, 2009; Chang, 2013; Vázquez-Alonso y Manassero-Mas, 2017). Tal y como afirmaba Piaget (1973), todo pensamiento surge de acciones y los conceptos matemáticos tienen su origen en los actos que el niño lleva a cabo con los objetos, de tal manera que los actos comienzan a ser interiorizados dando lugar a un conocimiento práctico. Es decir, la práctica del juego puede generar en el alumnado la creación de una serie de habilidades o competencias que desarrollen el pensamiento matemático y científico. Entendemos por competencia la pericia, aptitud o idoneidad para hacer o desarrollar actividades, es una capacidad activa para desempeñar tareas con éxito, que construye al propio sujeto humano.

Tomando estas ideas como referencia, queremos plantear que una de nuestras preocupaciones de investigación es destacar la importancia del juego en la educación, en este caso como factor determinante para la adquisición de competencias matemáticas y científicas, siendo a su vez el juego, un elemento que fomenta el desarrollo de las capacidades sociales y personales del sujeto, tanto como sus capacidades matemáticas y científicas.

El otro interrogante que nos asalta, es cómo se pueden poner de manifiesto esas capacidades para tener una evaluación de cada niño al finalizar la etapa de Educación Infantil de cara al inicio de la Educación Primaria. La respuesta ha sido: a la hora de jugar; mediante la práctica de juegos podemos observar las destrezas, conceptos y competencias que poseen. Jugando y mediante otros procesos de aprendizaje, han llegado a lograr diversas capacidades y jugando podemos apreciar cuáles son estas. Algo que también se plantearon Rosas, Ceric, Aparicio, Arango, Arroyo, Benavente, Escobar, Olgúin, Pizarro, Ramírez, Tenorio y Véliz en 2015, preguntándose si era posible evaluar por medio de juegos dominios cognitivos en niños que atraviesan los primeros años de educación formal.

Por ello el objeto de estudio es elaborar un instrumento que permita evaluar ciertas competencias matemáticas y científicas, logradas por el alumnado al finalizar la Educación Infantil o al iniciar la Educación Primaria, mediante el uso de determinados juegos, en conjunción con otro elemento diseñado por Ann E Boehm para manifestar aprendizajes infantiles: el “Test Boehm de Conceptos Básicos” (Boehm, 1971, 1980, 2012), que fue estudiado por Oliveras (1984), demostrando su relación con conceptos y procesos matemáticos. En aquellos años se realizaron otros estudios interesantes sobre este test, como los de Narváez,(1987) y Powers, (1986).

Fundamentación teórica

Tratando de establecer un recurso apto para evaluar capacidades matemáticas iniciales es importante conocer el concepto al que nos referimos cuando hablamos de evaluación, en este caso, citando a Gil (1999) que consideraba la evaluación como una serie de reglas sociales de validación que tienen que ver con las disciplinas del conocimiento, buscamos apoyo en dos elementos clave: la importancia de las investigaciones previas sobre evaluación, y el juego, con sus reglas sociales, como método de aprendizaje. Complementa este marco de fundamentos teóricos la Etnomatemática, paradigma desde el cual enfocamos nuestra investigación.

Durante los años ochenta, el tema de la evaluación de la calidad de la Educación Infantil y su influencia en el desarrollo del alumnado, motivó numerosas investigaciones que planteaban instrumentos para evaluarla. En el caso de España, es destacable el estudio realizado en Sevilla (Lera-Rodríguez, 1994) donde se aplicó en todo el alumnado el test de Preescolar (De la Cruz, 1988). Este test ofrecía diferentes medidas sobre el vocabulario, conceptos matemáticos, memoria auditiva, discriminación visual, orientación espacial, y coordinación motriz. (Lera-Rodríguez, 2007). Por otro lado, también se ha comprobado que cuando se ha relacionado el rendimiento de los niños, con la calidad del aula, medida mediante el instrumento: Early Childhood Environmental Rating Scale (ECERS), (Harms y Clifford, 1980), el test de conceptos matemáticos es el que muestra más y mejor que dicha calidad de la enseñanza y el rendimiento infantil se relacionan. Lo cual, nos indica que las aulas con calidad, en las cuales se realizan actividades lúdicas, dinámicas y creativas, favorecen el desarrollo de capacidades matemáticas en el alumnado. Todo ello, presenta la misma idea que plantearon Barba-Martín y López-Pastor en 2017, y De Castro Hernández en 2007, cuyos estudios pretenden ampliar una vía de trabajo que permita instaurar procesos de Evaluación Formativa y compartida en las aulas de Educación Infantil, así como instaurar propuestas educativas de calidad para Educación Infantil, basadas en

la idoneidad didáctica. En este sentido, la mayoría de autores coinciden en la necesidad de realizar una evaluación a edades tempranas con el fin de mejorar la calidad educativa.

De acuerdo con esta necesidad de educación de calidad y esta forma de propiciarla, proponemos que la evaluación debe hacerse a través de diferentes fuentes de información e instrumentos de evaluación, entre los que se cuentan cuestionarios con preguntas abiertas, cuestionarios de opción múltiple, conversaciones, bitácoras o diarios y portafolios (National Council of Teachers of Mathematics NCTM, 2000; Garrison y Ehringhaus, 2008 y Gómez, 2007). Por otro lado, el National Council of Teachers of Mathematics (2000), presenta cinco estándares de procesos para favorecer la comprensión y el uso de los contenidos en diversos contextos significativos, siendo estos: la resolución de problemas, el razonamiento y la prueba, la comunicación, las conexiones y la representación. Todos ellos, elementos presentes a su vez en el juego.

Por otro lado, podemos afirmar que el juego es un elemento que favorece el aprendizaje ya que el aprendizaje se desarrolla mediante una acción y el juego lo es, pues Huizinga (1968), (citado en Toro 2013), indica que el juego es una acción y ocupación libre, que se desarrolla dentro de unos límites temporales y espaciales determinados, y Piaget (citado por Ruiz, 2005) propone que el aprendizaje se apoya en la acción del sujeto que aprende, o que juega. Teniendo estas ideas en mente, es importante destacar el origen de esta tendencia, que pretende innovar dentro del ámbito educativo, proponiendo el juego como metodología.

Durante finales del siglo XX y principios del XXI, la creatividad ha tenido un papel creciente en la educación (Craft, 2008). Enseñar de manera creativa significa adoptar enfoques imaginativos para hacer el aprendizaje más interesante, emocionante y efectivo (National Advisory Committee on Creative and Cultural Education, 1999). Por ello, el aprendizaje basado en juegos (Game-based Learning o GBL, en inglés) es una buena opción para estimular este tipo de enseñanza creativa. El uso de juegos en el marco escolar puede tomar como finalidad la comprensión de conceptos o la mejora de técnicas –juegos de conocimiento–, o bien la adquisición de métodos de resolución de problemas –juegos de estrategia– (Corbalán, 1997 y Deulofeu, 2001). Zhao y Linaza (2015) destacan las ventajas del uso de juegos, en su análisis del impacto positivo en la capacidad de razonamiento de escolares de educación infantil que realizan juegos. Igualmente la aportación de Evans (2009), indicando que son los rendimientos en matemáticas y ciencias los que mejoran significativamente con este tipo de aprendizaje, lo que es clave en nuestra investigación.

Haciendo referencia al ámbito científico, se puede decir que el aprendizaje basado en juegos favorece el desarrollo del pensamiento, posibilitando aprendizajes significativos (Glenberg y

Robertson, 1999), también ponen de manifiesto una serie de habilidades asociadas al pensamiento lúdico, de tal forma que a través de los juegos se pueden abordar aspectos como planteamiento de objetivos y análisis de la situación actual, pasando por la divergencia o generación de ideas, hasta la convergencia en soluciones prácticas, por lo que no solo el pensamiento científico se ve “afectado” con este tipo de metodología, sino que permite además, romper las barreras y mejorar la comunicación en el grupo y generar nuevas ideas, visiones y estrategias. Es por tanto, una potente herramienta para trabajar el pensamiento innovador y desarrollar la creatividad (González-González, 2015). Además, el juego tiene una componente psicológica y muchos autores coinciden en que jugar resulta fundamental para el desarrollo de la personalidad del niño (Gallardo y Fernández, 2010; Gómez, 2012 y Montero, 2017 citados en Gallardo-López, 2018). A lo largo de la historia, el juego ha estado siempre presente en todas las culturas y sociedades, incluso en las más primitivas. Forma parte de la genética de la persona. Se nace, crece, evoluciona y vive con el juego (Paredes, 2003, p. 32). De forma que demuestra la evidencia de que esta metodología (Game based learning, GBL) rescata las componentes psicológica y social del juego para potenciar habilidades personales, valores culturales y sociales (Gros, 2000). Luego es necesario cierto control de las adquisiciones logradas por los niños, explicitarlas y relacionarlas con los currículos educativos, sin olvidar el poder educativo y evaluador del juego, como nos proponemos aquí.

Complementando este marco de fundamentos teóricos consideramos el enfoque desde la Etnomatemática como base imprescindible de nuestra investigación, ya que incide en el concepto de Matemáticas cuyas competencias pretendemos medir (Oliveras, 2006, 2005, 1996). Entendemos las matemáticas como un elemento triangular, con tres componentes indisociables: una ciencia formal, un producto social y cultural y un modelo personal de pensamiento (Oliveras, 2006), en esta investigación de corte Etnomatemático (Fernández- Oliveras, Oliveras, Albizu, 2014) tratamos de identificar ciertos componentes del modo personal de pensar de los estudiantes, tomando ciertos conceptos de la ciencia formal e introduciéndolos en el instrumento, que construimos siendo conscientes de su influencia sociocultural, en el sentido de estar constituido por juegos tradicionales de diversas culturas, con los que tratamos de observar cómo el modelo de pensamiento de cada niño incluye versiones personales de los conceptos científicos seleccionados.

Los juegos que incluimos en el instrumento han sido estudiados también desde un enfoque etnomatemático, detectando su poder de explicitación de elementos matemáticos (Espigares-Gámez et al 2019 y Fernández-Oliveras et al, 2019) con la intención de poderlos aplicar

después a la elaboración de “Microproyectos lúdicos” (MPL) para desarrollar aprendizajes matemáticos y científicos en contextos educativos formales (escuelas, institutos) y no formales (ludotecas, talleres, clubs). Por ello, definimos los microproyectos como propuestas didácticas interdisciplinarias que pretenden el desarrollo de competencias desde una perspectiva constructivista generando actividades basadas en signos relevantes para una o varias culturas (Fernández-Oliveras y Oliveras, 2015). En un microproyecto intervienen tanto elementos pre-activos, como son objetivos y contenidos, como otros elementos mediadores del aprendizaje, que son los contextos y recursos. De ahí su importancia, que reside en su respuesta a las necesidades, intereses y exigencias del desarrollo del niño y en que posibilita la intervención educativa. Según Delgado (2011), el método de proyectos, con carácter globalizador tiene en cuenta los conocimientos e intereses del alumnado, se basa en situaciones reales y es previamente planificado. Algo muy similar a lo establecido por Muñoz y Díaz (2009), quienes ponen de manifiesto la importancia de este tipo de aprendizaje como opción metodológica basada en la investigación-acción, cuyo objetivo es organizar los contenidos curriculares bajo un enfoque globalizador y significativo, relacionando los conocimientos escolares con los de la vida cotidiana.

Respondiendo así, a nuestra concepción de matemáticas etno y de educación mediante enculturación creativa, vivenciando los elementos científicos y matemáticos en contextos de la vida cotidiana y lúdicos, que hemos desarrollado en nuestras investigaciones previas (Espigares-Gámez, 2018).

Metodología

En el ámbito de las diferentes concepciones teóricas sobre el aprendizaje matemático temprano, se justifica la necesidad de contar con un instrumento de evaluación de los niveles de desarrollo matemático en alumnos y alumnas de Educación Infantil (Navarro-Guzmán et al., 2010). Por ello, tomando las ideas anteriores como referencia y base de nuestro estudio pretendemos materializarlas en forma de instrumento que permita conocer las capacidades matemáticas existentes en el alumnado que inicia Educación Primaria.

Como se ha comentado con anterioridad, para elaborar el instrumento se parte de dos elementos diferenciados, pero confluyentes y que se complementan. Por un lado tenemos nuestro propio catálogo de juegos, el cual fue obtenido como resultado de una revisión bibliográfica realizada entre los años 2018 y 2020, y un estudio de la muestra seleccionada mediante análisis de contenido, explicitando los elementos matemáticos que se incluyen en sus reglas de juegos y sus

elementos materiales: fichas, tableros, espacios, tiempos. Este análisis se inició con una serie de juegos tradicionales de la cultura jamaicana recopilados en un estudio anterior (Espigares-Gámez et al 2019 y Fernández-Oliveras et al, 2019) y posteriormente fue ampliado con el resto de juegos tradicionales de diversas culturas, obtenido también a través de una revisión bibliográfica y el análisis de la segunda muestra seleccionada (Fernández-Oliveras et al, 2019). De esta forma, se logró obtener un catálogo de 40 juegos tradicionales de todo el mundo, pertenecientes a diferentes países y culturas, y tras la realización de un análisis de las potencialidades matemáticas y científicas que se prevé serán activadas al ponerlos en práctica, mostraron tener en común que ponen de manifiesto una gran variedad de competencias matemáticas y científicas que cada juego requiere para ser jugado con éxito. Existen muchas coincidencias en los aprendizajes posibles de potenciarse durante su realización, a pesar de sus diferencias individuales.

Cabe puntualizar que muchos juegos provienen de un lugar pero se diseminan por el mundo, siendo los lugares expresados en el cuadro (Cuadro 1, dividido en C1a, C1b, C1c, C1d, C1e, por su extensión) aquellos en los que se originaron, según las fuentes consultadas, y que suelen coincidir con países en que se practican actualmente. Entre los juegos mostrados hay siete europeos, seis americanos, tres africanos, uno asiático y uno de Oceanía, por lo que están representados los cinco continentes, para promover una educación intercultural con enfoque etnomatemático (Oliveras, 2005 y Espigares-Gámez et al., 2019).

En el citado estudio de los juegos, realizamos una parte teórica consistente en generar un nuevo sistema de clasificación de juegos, (Fernández-Oliveras et al., 2019) y otra práctica consistente en su aplicación a la selección de juegos de todo el mundo elaborada mediante revisión bibliográfica, (Fernández-Oliveras et al., 2019) con lo cual obtuvimos mucha información (tipo de juego: edad, cuerpo-mente, cantidad de jugadores, entorno interior- exterior, populares-tradicionales, competitivos, cooperativos, de rol, su origen, su potencial de desarrollo científico o matemático) sobre estos, que nos permite ahora convertirlos en un instrumento evaluador de competencias científicas y matemáticas, asociadas al test Boehm.

Los datos del estudio sobre el origen geopolítico de cada juego, sus materiales y las competencias matemáticas y científicas implicadas aparecen sintetizados en el Cuadro 1, se aporta web-grafía donde encontrar la descripción detallada de cada juego, (la numeración es la correspondiente al juego del Catálogo elaborado), presentado en este Cuadro 1:

Cuadro 1. C1a: Catálogo de juegos tradicionales analizados

Juegos tradicionales para desarrollar el pensamiento matemático-científico y su aplicación a propuestas didácticas integradas diseñadas desde una perspectiva Etnomatemática

Número y nombre del Juego	Origen o lugar de uso actual	Competencias matemáticas	Competencias científicas
1. ¿Qué hora es señor lobo? No materiales. Más de 3 jugadores	Inglaterra	Aritmética Estimación Números naturales Medida de distancias	Observación Formulación de hipótesis Evaluación de suposiciones Concepto de velocidad
2. 20-20 Baraja española de 40 cartas y 6 fichas para cada jugador. Jugadores 2 o más	España	Números naturales Orden. Aritmética Cálculo mental. Estimación. Estrategia Distribución del plano	Observación Formulación de hipótesis Planificación Control de los efectos de variables. Toma de decisiones
3. Ajutatut Pelota. Jugadores 4 o más	América del sur	Aritmética Cálculo mental Números naturales Resolución de problemas Situación espacial	Observación Planificación Formulación de hipótesis Evaluación de suposiciones Conceptos de dinámica

Cuadro 1. C1b: Catálogo de juegos tradicionales analizados (Continuación)

Número y nombre del Juego	Origen o lugar de uso actual	Competencias matemáticas	Competencias científicas
4. Awale Semillero como tablero y Semillas o fichas. Jugadores 2	Sur de África	Comparación Aritmética. Fracciones Cálculo mental Geometría. Medida. Resolución de problemas Uso de la lógica	Observación. Formulación de hipótesis. Planificación Control de los efectos de variables. Evaluación de suposiciones Toma de decisiones
5. Beggar my neighbour Baraja de póker. Jugadores, 2 o más	Jamaica	Números naturales Aritmética Patrones Coordinabilidad	Observación. Planificación Formulación de hipótesis Evaluación de suposiciones Conceptos de dinámica
6. Bluebird No materiales. Jugadores 3 o más	Jamaica	Probabilidad. Uso de lógica Resolución de problemas	Observación Planificación
7. Brown Girl in the ring No materiales. Jugadores 3 o más	Jamaica	Aritmética Cálculo mental Números naturales Resolución de problemas Situación espacial	Observación. Análisis Formulación de hipótesis Evaluación de suposiciones Medida de distancias Concepto de velocidad
8. Bruck rock Stone Piedra o pelota. Jugadores 3 o más	Jamaica	Patrones Resolución de problemas Sentido espacial Concepto de par	Observación. Planificación Formulación de hipótesis Evaluación de suposiciones Conceptos de dinámica
9. Bull inna pen No materiales. Jugadores 3 o más	Jamaica	Probabilidad Resolución de problemas Uso de la lógica Medida de distancias	Observación. Análisis Formulación de hipótesis Evaluación de suposiciones Concepto de velocidad
10. Buzz Fizz No materiales. Jugadores 2 o más	América del norte	Números naturales. Patrones Aritmética. Coordinabilidad	Observación Planificación
11. Cierra la caja (shut the box). Caja con pestañas del 1 al 10 y dado. Jugadores 2 o más	Australia	Estimación. Aritmética Números naturales Cálculo mental Probabilidad. Patrones. Uso de la lógica	Observación. Análisis Formulación de hipótesis Evaluación de suposiciones Predicción Elaboración de conclusiones

Juegos tradicionales para desarrollar el pensamiento matemático-científico y su aplicación a propuestas didácticas integradas diseñadas desde una perspectiva Etnomatemática

12. Chinese skip Goma elástica. Jugadores 3 o más	Jamaica	Números naturales. Probabilidad Interpretación de códigos	Observación. Planificación. Formulación de hipótesis. Evaluación de suposiciones
13. Damas chinas Tablero de 6 puntas fichas de 6 colores. De 2 a 6 jugadores	Alemania	Categorización. Creatividad Estrategia. Uso de la lógica Control de variables Ángulos. Medida	Observación. Predicción. Análisis. Planificación Evaluación de suposiciones Toma de decisiones

Continúa...

Cuadro 1. C1c: Catálogo de juegos tradicionales analizados (*Continuación*)

Número y nombre del Juego	Origen o lugar de uso actual	Competencias matemáticas	Competencias científicas
14. Dandy Shandy Pelota. 6 jugadores o más, en dos equipos.	Jamaica	Organización y distribución espacial. Vectores Direcciones en el espacio	Observación. Análisis Formulación de hipótesis Predicción. Fuerza
15. Daruma Otoshi Jugadores 2	Japón	Número natural. Vectores Resolución de problemas	Observación. Planificación Uso de la lógica
16. Dog n' bone Pañuelo. 6 jugadores o más, en dos equipos	Jamaica	Categorización. Estrategia Uso de lógica. Ángulos. Medida de distancia	Observación. Análisis Formulación de hipótesis Concepto de velocidad
17. Domino (Versión French) Fichas de dominó. Jugadores 2 o más	Jamaica	Estimación. Números naturales. Lado y rectángulo Patrones. Probabilidad Resolución de problemas Uso de la lógica	Observación Predicción. Análisis Formulación de hipótesis Evaluación de suposiciones Elaboración de conclusiones
18. Fanorona Tablero y fichas. Jugadores 2	Madagascar	Comparación. Estimación Patrones. Probabilidad Resolución de problemas Uso de la lógica Uso de la creatividad	Observación. Predicción Formulación de hipótesis. Planificación. Toma de decisiones. Control de los efectos de variables Elaboración de conclusiones
19. Farmers in the dell No materiales. Jugadores 2 o más	Jamaica	Comparación. Estimación Dirección en el espacio Vectores Resolución de problemas	Observación. Planificación Formulación de hipótesis Evaluación de suposiciones Concepto de fuerza
20. Follow the arrow Tablero y fichas. Jugadores 2	Jamaica	Números naturales Probabilidad	Observación Planificación
21. Gig spinning Peonza. Jugadores 2 o más	Jamaica	Números naturales Probabilidad	Observación. Planificación Formulación de hipótesis Evaluación de suposiciones
22. Hide an 'seek No materiales. Jugadores 2 o más	Jamaica	Números naturales Probabilidad Medida de distancias	Observación. Análisis Formulación de hipótesis Evaluación de suposiciones Concepto de velocidad

Juegos tradicionales para desarrollar el pensamiento matemático-científico y su aplicación a propuestas didácticas integradas diseñadas desde una perspectiva Etnomatemática

23. Hopscatch Piedra. A partir de 1 jugador	Jamaica	Aritmética. Cálculo mental Estimación. Probabilidad Números naturales. Patrones Resolución de problemas	Observación. Planificación Formulación de hipótesis Evaluación de suposiciones Interpretación de códigos
--	---------	--	---

Continúa

Cuadro 1. C1d: Catálogo de juegos tradicionales analizados (*Continuación*)

Número y nombre del Juego	Origen o lugar de uso actual	Competencias matemáticas	Competencias científicas
24. Hundir la flota Tablero de juego y fichas o papel y lápiz. Jugadores 2	América del norte	Coordenadas. Par ordenado. Estrategia. Creatividad. Números naturales. Lado. Uso de la lógica	Observación. Recopilación de datos. Formulación de hipótesis. Planificación. Evaluación de suposiciones. Tomar decisiones
25. La Mamba No materiales. Jugadores 4 o más	Norte de África	Patrones Resolución de problemas Sentido espacial Concepto de par	Observación. Planificación Formulación de hipótesis Evaluación de suposiciones Interpretación de códigos
26. Loodi Tablero y fichas. Jugadores 4	Jamaica	Aritmética. Cálculo mental Estimación. Probabilidad Números naturales. Patrones Resolución de problemas Uso de la lógica Uso de la creatividad	Observación. Planificación Formulación de hipótesis. Predicción. Control de los efectos de variables. Evaluación. Elaboración de conclusiones Toma de decisiones
27. Marbles Canicas. Jugadores 2 o más	Jamaica	Comparación. Estimación Dirección en el espacio Vectores Resolución de problemas	Observación. Análisis. Predicción. Formulación de hipótesis. Evaluación. Elaboración de conclusiones
28. Mijnlieff. Tablero cuadrado y 8 fichas de distinto color para cada uno de los 2 jugadores	Norte de Escandinavia	Simetría. Categorización Direcciones en el plano Ángulos. Medidas Figuras geométricas. Resolución de problemas	Observación. Análisis Formulación de hipótesis Planificación Elaboración de conclusiones Uso de la creatividad
29. Molino de 9 Fichas y tablero cuadrado. Jugadores 2	Imperio Romano	Cálculo mental. Estimación Razonamiento. Estrategia Distribución del espacio plano	Observación. Análisis. Planificación. Formulación de hipótesis. Control de los efectos de variables. Tomar decisiones. Elaboración de conclusiones
30. Morra. Manos. Jugadores 2	España	Números naturales Probabilidad	Observación Predicción. Formulación de hipótesis
31. Mummy Lashy No materiales. Jugadores 2	Jamaica	Simetría. Observación. Planificación. Resolución de problemas	Observación. Planificación. Formulación de hipótesis. Evaluación de suposiciones

Juegos tradicionales para desarrollar el pensamiento matemático-científico y su aplicación a propuestas didácticas integradas diseñadas desde una perspectiva Etnomatemática

32. My mother, your mother. No material. Jugadores 2	Jamaica	Simetría Resolución de problemas	Observación. Planificación. Formulación de hipótesis. Evaluación de suposiciones
---	---------	----------------------------------	--

Continúa

Cuadro 1. C1e: Catálogo de juegos tradicionales analizados (*Continuación*)

Número y nombre del Juego	Origen o lugar de uso actual	Competencias matemáticas	Competencias científicas
33. Pajaritos (o 31) Baraja española. Jugadores 2 o más	Venezuela	Números naturales. Patrones Aritmética. Cálculo mental Estimación. Probabilidad Resolución de problemas Uso de la lógica	Observación. Recopilación de datos. Análisis. Predicción Formulación de hipótesis Evaluación de suposiciones Toma de decisiones
34. Pasar por el aro Aros. Jugadores 4 o más	El Salvador	Distribución del espacio. Resolución de problemas Uso de la lógica	Observación. Planificación Formulación de hipótesis Evaluación de suposiciones
35. Pass di ball Pelota. Jugadores 2 o más	Jamaica	Coordenadas. Par ordenado Números naturales Estrategia. Uso de la lógica	Observación. Planificación Formulación de hipótesis Evaluación de suposiciones
36. Pass round donkey (Burro) No materiales. Jugadores 2 o más	Jamaica	Categorización. Estrategia Uso de la lógica Control de variables Ángulos. Medida	Planificación. Evaluación. Predicción. Elaboración de conclusiones. Uso de la creatividad. Toma de decisiones
37. Rayuela Piedra y suelo. A partir de 1 jugador	Sur de Europa	Estimación de distancias Números naturales Distribución del espacio	Observación. Planificación Formulación de hipótesis Evaluación de suposiciones
38. River bank game No materiales. Jugadores 4 o más	Jamaica	Direcciones en el plano Ángulos. Medidas Formas geométricas. Lado Interpretación de códigos	Observación Formulación de hipótesis. Planificación Evaluación de suposiciones
39. Sacá yunya Piedras o semillas. Jugadores 3 o más	Perú	Comparación. Estimación Dirección en el espacio Vectores Resolución de problemas	Observación. Formulación de hipótesis. Planificación. Control. Evaluación de suposiciones Concepto de fuerza
40.S-T-O-P Pelota. Jugadores 3 o más	Jamaica	Coordenadas. Números naturales. Estrategia Uso de la lógica Uso de la creatividad	Observación. Planificación. Predicción. Formulación de hipótesis. Elaboración de conclusiones. Toma de decisiones

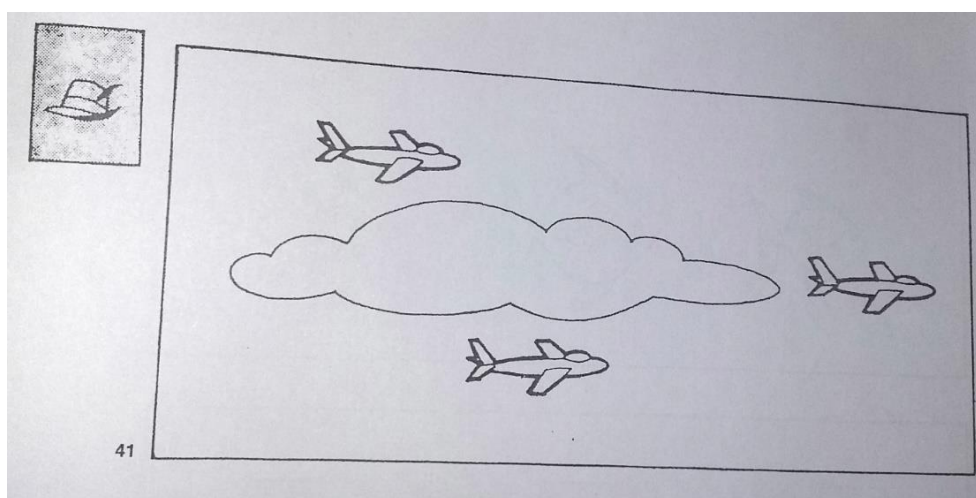
Variables que se exponen: origen o lugar de uso actual y competencias matemáticas y científicas que cada juego requiere para ser jugado con éxito. (Fuente: Elaboración propia de las autoras).

Se toman los juegos presentados sucintamente en este Cuadro 1 para elaborar el instrumento de evaluación, se pueden consultar más detalles de la dinámica de dichos juegos en las páginas webs

incluidas en la webgrafía del final de este documento.

Por otro lado, se toma como referencia el test Boehm. Este instrumento creado por Ann Boehm en 1967, fue elaborado para apreciar el dominio que los niños poseen de cierto número de conceptos que parecen fundamentales para la escuela durante los primeros años (Boehm, 2000). Los conceptos seleccionados se desarrollan desde muy temprana edad y resultan esenciales para la adquisición posterior de conceptos más complejos (Boehm, 2012). El test, consta de 50 ítems, uno para cada concepto, tiene un formato gráfico constituido por dibujos trazados sobre papel blanco representando situaciones en las que se involucra un concepto, las representaciones de cada ítem se presentan repartidas en dos cuadernillos, cada uno de 25 ítems, que se implementan mediante preguntas orales relacionadas con cada dibujo, realizadas en grupo a los niños por un adulto, un ejemplo de ítems y sus preguntas se muestra en las figuras 1, 2, 3, 4.

Figura 1: Representación de uno de los ítems más fáciles. Ítem 41 "Por encima"



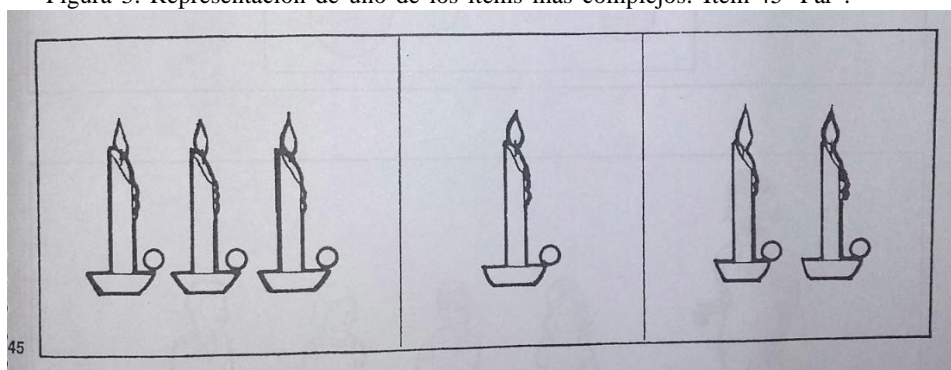
Fuente: Test Boehm

Figura 2: Instrucción oral de uno de los ítems más fáciles. Ítem 41 "Por encima".

41. "FIJAOS EN LA NUBE Y LOS AVIONES. MARCAD EL AVIÓN QUE VA POR ENCIMA DE LA NUBE ... MARCAD EL AVIÓN QUE VA POR ENCIMA DE LA NUBE."

Fuente: Test Boehm

Figura 3: Representación de uno de los ítems más complejos. Ítem 45 "Par".



Fuente: Test Boehm

Figura 4: Instrucción oral de uno de los ítems más complejos. Ítem 45 "Par".

45. "FIJAOS EN LOS CUADROS DONDE HAY VELAS DIBUJADAS. MARCAD EL CUADRO DONDE HAY UN PAR DE VELAS ... MARCAD EL CUADRO DONDE HAY UN PAR DE VELAS."

Fuente: Test Boehm

Este instrumento, diseñado en Estados Unidos y validado en España en los años ochenta, que mediante un estudio realizado por Oliveras (1984) fue considerado válido para detectar capacidades matemáticas establecidas en el currículo escolar de Educación Infantil español, pensamos que tiene el valor de haber seleccionado rigurosamente 50 contenidos matemáticos básicos de carácter universal o común a todas las culturas.

Este test, también aclara cómo establecer y llevar a cabo programas de evaluación del desarrollo, de base amplia (Brassard y Boehm, 2007). Es decir, el test de conceptos básicos evalúa los conceptos fundamentales para poder seguir las instrucciones del profesor, así como para desarrollar actividades lingüísticas y matemáticas, entre otras actualmente denominadas STEAM (Boehm, 2012).

En el citado estudio de la relación de los ítems del test Boehm con elementos de las matemáticas escolares, en el punto 5.2, se mostró que "todos los ítems del test se refieren a conceptos básicos matemáticos" (Oliveras, 1984, p.118). También se observó que los tres bloques temáticos de matemáticas del currículo de Educación Infantil de entonces, denominados 'Programas Renovados', consistentes en: Lógica, relaciones, orden y equivalencia; Espacio, regiones, situaciones y referencias; Números, cantidades y medida, estaban representados en el test, aunque con diferente extensión, respectivamente 12, 21 y 17 ítems, es decir el 24%, el 42% y el 34% del total de los ítems. La tabla 1 recoge los datos de Oliveras 1984 (pp.119, 120):

Tabla 1

Índices de dificultad I.D. de cada ítem del Test Boehm, definidos en % de aciertos.

DATOS OBTENIDOS AL APLICAR EL TEST BOEHM EN GRANADA, 1983.			
(INFANTIL, N=273) (PRIMERO, N=623)			
ITEM	CONCEPTO	INFANTIL N=273 _I.D. %	PRIMERO E.G.B. N=623 _I.D.%
1	Arriba	86,81	91,81
2	A través	82,05	89,24
3	Lejos	83,88	89,72
4	Junto a	91,57	95,82
5	Dentro	94,87	95,98
6	Algunas, pero pocas	92,30	95,34
7	Medio	92,67	97,75
8	Pocas	78,02	82,50
9	Más lejos	93,40	98,07
10	Alrededor	93,97	97,11
11	Encima	95,98	97,91
12	Más ancha	46,88	52,00
13	Más	83,51	92,13
14	Entre	84,61	78,65
15	Entera	98,53	97,75
16	Más cerca	91,94	97,59
17	Segundo	82,78	94,54
18	Esquina	79,12	87,31
19	Varios	86,08	95,96
20	Detrás	90,10	95,18
21	Fila	84,24	86,31
22	Diferente	63,36	78,65
23	Después	67,76	61,79
24	Casi	71,79	80,09
25	Mitad	75,82	86,03
26	Centro	80,95	90,36
27	Tantas	80,21	87,80
28	Lado	73,62	70,30
29	Empezado	57,87	65,97
30	Otro	80,58	89,88
31	Semejante	62,27	65,00
32	Ni primero ni último	88,64	90,85
33	Nunca	85,34	85,23
34	Debajo	95,23	96,95
35	Hace pareja	65,56	76,24
36	Siempre	79,85	82,98
37	Tamaño mediano	87,17	90,69
38	Derecha	61,90	74,15
39	Delante	69,23	78,00
40	Cero	78,75	91,33
41	Por encima	91,47	98,07
42	Cada	73,99	70,46
43	Separadas	83,51	87,64
44	Izquierda	62,63	71,74
45	Par	43,58	25,68
46	Saltarse	50,91	75,28
47	Igual	63,03	75,28
48	En orden	52,38	69,18
49	Tercero	45,05	43,33
50	Menos	74,35	90,20

Se consideran Idóneos para la edad y nivel escolar los ítems cuyo I.D. es superior al 70%, y difíciles omuy difíciles aquellos de I.D. inferior, que aparecen coloreados en la tabla. (Fuente: Oliveras, 1984)

Se estudió el índice de dificultad de cada ítem, en términos de % de aciertos en las dos muestras de alumnado de Preescolar y 1º de Primaria, obteniéndose los resultados expuestos. Se han coloreado, en dicha Tabla 1, los ítems que resultaron no idóneos, o sea difíciles (50%-70% de aciertos) o muy difíciles (I.D. inferiores al 50%), en cada muestra o nivel escolar, que por su menor tanto por ciento de aciertos requieren una especial atención en las actividades de aprendizaje, o bien en el momento de su evaluación, siendo conveniente comprobar su logro mediante varios elementos de control, ya que pudiera depender su éxito del instrumento evaluador. Los restantes ítems muestran porcentajes elevados de acierto y son conceptualizados como conceptos básicos que resultan fáciles (80%-90%) o muy fáciles (90% de aciertos en adelante).

Se puede observar que algunos ítems tienen un I.D. más bajo en primero de Primaria que en Educación Infantil (Tabla 2), ocurriendo esto en cinco ítems idóneos y en tres difíciles, lo que indica que esta diferencia de porcentaje de aciertos no es imputable a la dificultad de los conceptos medidos. Las diferencias son poco significativas sin embargo ponen de manifiesto una realidad captada por el profesorado: el efecto vacaciones produce en los niños olvidos o disminución de la atención escolar, ya que las pruebas del test se efectuaron al final del curso en Infantil y al comienzo del curso en Primaria, mediando las vacaciones de verano, las más largas en el calendario escolar español. También puede ocurrir que algunos niños de primer curso de Primaria no hayan tenido escolarización en Infantil, ya que no era obligatoria en esa fecha.

Tabla 2

Ítems que tienen un I.D más bajo en Primero de Educación Primaria que en Educación Infantil

ÍTEM	CONCEPTO	INFANTIL N=273 _ I.D. %	PRIMERO E.G.B. N=623 _I.D.%
14	Entre	84,61	78,65
15	Entera	98,53	97,75
23	Después	67,76	61,79
28	Lado	73,62	70,30
33	Nunca	85,34	85,23
42	Cada	73,99	70,46
45	Par	43,58	25,68
49	Tercero	45,05	43,33

Se consideran Difíciles los ítems cuyo I.D. es inferior al 70%, que aparecen coloreados en la tabla 2, siendo más difíciles en primero de Primaria que al finalizar Infantil. (Fuente: Oliveras1984)

El test Boehm presenta a nuestro entender un fallo grave consistente en pretender evaluar mediante representaciones planas realidades que son tridimensionales, en una edad en que los niños no tienen construido el espacio proyectivo, lo que condiciona las interpretaciones de dibujos que tratan de representar el mundo tridimensional en que vivimos.

En Oliveras 1984, (pp.116) también se indica que hay que realizar una revisión completa del test ya que presenta serias dificultades en cuanto a la forma de implementarlo pues requiere explicaciones orales acordes con las fichas que presentan una situación representada de forma gráfica y estos dos elementos ya no son tan universales ni independientes del énfasis del encuestador. Por estos motivos hemos ido concibiendo la idea de elaborar una alternativa a los aspectos oral y gráfico del test, manteniendo los conceptos a evaluar, y hemos llegado a concluir que el mejor recurso para esa alternativa son los juegos.

Combinando estos dos elementos: Test Boehm y Catálogo de juegos, mediante un análisis de contenido que permita el establecimiento de relaciones recíprocas, se pretende conocer qué ítems del test poseen los juegos seleccionados, como ‘potencial de desarrollo matemático’, incluido en lo que llamamos potencial de desarrollo STEAM (PDS) y que está concebido dentro del pensamiento matemático-científico (Fernández-Oliveras, Espigares- Gámez y Oliveras, 2020). Con el fin de afirmar que se dominan los conceptos matemáticos del test que han resultado asociados a su PDS (Fernández-Oliveras y Oliveras, 2014, 2015; Espigares-Gámez, Fernández-Oliveras y Oliveras, 2019).

Realizamos ambos análisis de contenido, de los juegos en las investigaciones previas citadas y del test en esta, mediante estudio de los aspectos matemáticos de las interrogantes orales y de las representaciones pictóricas, de modo que puedan ser puestas en relación con un solo concepto y establecimos las relaciones pertinentes entre ambas componentes, test y catálogo de juegos, obteniendo unas relaciones múltiples muy prometedoras de cara a la evaluación de las capacidades infantiles, la representación de estas relaciones se presenta en el cuadro 2, como resultados, a continuación.

En último lugar hay que hacer constar que somos conscientes de que en el estudio de los juegos establecimos habilidades, destrezas o competencias matemáticas y científicas, y no conceptos o contenidos, que estuvieran implícitos en la práctica de los juegos. Mientras que el test trata de conceptos. Sin embargo no existe disidencia al relacionarlos, ya que consideramos que el dominio de un concepto por un niño no se explicita mediante declaraciones definitorias

del mismo, sino a través de destrezas, habilidades o competencias, que son observables, y que involucren a dicho concepto.

En este sentido consideramos que hay una relación inclusiva de los conceptos en las habilidades y destrezas y de estas en las competencias, que es conveniente establecer sucintamente, indicando lo que significan para nosotros. Creemos que las competencias son un conjunto de destrezas, habilidades, conocimientos y actitudes propias de una persona, que se movilizan conjuntamente para lograr una acción eficaz.

Este concepto que surgió en el ámbito laboral, pasó al didáctico, donde una de las concepciones es la del enfoque socioeducativo, en el que se plantea una competencia como una actuación integral para identificar, interpretar, argumentar y resolver problemas del contexto con idoneidad y compromiso ético, articulando el saber ser, el saber hacer y el saber conocer (García Fraile y Tobón, 2009).

También las competencias son entendidas como un saber hacer en situaciones concretas que requieren la aplicación creativa, de conocimientos, habilidades y destrezas (Delors, 1996). Para Perrenoud: ‘El concepto de competencia se refiere a la manera que permite hacer frente, regular y adecuadamente, a un conjunto de tareas y de situaciones, haciendo apelación a las nociones, los conocimientos, a las informaciones, a los procedimientos, los métodos, las técnicas y también a las otras competencias más específicas’ (Perrenoud, 2008, p. 3).

En nuestro caso las competencias son específicamente matemáticas y científicas por lo que incluyen conceptos, procedimientos y actitudes propias de las ciencias experimentales y de las matemáticas.

Resultados y discusión

Aclarada la inclusión de los conceptos en las competencias, aludimos a que hemos establecido el conjunto de conceptos y competencias matemáticas y científicas que reúne el conjunto de juegos (presentados en el Cuadro 1), según los estudios previos realizados sobre ellos.

En el presente estudio hemos clasificado los conceptos y competencias matemáticas y científicas en bloques correspondientes a distintos campos de las matemáticas, y asignado a cada elemento matemático o científico los ítems del test que corresponden a ese campo. Es decir en el siguiente cuadro (Cuadro 2), mostramos el resultado del análisis de contenido de las relaciones entre los ítems del test y las competencias de los juegos, lo que nos permite establecer qué juegos

pueden evaluar cada ítem, por tener afinidad de campo conceptual, siendo esta relación el fundamento del instrumento evaluador.

El instrumento evaluador está constituido por:

1. El Cuadro 3, dividido en Cuadro 3a y Cuadro 3b, (su extensión obliga a dividirlo) que muestra la relación de los ítems con los juegos del catálogo elaborado;
2. El Protocolo de observación, la Ficha de reflexión y la Rúbrica de valoración, que son los recursos diseñados para hacer operativa la aplicación del cuadro 3.

Cuadro 2: Competencias matemáticas y científicas del conjunto de juegos agrupadas en Campos, e ítems del test Boehm que corresponden a cada Campo

Competencias matemáticas y científicas /Ítems	Ítems del Test Boehm	
<p>Campo Numérico: Aritmética: 6, 8, 19 Coordinabilidad: 27, 42 Estimación: 13, 24 Números naturales: 40 Medida: 37, 50 Medida de distancias: 12, 16 Fracciones: 7, 15, 25 Concepto de par: 35, 42, 45</p> <p>Campo Lógico: Uso de la lógica Comparación: 22 Patrones: 48 Interpretación de códigos: 33 Orden: 17, 21, 23, 29, 32, 46, 49 Categorización: 30, 31, 33, 36, 47</p> <p>Campo Espacial y Geométrico: Sentido espacial: 1, 2 Dirección en el espacio. Vector: 38, 39, 44 Situación espacial: 3, 4, 5, 9, 11, 20, 34, 41 Distribución del espacio: 10, 14, 43 Figuras geométricas, elementos: 18, 26, 28</p> <p>Campo Científico-experimental Conceptos de dinámica: 39, 41, 46 Concepto de fuerza (y dirección): 2 Observación: todos los ítems Análisis: todos los ítems Toma de decisiones: todos los ítems</p>	1. Arriba 2. A través 3. Lejos 4. Junto a 5. Dentro 6. Alguna, pero pocas 7. Medio 8. Pocas 9. Más Lejos 10. Alrededor 11. Encima 12. Más ancha 13. Más 14. Entre 15. Entera 16. Más cerca 17. Segundo. 18. Esquina 19. Varios 20. Detrás 21. Fila 22. Diferente 23. Después 24. Casi 25. Mitad 26. Centro	27. Tantas 28. Lado 29. Empezando 30. Otro 31. Semejante 32. Ni primero, ni último 33. Nunca 34. Debajo 35. Hace pareja 36. Siempre 37. Tamaño mediano 38. Derecha 39. Adelante 40. Cero 41. Por encima 42. Cada 43. Separadas 44. Izquierda 45. Par 46. Saltarse 47. Igual 48. En orden 49. Tercero 50. Menos

Conceptos y competencias matemáticas y científicas clasificados en los siguientes campos: Numérico, Lógico, Espacial y Geométrico, Científico-experimental. Hay varios ítems que corresponden a dos campos a la vez, lo que hemos significado con su número en negrita. Fuente: Elaboración propia de las autoras

Aunque en los juegos (según el estudio de ellos) hay más competencias agrupadas en campos matemáticos y científicos que no se asocian con ítems del test, solo hemos representado en el cuadro 2 los campos que tienen asociado algún ítem de dicho test.

Queremos resaltar que todos los ítems del test requieren, para ser contestados

adecuadamente, elementos que corresponden al campo científico, como son: la observación, el análisis y la toma de decisiones; también que hay varios ítems que corresponden a dos campos a la vez, lo que hemos significado poniendo su número en negrita en el cuadro, y especialmente importa resaltar que todos los ítems encuentran su significado en alguno de los conceptos o competencias de los campos extraídos de los juegos.

Se observan pocos ítems correspondientes a conceptos científicos, mientras que hay tres elementos metodológicos de la ciencia (Observación, Análisis, Toma de decisiones), relacionados con todos los ítems. Sin embargo lo importante es que todos los ítems guardan relación con al menos uno de los campos científico o matemáticos emanados de los juegos, como ya hemos indicado, lo que nos garantiza que puede ser evaluada la adquisición del concepto del ítem mediante la práctica de alguno de dichos juegos.

Tenemos que mostrar cuales son los juegos adecuados para realizar la evaluación de cada uno de los ítems, lo que hacemos a continuación, mediante el Cuadro 3, que hemos dividido en dos: Cuadro 3a que representa a los 20 primeros juegos y Cuadro 3b que representa a los juegos numerados desde el 21 al 40 (del Cuadro 1).

La evaluación del cumplimiento de los ítems, se realizará mediante la práctica organizada de cada juego con la guía de un monitor o profesor y con elementos de recogida de información, cómo el Protocolo de Observación del éxito en el desarrollo del juego (Cuadro 5), y la Ficha de Reflexión y representación de la vivencia experimentada al jugar (Cuadro 6), que serán valorados mediante una Rúbrica, diseñada para ello (Cuadro 7), todo elaborado como parte de esta investigación y que mostraremos a continuación.

En el siguiente Cuadro 3 (dividido en dos por su extensión: Cuadro 3a y Cuadro 3b) aparecen reflejados el Catálogo con los 40 juegos tradicionales, situados en el eje de abscisas y el test Boehm, con sus 50 ítems en el eje de ordenadas. En la intersección entre estos aparecen reflejadas mediante el icono “X”, las relaciones entre los ítems y los juegos, es decir los conceptos del test que se ponen de manifiesto en cada juego popular. En la parte inferior del cuadro, en la última fila, aparece el recuento de los ítems que se han manifestado en cada juego. A su vez en la última columna, a la derecha, se muestra el recuento de cuantos juegos del catálogo permiten evaluar cada ítem del test Boehm. Los siguientes Cuadros C3a y C3b, se sintetizarán en el Cuadro 4 para realizar un análisis numérico de sus datos. En las figuras: 5, 6, 7, se muestran fotos de ejemplos de juegos del Catálogo elaborado (Cuadro 1).

Juegos tradicionales para desarrollar el pensamiento matemático-científico y su aplicación a propuestas didácticas integradas diseñadas desde una perspectiva Etnomatemática

Cuadro 3. C 3a: Relaciones entre los juegos tradicionales del catálogo elaborado y los conceptos del testBoehm

Items	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Total	
1. Arriba								X														1
2. A través								X														1
3. Lejos			X				X							X								3
4. Junto a			X				X							X								3
5. Dentro			X				X							X								3
6. Algunas, pero pocas	X		X	X	X		X			X	X											7
7. Medio				X																		1
8. Pocas	X		X	X	X		X			X	X											7
9. Más Lejos			X				X							X								3
10. Alrededor														X								1
11. Encima			X				X							X								3
12. Más ancha	X								X							X						3
13. Más	X	X									X						X	X	X			6
14. Entre														X								1
15. Entera				X																		1
16. Más cerca	X								X							X						3
17 Segundo.		X																				1
18. Esquina													X				X					2
19. Varios	X		X	X	X		X			X	X											7
20. Detrás			X				X							X								3
21. Fila		X																				1
22. Diferente																		X	X			2
23. Después		X																				1
24. Casi	X	X									X						X	X	X			6
25. Mitad				X																		1
26. Centro													X				X					2
27. Tantas					X					X												2
28. Lado													X				X					2
29. Empezado		X																				1
30. Otro													X			X						2
31. Semejante													X			X						2
32. Niprimero, ni último		X																				1
33. Nunca											X	X				X						3
34. Debajo			X				X							X								3
35. Hace pareja								X														1
36. Siempre													X			X						2
37. Tamaño mediano				X									X									2
38. Derecha														X								1
39. Adelante			X		X			X						X								4
40. Cero	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X		X		X				X		11
41. Por encima			X	X	X	X	X							X								5
42. Cada				X			X	X														3
43. Separadas														X								1
44. Izquierda														X								1
45. Par								X														1
46. Saltarse		X	X		X			X														4
47. Igual													X			X						2
48. En orden								X	X	X	X						X	X				5
49. Tercero		X																				1
50. Menos				X									X									2
Total ítem/J	8	10	14	8	9	0	12	9	2	7	7	2	10	14	1	7	7	4	3	1		

Resultados del análisis de contenido. Fuente: Elaboración propia de las autoras

Juegos tradicionales para desarrollar el pensamiento matemático-científico y su aplicación a propuestas didácticas integradas diseñadas desde una perspectiva Etnomatemática

Cuadro 3. C 3b: Relaciones entre los juegos tradicionales del catálogo elaborado y los conceptos del testBoehm

Ítems	Juegos tradicionales analizados, presentados en el Cuadro 1																				Total
	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	
1. Arriba					X																1
2. A través					X																1
3. Lejos																					0
4. Junto a																					0
5. Dentro																					0
6. Algunas, pero pocas			X			X															2
7. Medio																					0
8. Pocas			X			X															2
9. Más Lejos																					0
10. Alrededor									X					X							2
11. Encima																					0
12. Más ancha		X																			1
13. Más			X			X	X		X				X				X		X		7
14. Entre									X					X							2
15. Entera																					0
16. Más cerca		X																			1
17. Segundo				X										X						X	3
18. Esquina				X				X									X				3
19. Varios			X			X															2
20. Detrás																					0
21. Fila				X										X						X	3
22. Diferente							X												X		2
23. Después				X											X					X	3
24. Casi			X			X	X		X				X				X		X		7
25. Mitad																					0
26. Centro				X				X									X				3
27. Tantas																					0
28. Lado				X				X									X	X			4
29. Empezando				X											X					X	3
30. Otro								X								X					2
31. Semejante								X								X					2
32. Ni primero, ni último				X											X					X	3
33. Nunca			X		X			X								X		X			5
34. Debajo			X				X							X							3
35. Hace pareja				X										X						X	3
36. Siempre								X								X					2
37. Tamaño mediano																X		X			2
38. Derecha								X										X			2
39. Adelante								X										X			2
40. Cero	X	X	X	X		X				X			X	X		X				X	10
41. Por encima																					0
42. Cada				X										X						X	3
43. Separadas									X				X								2
44. Izquierda								X										X			2
45. Par				X										X						X	3
46. Saltarse				X										X						X	3
47. Igual								X								X					2
48. En orden			X		X	X							X								4
49. Tercero				X											X					X	3
50. Menos																X		X			2
Total	1	3	9	14	4	7	4	11	5	1	0	0	4	4	11	7	6	7	3	11	

Resultados del análisis de contenido. Fuente: Elaboración propia de las autoras

Juegos tradicionales para desarrollar el pensamiento matemático-científico y su aplicación a propuestas didácticas integradas diseñadas desde una perspectiva Etnomatemática

Ejemplos de juegos del Catálogo elaborado, que se describió en el Cuadro 1:

Figura 5: Juego Damas chinas.



Figura 6: Juego Mijnlief



Figura 7: Juego Rayuela



Los cuadros C 3a y C 3b, se sintetizan en el siguiente Cuadro 4, para realizar su análisis numérico:

Cuadro 4: Cantidad de Juegos que evalúa cada ítem. Síntesis de los Cuadros C3a y C3b

Ítems test Boehm	Cantidad de Juegos que evalúa cada ítem		
	Total C3 a	Total C3 b	Total de Juegos
1. Arriba	1	1	2
2. A través	1	1	2
3. Lejos	3	0	3
4. Junto a	3	0	3
5. Dentro	3	0	3
6. Algunas, pero pocas	7	2	9
7. Medio	1	0	1
8. Pocas	7	2	9
9. Más Lejos	3	0	3
10. Alrededor	1	2	3
11. Encima	3	0	3
12. Más ancha	3	1	4
13. Más	6	7	13
14. Entre	1	2	3
15. Entera	1	0	1
16. Más cerca	3	1	4
17. Segundo.	1	3	4
18. Esquina	2	3	5
19. Varios	7	2	9
20. Detrás	3	0	3
21. Fila	1	3	4
22. Diferente	2	2	4
23. Después	1	3	4
24. Casi	6	7	13
25. Mitad	1	0	1
26. Centro	2	3	5
27. Tantas	2	0	2
28. Lado	2	4	6
29. Empezando	1	3	4
30. Otro	2	2	4
31. Semejante	2	2	4
32. Ni primero, ni último	1	3	4
33. Nunca	3	5	8
34. Debajo	3	3	6
35. Hace pareja	1	3	4
36. Siempre	2	2	4
37. Tamaño mediano	2	2	4
38. Derecha	1	2	3
39. Adelante	4	2	6
40. Cero	11	10	21
41. Por encima	5	0	5
42. Cada	3	3	6
43. Separadas	1	2	3
44. Izquierda	1	2	3
45. Par	1	3	4
46. Saltarse	4	3	7
47. Igual	2	2	4
48. En orden	5	4	9
49. Tercero	1	3	4
50. Menos	2	2	4

Fuente: Elaboración propia de las autoras

En cuanto a los resultados obtenidos en el estudio, tras el análisis de los datos de C 3a, C 3b y Cuadro 4, se aprecia que: 1) todos los ítems cuentan con al menos un juego que permite evaluarlo; 2) los juegos 6, 31 y 32 no conectan explícitamente con ningún ítem, sin embargo tienen en común la: Observación. Planificación y Resolución de problemas, por lo que se pueden utilizar para evaluar estas competencias, que son tanto matemáticas como científicas, y transversales a todos los ítems, como ya indicamos anteriormente.

La media de ítems que se manifiestan por cada juego es de 6, una cifra muy favorable para la investigación puesto que supone más de un ítem del test por juego, siendo 4 los juegos que tienen solo 1 ítem y 3 los juegos que contabilizando 0 ítem sin embargo representan las competencias metodológicas implícitas en todos los ítems. Mientras que la media de juegos por ítem es 4, sin tener en cuenta los tres casos de ítems atípicos con 13 o 21 juegos relacionados, lo que significa que se pueden evaluar todos los ítems con al menos un juego y la mayoría con varios juegos, lo que permitirá elegir el más afín con cada cultura, ya que tenemos cierta referencia a la cultura o zona geográfica en la que usa, en el cuadro 1.

Por otro lado, basándonos en los juegos como elementos que potencian capacidades matemáticas y científicas, hemos podido comprobar como los juegos con más potencial, ya que representan a 10 o más ítems son: 2 (20-20), 3 (Ajutatut), 7 (Brown girl in the ring), 13 (Damas Chinas), 14 (Dandy Shandy), 24 (Hundir la flota), 28 (Molino de 9), 35 (Pass di ball) y 40 (S- T-O-P). Se observa como de estos 9 juegos 5 son psicomotores y 4 son de tablero, algo que también nos parece interesante, puesto que indican que estos dos tipos de capacidades están presentes en juegos con alto PMC, y también se demuestra que las capacidades matemáticas se manifiestan jugando, independientemente de la naturaleza del juego. Lo cual, potencia el valor educativo del juego como elemento de aprendizaje y evaluación de competencias matemáticas y científicas en alumnado de Educación Infantil.

Para llevar a cabo la evaluación de los estudiantes con este instrumento hemos construido los elementos operativos del mismo, denominados: Protocolo de Observación, Ficha de Reflexión y Rúbrica de Evaluación, que también son resultados de la investigación y presentamos a continuación (Cuadros 5, 6, 7):

Cuadro 5: Protocolo de Observación, válido para todos los juegos

PROTOCOLO DE OBSERVACIÓN				
Atiende a las órdenes del monitor sobre las normas previas de organización del juego	Respeto su turno en el juego	Respeto al compañero o los compañeros de juego relacionándose correctamente	Comprende las reglas del juego	Termina el juego en el tiempo indicado y utilizando las reglas adecuadamente

El Protocolo de observación, la ficha de reflexión y la Rúbrica, son instrumentos que hacen operativa la evaluación del dominio de cada contenido por el estudiante, y se han diseñado de forma que sean válidas para todos los juegos. Van dirigidas al evaluador o profesor y la Fichas también para el alumno-jugador, que debe realizarla bajo la observación del evaluador, del mismo modo que cada juego desarrollado para evaluar. El protocolo guía las notas de campo, que realizará el evaluador mientras se desarrolla el juego, pudiendo recibir ayuda de un colaborador, o filmando en video el desarrollo de la actividad lúdica.

La ficha de reflexión (Cuadro 6) permite observar la internalización del concepto tratado en el juego e ítem y constituye a su vez la dimensión dos de la Rúbrica de evaluación del dominio del contenido de los ítems (dimensión 2: éxito en la representación del ítem mediante un dibujo del juego, elaborado con posterioridad a la realización del juego).

Cuadro 6: Ficha de reflexión, válida para todos los juegos

FICHA DE REFLEXIÓN y representación de la vivencia experimentada al jugar			
Realizar un dibujo de la actividad realizada en el juego, incluyendo todos los elementos del juego, (Por ejemplo: pelota, cancha de juego, canasta, jugadores, etc.)	<i>(El espacio aconsejable para esta ficha es la hoja de papel habitual en las tareas escolares, Din A4 cuartilla o similar)</i>	Señalar en el dibujo la situación o contenido solicitado en el ítem, (por ejemplo: la pelota pasando “a través de” la canasta)	<i>(Se puede hacer un ensayo solicitando que señale el elemento más importante del dibujo y a continuación solicitar que señale el contenido del ítem)</i>

Estos instrumentos de recogida de datos permiten evaluar los diferentes aspectos considerados relevantes para explicitar los niveles del éxito en el desarrollo del juego y del dominio de los conceptos de cada ítem, y especialmente pueden ser valorados directamente con la siguiente Rúbrica, que incluye dos dimensiones, siete criterios cualitativos y cuantificados y cinco niveles de éxito, explicitados de forma cualitativa (Cuadro 7).

Cuadro 7: Rúbrica para la evaluación del dominio de los contenidos del test Boehm por jugadores de juegos con potencial matemático y científico PMC, válida para todos los juegos

DIMENSIÓN 1: ÉXITO EN EL JUEGO					
CRITERIOS	Muy baja (1-2)	Baja (3-4)	Media (5-6)	Alta (7-8)	Muy alta (9-10)
<i>Atención a las órdenes del monitor sobre las normas previas de juego</i> 15%	Hay que repetirle las normas varias veces y no se interesa por el juego	Hay que repetirle las normas dos veces y se confunde, mostrando desinterés	Hay que repetirle las normas una vez y las sigue con cierto desinterés	Hay que repetirle las normas una vez y las sigue perfectamente	Hay que repetirle las normas una vez y las comprende y sigue perfectamente con interés
<i>Respeto su turno en el juego</i> 15%	No	Pocas veces	La mayor parte de las veces	Sí, salvo algún despiste	Siempre
<i>Respeto al compañero o los compañeros de juego</i> 15%	No	Pocas veces	La mayor parte de las veces	Sí, salvo algún despiste	Siempre
<i>Comprende las reglas del juego</i> 15%	Hay que repetirle las reglas varias veces y no las comprende	Hay que repetirle la explicación de las reglas dos veces y las sigue a medias	Hay que repetirle la explicación de las reglas una vez y las sigue a medias, con algún error	Hay que repetirle la explicación de las reglas una vez y las sigue, con acierto	Hay que repetirle la explicación de las reglas una vez y las sigue, si ningún error
<i>Termina el juego en el tiempo indicado y logrando el objetivo</i> 15%	No logra el objetivo en el tiempo indicado y deja el juego a medias, sin terminar	No logra el objetivo en el tiempo indicado y lo termina en un tiempo mayor, pero sin lograr el	En el tiempo indicado lo termina aunque sin lograr el objetivo completamente	Logra el objetivo en el tiempo indicado y lo termina correctamente	Logra el objetivo en el tiempo indicado y lo termina correctamente
DIMENSIÓN 2: ÉXITO EN LA REPRESENTACIÓN DEL ÍTEM MEDIANTE UN DIBUJO DEL JUEGO, REALIZADO CON POSTERIORIDAD A JUGARLO					
CRITERIOS	Muy baja (1-2)	Baja (3-4)	Media (5-6)	Alta (7-8)	Muy alta (9-10)
<i>Realiza un dibujo de su actividad en el juego, incluyendo todos los elementos</i> 12,5%	No realiza el dibujo	Sí realiza el dibujo pero incompleto	Sí realiza el dibujo con mayoría de elementos implicados, pero no completo	Sí realiza el dibujo con todos los elementos implicados, pero falta el como jugador	Sí realiza el dibujo con todos los elementos implicados, y él como jugador, todo completo
<i>Realiza un dibujo de su actividad en el juego y señala en la situación</i> 12,5%	No	No señala lo indicado en el ítem sino cualquier cosa	Señala lo solicitado pero de forma inadecuada	Señala lo solicitado de forma adecuada	Señala lo solicitado de forma adecuada y lo explica
Calificación Dimensión 1		Calificación Dimensión 2		Calificación Final	

La calificación final del alumno-jugador en cada ítem se puede contrastar con el índice de dificultad del ítem, obtenido en Oliveras (1984) y mostrado en la Tabla 1.

Sería deseable elaborar una evaluación cualitativa que indique las competencias más afianzadas y las menos o las inexistentes y redactar un perfil matemático-científico del niño, a tener en cuenta por el docente que trabaje con él en el primer curso de Primaria, para encauzar su aprendizaje de una forma personalizada, a la par que grupal, que le permita no fracasar en estas áreas, en las que el fracaso inicial propicia el abandono del aprecio a estas materias y las dificultades de aprendizaje en el futuro escolar.

Todo ello es posible mediante este instrumento de evaluación, que cumple con creces el objetivo del estudio planteado desde un inicio: elaborar un instrumento que permita evaluar las competencias matemáticas del alumnado que inicia Educación Primaria, mediante el test Boehm y los juegos tradicionales que hemos estudiado, pudiendo elegir aquellos que estén a su alcance en el centro escolar o en centros de educación no formal como las Ludotecas y talleres del entorno social o familiar.

Referencias

- Barba-Martín, R. A., y López-Pastor, V. M. (2017). Evaluación formativa y compartida en los proyectos de trabajo tutorado, un ejemplo de buena práctica. *Revista Infancia, Educación y Aprendizaje*, 3 (2), pp.66-70.
- Bergen, D. (2009). Play as the Learning Medium for Future Scientists, Mathematicians, and Engineers. *American Journal of Play*, 1 (4), pp. 413-428.
- Boehm, A. (1971). *Boehm Test of Basic Concepts*. New York: The Psychological Corporation.
- Boehm, A. (1980). *Test Boehm de Conceptos Básicos*. Madrid: TEA.
- Boehm, A. E. (2012). *Boehm-3. Test Boehm de Conceptos Básicos - 3*. Madrid: Pearson.
- Brassard, MR y Boehm, AE (2007). *Evaluación preescolar: principios y prácticas*. Guilford Press.
- Corbalán, F. (1997). *Juegos de estrategia y resolución de problemas: Análisis de estrategias y tipología de jugadores en el alumnado de secundaria*. (Tesis doctoral). Universitat Autònoma de Barcelona. Bellaterra (Barcelona).
- Craft, A. (2008). *Creativity in the School*. London: UK Department for Children, Schools and Families' Beyond Current Horizons Project
- Chang, C. P. (2013). Relationships between playfulness and creativity among students gifted in mathematics and science. *Creative Education*, 4(02), p.101.
- De Castro Hernández, Carlos (2007) La evaluación de métodos para la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas en la Educación Infantil. *Revista Iberoamericana de Educación Matemática* (11). pp. 59-77. ISSN 1815-0640 (2018)

- De la Cruz, V. (1988): *Pruebas de Diagnóstico de Preescolar*. Madrid, TEA.
- Delgado, I. (2011). *¿A qué jugamos? Los juegos, clasificación y funciones*. En: El juego infantil y su metodología, (pp. 158-159). Madrid. España: Paraninfo.
- Delors, J. (1996.): Los cuatro pilares de la educación, en: *La educación encierra un tesoro*. Informe a la UNESCO de la Comisión internacional sobre la educación para el siglo XXI, Madrid, España: Santillana/UNESCO. pp. 91-103.
- Deulofeu, J. (2001). *Una recreación matemática: historias, en el alumnado de secundaria*. (Tesis doctoral). Universitat Autònoma de Barcelona. Bellaterra (Barcelona).
- Espigares-Gómez, M. J. (2018). *Juegos tradicionales jamaicanos como potenciadores del conocimiento matemático-científico en Educación Infantil y Primaria*. (Trabajo fin de Máster). Universidad de Granada.
- Espigares-Gómez, M. J., Fernández-Oliveras, A., y Oliveras, M. L. (2019). *Compilation of traditional games played in Jamaica. An ethnomathematical study for STEAM education*. ICERI 2019.
- Espigares-Gómez, M.-J., Fernández-Oliveras, A., y Oliveras, M.-L. (2019). Análisis de juegos. Catálogo de juegos tradicionales para trabajar áreas científicas y matemáticas. En: Sola, T; García; Fuentes, A; Rodríguez-García, A.M y Belmonte, J. *Innovación Educativa en la Sociedad Digital* (pp. 2186-2200). Granada. Dykinson.
- Evans, M.A. (2009). Mobility, Games and Education. In R.E. Ferdig (ed.), *Handbook of Research on Effective Electronic Gaming in Education New York: Information Science Reference* (pp. 96-110).
- Fernández-Oliveras A y Oliveras M.L (2015). Formación de maestros y Microproyectos curriculares, *Revista Latinoamericana de Etnomatemática*, 8 (2), pp. 472-495.
- Fernández-Oliveras, A., Espigares-Gómez, M. J., y Oliveras, M. L. (2019). *Gamification and game-based learning for the development of STEAM skills in kindergarten, primary and secondary education. Updating initial teacher training*. Simposio llevado a cabo en el seminario Innovation in Learning and teaching in Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) fields. COIMBRA. Granada.
- Fernández-Oliveras, A., Espigares-Gómez, M.-J., y Oliveras, M.-L. (2019). Teorizaciones para la tipificación de juegos con potencial educativo STEAM. En: Sola, T; García; Fuentes, A; Rodríguez-García, A.M y Belmonte, J. *Innovación Educativa en la Sociedad Digital: Vol. VII. Innovación e investigación educativa* (pp. 1645-1658). Dykinson.
- Gallardo, P. y Fernández, J. (2010). *El juego como recurso didáctico en educación física*. Sevilla: Wanceulen.
- García Fraile, J. A. y Tobón, S. (2009). *Estrategias didácticas para la formación por competencias*. Lima: A. B. Representaciones Generales

Garrison, C. y M. Ehringhaus (2008), *Formative and Summative Assessments in the Classroom*, tomado de <http://www.nmsa.org/Default.aspx>, página web de la National Middle School Association

Gil, F. (1999). *Marco conceptual y creencias de los profesores sobre evaluación en matemáticas*. (Tesis doctoral). Granada, España: Universidad de Granada.

Glenberg, A. M. y Robertson, D. A. (1999). Indexical understanding of instructions. *Discourse Processes*, 28 (1), pp.1-26. Doi :10.1080/ 01638539909545067.

Gómez, A. (2007), *La evaluación en actividades de aprendizaje con uso de tecnología*. (Tesis de maestría con especialidad en Matemática Educativa), Cicata-IPN, México

Gómez, J. F. (2012). *El juego infantil y su importancia en el desarrollo*. CCAP, 10 (4), 5-13.

González González, C. S. (2015). Estrategias para trabajar la creatividad en la Educación Superior: pensamiento de diseño, aprendizaje basado en juegos y en proyectos. *Revista de Educación a Distancia*, 40. Recuperado a partir de <https://revistas.um.es/red/article/view/234291>.

Gros, B. (2000). La dimensión socioeducativa de los videojuegos. *EduTec. Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, 12, pp.1-11. Recuperado de: <http://edutec.rediris.es/Revelec2/Revelec12/gros.pdf>

Harms, T. y Clifford, D. (1980). *Early Childhood Environment Rating Scale*. New York, Teachers College Press.

Kangas, M. (2010). Creative and playful learning: Learning through game co-creation and games in a playful learning environment. *Thinking skills and Creativity*, 5 (1), pp.1-15.

Lera-Rodríguez, M.J (1994): *Las ideas de los profesores y su práctica educativa, un estudio en preescolar*. (Unpublished Tesis Doctoral), Universidad de Sevilla. Sevilla.

Lera-Rodríguez, M.J. (2007). Calidad de la Educación Infantil: instrumentos de evaluación. *Revista de Educación*, 343, pp.301-323.

Morris, B., Croker, S., Zimmerman, C., Gill, D., y Romig, C. (2013). Gaming science: the “Gamification” of scientific thinking. *Frontiers in psychology*, 4, p.607.

Muñoz, A y Díaz M.R. (2009): Metodología por proyectos en el área de conocimiento del medio. *Revista Docencia e Investigación*, 19, pp.101- 126.

Narváez, A. (1987). *Prueba de Conceptos Básicos de Boehm: Estudio Comparativo en niños de diferente nivel socioeconómico de Lima y Callao*. (Tesis de Bachiller). PUC. Lima.

National Advisory Committee on Creative and Cultural Education (1999). *All Our Futures: Creativity, Culture and Education*. Report to the Secretary of State for Education and Employment the Secretary of State for Culture, Media and Sport, UK

National Council of Teachers of Mathematics (2000). *Principles and standards for school mathematics*. Reston, Va.: The National Council of Teachers of Mathematics

Navarro Guzmán, J. I., Aguilar Villagrán, M., Marchena Consejero, E., Alcalde Cuevas, C., y García Gallardo, J. (2010). Evaluación del conocimiento matemático temprano en una muestra de 3º de Educación Infantil. *Revista de Educación*, 352, pp. 601-615

- Oliveras, M. L. (1984). Dominio del área de Matemáticas en niños de preescolar de Granada. *Escuela de maestros* 1, (pp. 115-124). Universidad de Granada.
- Oliveras, M. L. (1996). *Etnomatemáticas. Formación de profesores e innovación curricular*. Granada: Comares
- Oliveras, M. L. (2005). Microproyectos para la educación intercultural en Europa. *Uno: Revistade Didáctica de las Matemáticas*, 38 (11), pp.70-81.
- Oliveras, M. L. (2006). Etnomatemáticas de la multiculturalidad al mestizaje. En: *Matemáticas e interculturalidad*. pp. 117-149. Biblioteca de UNO, Número 232. Barcelona: Graó.
- Paredes, J. (2003). *Juego, luego soy. Teoría de la actividad lúdica*. Sevilla: Wanceulen
- Perrenoud, P. (2008). Construir las competencias, ¿es darle la espalda a los saberes? *Revista de docencia universitaria*, 6(2), pp.2-8. Núm. monograf. II www.redu.um.es/Red_U/m2
- Piaget, J. (1973). *Psicología y Pedagogía*. Ciudad de la Habana: Editorial Pueblo y Educación.
- Powers, B. (1986). Reliability of the Boehm Test of Basic Concepts for hispanic and non hispanic kindergarten pupils. *Psychology in the Schools*, 23, pp.34-36.
- Resnick, M. (2004). *Edutainment? No thanks. I prefer playful learning*. Associazione Civita Report on Edutainment, 14, pp.1-4.
- Rosas, R, Ceric, F, Aparicio, A, Arango, P, Arroyo, R, Benavente, C, Escobar, P, Olgún, P, Pizarro, M, Ramírez, M.P, Tenorio, M, y Véliz, S. (2015). Traditional Assessment or Invisible Assessment Using Games? *New Frontiers in Cognitive Assessment. Psykhe*(Santiago), 24 (1), pp. (s/p). *Versión On-line* ISSN 0718-2228. <http://dx.doi.org/10.7764/psykhe.23.2.724>.
- Ruiz, L. (2005). *Aprendizaje y matemáticas. La construcción del conocimiento matemático en la Escuela Infantil*. Madrid: Pearson.
- Tobón, S. (2006). *Aspectos básicos de la formación basada en competencias*. Proyecto Mesesup, 1, pp.1-16. Talca: Mesesup.
- Toro, V. (2013). El juego como herramienta educativa del Educador Social en actividades de Animación Sociocultural y de Ocio y Tiempo libre con niños con Discapacidad. *Revista de educación social*, 16. pp.1-13
- Vázquez-Alonso, A., Manassero-Mas, M. A. (2017). Juegos para enseñar la naturaleza del conocimiento científico y tecnológico. *Educar*, 53(1), pp.149-170.
- Zhao, Z. y Linaza, J.L. (2015). La importancia de los videojuegos en el aprendizaje y el desarrollo de niños de temprana edad. *Electronic Journal of Research in Educational Psychology*, 13(2), pp.301-318. Doi: 10.14204/ejrep

Webgrafía.

(La numeración corresponde con la de cada juego del Catálogo presentado en el Cuadro 1)

1. ¿Qué hora es señor lobo? Juegos Educación Física. [JuegosEF]. (2015.Enero.12) QUÉ HORA ES SEÑOR LOBO?-Juegos Educación Física [Archivo de vídeo]. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=36pzVxoLZI>
2. 20-20. Kamii. C (1989). 20-20 Baraja Matemática. Madrid. Diario Educación. <https://diarioeducacion.com/20-20-baraja-matematica/>
3. Ajutatut. Santana., D [David Santana]. (2013, Noviembre 27). DIAPO11.1 [Archivo de vídeo] Recuperado de https://www.youtube.com/watch?v=5u3fDh_Gc3o
4. Awale. Matemáticas [¡¡¡MATE-MATE-MÁTICAS!!!] (2017, Octubre 24). ¡¡MATE-MATE- MÁTICAS!! PRESENTA: EL AWALÉ. [Archivo de vídeo] Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=t6dyDIe-Ihk>
5. Beggar my neighbour. [Royds2oscn] (2013, Octubre 2) How to play Beggar my Neighbour [Archivo de vídeo] Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=iMTMXRaICvE>
6. Bluebird. Distefano, D [Danielle Distefano] (2016, Febrero 4) Here Comes Bluebird GAME (Elem Methods) Danielle Distefano. [Archivo de vídeo] Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=c9iD4xthe2k>
7. Brown Girl in the Ring. [JAFSProyect] (2018, Diciembre 15) Brown Girl in the Ring [Archivo de vídeo] Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=7Rg5XfLJLx0>
8. Bruck Rock Stone [LearnVision10] (2012, Febrero,23). Go down a Enmanuel Road [Archivo de vídeo] Recuperado de : <https://www.youtube.com/watch?v=YDYcNVGwrAg>
9. Bull inna pen. Bull inna pen (s.f) Tafisa Recall. <http://recallgames.com/games/90>
10. Buzz Fizz. Hartley ,M. (s.f) Dr Mike's Math Games for Kids. <http://www.dr-mikes-math-games-for-kids.com/fizz-buzz.html>
11. Shut the box. [Wilder Math Adventures] (2017, Septiembre 27) How to play Shut the Box [Archivo de vídeo] Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=aiYUFUbc3wE>
12. Chinese skip. [Eze Congco Dancehall Grung] (2018, Abril 1) Chiny/Chinese Skip (Game) [Archivo de vídeo] Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=Zn-bFFx73Bw>
13. Damas Chinas. Poma, D [David Poma Huanca] (2014) Damas Chinas [Archivo de vídeo] Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=1s8VCq2Z5NE>
14. Dandy Shandy. Mckenzie, P [Patrick Mckenzie] (2011, Agosto 22) Dandy Shandy Glen Island Park [Archivo de vídeo] Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=iR2rubdJOho>
15. Daruma Otoshi. [JapanToy Mania] (2014, Julio 17) Daruma Otoshi! Stacked Daruma Game! だるま落としゲーム [Archivo de vídeo] Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=G0UbuQJ4mNQ>
16. Doga n'bone. [Blooming Kids Madhira] (20118, Diciembre 11) Dog and bone game [Archivo de vídeo] Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=u48KVRegAKg>
17. Dominó. [JamDomDotCom] (2017, Mayo 17) How to Play French Dominoes- Jam Dom. Com [Archivo de vídeo] Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=u48KVRegAKg>
18. Fanorona.[Rincón Lúdco] (2016, Sptiembre 17). Fanorona [Archivo de vídeo] Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=vd0-6Zbr9QE>
19. Farmers in the dell. Dozet, GN [George N. Dozet] (2009) The Farmer in the Dell [Archivo de vídeo] Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=mibD5IR4Kco>

20. Follow the arrow. (s.f) BBG.
<https://boardgamegeek.com/boardgame/126530/follow-arrow>
21. Gig Spinning. Juego tradicional. El trompo (2017). Guía Infantil.com.
<https://www.guiainfantil.com/articulos/educacion/juegos/juego-tradicional-de-la-peonza-el-trompo/>
22. Hide n' seek. Juego del escondite (s.f) Con mis hijos.
<https://www.conmishijos.com/ninos/ocio/juego-del-escondite-juegos-tradicionales-para-ninos/>
- 23 y 37. Hopscatch. Juego de la Rayuela. (s.f) Con mis hijos.
<https://www.conmishijos.com/ninos/ocio/juego-de-la-rayuela-como-jugar-con-los-ninos/>
24. Hundir la flota. [juguetes review] (2019, Julio 12) BATTLESHIP JUEGO comojugar/ juguetes review [Archivo de vídeo] Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=IR6MFrq50-M>
25. La Mamba. Cuentanos África (s.f)
http://cuentanosafrika.blogspot.com/2014/01/juegos_12.html
26. Loodi. Anderson, T [Mr Talique Anderson] (2018, Julio 22) How To Play LOODI (Caribbean Game) [Archivo de vídeo] Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=46Te9Hyk1y4>
27. Marbles. [Howcast] (2017) How to play Marbles [Archivo de vídeo] Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=ewqFhNw9k7g>
28. Mijnlieff. [Exacting Games] (2018, Febrero 4) Mijnlieff: Gameplay (Standard Board Setup)- EG [Archivo de vídeo] Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=610gRd5Mh98>
29. Molino de 9. [La Jirafa de Madera] (2019, Julio 27) ¿Cómo jugar Molino? (9 hombres Morris) [La Jirafa de Madera] [Archivo de vídeo] Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=eX0QE1HBo2g>
30. Morra. [El juego de la Morra] (2017, Agosto 7) La partida de morra más multitudinaria de la historia (68 jugadores) [Arxhivo de vídeo] Recuperado de https://www.youtube.com/watch?v=ZdKRNxhIb_s
- 31 y 32 Mummy Lashy. Clapping games (s.f).
<https://www.wgtn.ac.nz/lals/research/projects/language-in-the-playground-project/publications/lip70.pdf>
33. Pajaritos. Juego 31. (s.f)
<https://www.juegossolitario.com/juego/Treinta+y+uno+%2831%29>
- 34 y 35 Pass di ball / Pasa el aro. Classroom games. (2019)
<https://games4esl.com/pass-the-ball/>
36. Pass round donkey (Burro).
[https://en.wikipedia.org/wiki/Donkey_\(card_game\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Donkey_(card_game))
38. River bank game. [Teachers Hub] (2018, Diciembre 21) River Bank / Party Games / Classroom Games / Fun games [Archivo de vídeo] Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=Xk9K1jGeL0g>
39. Saca Yunya. El juego andino. (2008). <https://es.slideshare.net/mediadora/el-juego-en-el-nio-andino>
40. S-T-O-P. Busy Teacher. (s.f) <https://busyteacher.org/25070-stop-game.html>

4.7. Contribución 7. Juego, Matemáticas y Ciencias ¿Son Cultura? Artículo en Revista UNO

JUEGO, MATEMÁTICAS Y CIENCIAS ¿SON CULTURA?

RESUMEN

El aprendizaje mediante juego es una línea de investigación consolidada. En esa línea elaboramos *microproyectos lúdicos* para trabajar matemáticas y ciencias mediante juegos tradicionales, desde una perspectiva etnomatemática donde priman la cultura y los valores. Cada microproyecto es investigado y tiene tres fases: Análisis (origen, modo de jugar y potencial matemático-científico del juego elegido), Diseño e Implementación y Estudio de resultados.

Palabras clave: Microproyecto, Aprendizaje basado en juegos, Etnomatemática, Interculturalidad.

1. Contextualización y objetivos planteados,

“Seño ¿Cuándo vamos a jugar?” Me dijo un alumno de Infantil tras hacer en el aula actividades, calificadas de “lúdicas”, para aprender los colores en inglés. Entonces me pregunté ¿Qué es para los niños jugar? Ya que al realizar aquellas actividades no le parecía estar jugando. El juego, tal como lo concibe el niño, no es hacer en el aula ciertas actividades con materiales manipulativos o audiovisuales, pero con “sentido de trabajo”, no de ocio. Por ello, nos planteamos ¿Qué ocurriría si el juego fuese el elemento principal a la hora de abordar una materia? ¿Y si trabajamos las ciencias y las matemáticas en el gimnasio, jugando a las canicas, o al dominó? Esto conllevaría que los niños sientan que están solo jugando, disfruten, se apasionen con superarse en su pericia en un juego, mientras los profesores estamos viendo cómo están activando su capacidad de: hacer hipótesis, relacionar proposiciones, extraer conclusiones, clasificar, ordenar, seguir reglas, respetar a los demás, conocer parte de una cultura.

Iniciamos así un trabajo de investigación para conocer juegos populares o comerciales, arraigados en una cultura, en un lugar, que tengan “potencial de aprendizaje” científico o matemático y podamos utilizar con los niños, de Educación Infantil y Primaria, sin temor a que al jugarlos estén solo “pasándolo bien”, aunque esta sensación es también muy importante y necesaria en el proceso educativo. Para ello se ha usado como eje vertebrador el concepto de “microproyecto lúdico” con enfoque etnomatemático, en el cual se considera que las matemáticas y las ciencias forman parte de todas las culturas y que el juego es también un elemento esencial de cada cultura, (BISHOP, 1998).

El “microproyecto etnomatemático” es un diseño curricular interdisciplinar centrado en una *signo cultural* relevante en una cultura, por ejemplo su gastronomía, sus artesanías,

la modalidad del vestir, la arquitectura, y sobre el cual diseñamos actividades enfocadas al conocimiento de las matemáticas y las ciencias, de forma contextualizada. Si el signo cultural son los juegos se le llaman “microproyectos lúdicos” (OLIVERAS, M. L., 2005; FERNÁNDEZ-OLIVERAS, A. y OLIVERAS, M. L., 2015). **La esencia de un microproyecto etnomatemático es el contexto, la cultura y la situación en un elemento de ella de acciones que conllevan: observar, comparar, medir, establecer estrategias, tomar decisiones, valorar y evaluar resultados, es decir adoptar actitudes científicas y matemáticas.** No se trata de formalizar esas acciones mediante el lenguaje matemático hueco que a veces maneja nuestro alumnado sin significados reales, al contrario, se trata de interactuar con los hechos que dan sentido o significado a conceptos, propiedades y actitudes científicas. Por ejemplo se trata de jugar a juegos del mundo, siempre que lo importante sea jugar, no solo ganar, y los juegos sean ricos en reglas y situaciones de toma de decisiones de diverso tipo: ¿Salto o no salto hacia delante para evitar que la pelota me toque? ¿Tiro la canica en esa dirección, o en esa otra, fuerte o flojo para introducirla en un recinto? ¿Pongo o no el “seis doble”?

Nuestras investigaciones se iniciaron con la cultura jamaicana, a través del estudio antropológico de los signos y elementos de su sociedad más relevantes se llegó a descubrir la importancia del juego en ella. Por esto, en sus juegos populares tradicionales, se investigaron sus potencialidades didácticas y se puso de manifiesto que son aptos para trabajar las áreas del pensamiento matemático, científico y el resto de habilidades de las áreas STEAM. Continuamos con la elaboración del microproyecto mediante una serie de actividades y la implementación de este en Andalucía, que resultó ser un éxito, no solo por las habilidades manifestadas por el alumnado participante, sino por poder usar el juego como metodología, mediante “microproyectos lúdicos” que nos permiten dar a conocer diversas culturas a los niños.

A partir de esta primera investigación sobre el potencial de los juegos jamaicanos nos interesó conocer si este fenómeno ocurre también en los juegos de otras culturas y repetimos el proceso mediante otros juegos de procedencia variada, con niños de Educación Primaria e Infantil también andaluces.

De esta forma se observa como **nuestro proceso investigador sigue un recorrido cíclico: se comienza partiendo de una cultura que nos genera interés, descubrimos que el juego es un elemento clave para esta cultura y que gracias al potencial científico-matemático de los juegos, estos pueden ser usados para introducir una forma de aprendizaje realmente lúdico de las matemáticas y ciencias, contextualizadas, ligadas a esa cultura.** (Figura 1)



Figura 1: Representación del proceso cíclico de la investigación realizada con los microproyectos. (Fotos de elaboración propia e imágenes tomadas de: <http://www.juguetessomosnosotros.com/juguetes/canarias-y-los-juegos-de-inteligencia-guanches/> y Espinel, J. M., García-Talavera, F. (2009). Juegos Guanches inéditos. Inscripciones geométricas en Canarias. (3^a ed.).)

2. Recursos utilizados y descripción de la actividad

2.1 Los microproyectos etnomatemáticos

Los microproyectos lúdicos etnomatemáticos centrados en juegos tradicionales son el vehículo que posibilita nuestras investigaciones, unificando dos de sus vertientes: la cultura y la educación. La tercera vertiente es de carácter epistemológico-etnomatemático. Las Etnomatemáticas, según investigadores como Bishop, D'Ambrosio, Oliveras, son conocimientos matemáticos fruto de las experiencias vividas, son la búsqueda del conocimiento matemático a través de lo que nos rodea. De esta forma, **podríamos entender la Etnomatemática como una matemática viva, “en acción”**, son el conocimiento utilizado cuando hay que enfrentarse a situaciones reales. Son las que usan los niños o los artesanos, los pescadores o las personas mayores, para resolver sus problemas con la lógica humana, sin fórmulas. **Las matemáticas escolares son un tipo de etnomatemáticas en las que además de la lógica se utiliza un lenguaje formal específico**, necesario para el avance de las matemáticas como ciencia. Los microproyectos asumen este posicionamiento y aceptan también el lenguaje formal, pero siempre que tenga un significado para los niños. **Con los juegos, los microproyectos fomentan habilidades científico-matemáticas y también la**

importancia de conocer y valorar otras culturas, para adoptar hacia ellas actitudes interculturales de respeto e intercambio, valores muy necesarios en la sociedad multicultural en la que vivimos.

2.2 Juego tradicional

Los juegos tradicionales son aquellos juegos que han pasado de generación a generación, cada juego posee un origen que se vincula con la historia de una cultura, país o región. En su mayoría por su bagaje cultural no requieren de elementos tecnológicos para su uso y los materiales con los que pueden ser jugados son fácilmente realizables (pelota, fichas-tapones, tablero de cartón,...) o se encuentran en la naturaleza (piedras, hojas, semillas, caracolas,...).

2.3 Descripción de la actividad

Durante los años 2018 a 2021 se investigaron tres microproyectos, en centros de educación formal y no formal de Granada, participando niñas y niños de 3 a 12 años. Se comenzó con la cultura jamaicana por el interés de la propia investigadora hacia esta, se elaboró un microproyecto con 4 de sus juegos: el *dominó* juego nacional en Jamaica, dos juegos motrices y las canicas y su implementación dio buenos resultados de activación de variadas destrezas matemático-científicas.

Posteriormente investigamos cuarenta juegos tradicionales de diversas partes del mundo, encontrando que la mayoría de los que tenían más potencial educativo matemático y científico eran juegos considerados de mesa o de tablero (ESPIGARES-GÁMEZ, M.J.; FERNANDEZ-OLIVERAS, A. y OLIVERAS, M.L., 2019). Los otros dos microproyectos utilizan algunos de estos juegos. Fueron orientados a dos rangos de edad, dependiendo del nivel de dificultad del juego trabajado y a diferentes culturas, intentado reunir una variedad cultural. El segundo microproyecto se ha realizado sobre el juego Tres en Raya, implementado con los más pequeños, de 3 a 5 años, en un centro escolar y en casa con la colaboración de los padres, durante el confinamiento obligado por la pandemia de COVID. El tercero reúne los juegos: El perro y las cabras, Las Torres de la Alhambra y Mijnlieff, (Figura 2), fue implementado en ludotecas, con niños y niñas de 5 a 12 años, con muy interesantes resultados (FERNÁNDEZ-OLIVERAS, A.; ESPIGARES-GÁMEZ, M.J y OLIVERAS, M.L. (2021), (Figuras, 2, 3 y 4).

Cada microproyecto estaba compuesto por tres actividades: *inicial* (se introduce la cultura originaria del juego seleccionado, en algunos casos se disfrazan y actúan como miembros de aquella cultura), de *desarrollo* (se conoce el juego y se construye el tablero y las fichas, de forma creativa con materiales reciclados) y *final* (se juega al juego, primero con ayuda y finalmente sin ayuda). Las sesiones se graban en video y posteriormente se analizan. Hemos resumido el estudio del primer microproyecto en la tabla 1.

(Tabla 1): Síntesis del estudio de la implementación del microproyecto 1, Jamaica.

MICROPROYECTO 1: JAMAICA (5 a 12 años). DESARROLLADO EN: Centro escolar			
Juegos tradicionales	Descripción	Actividades realizadas (I: Inicial, D:Desarrollo, F: Final)	Principales destrezas observadas al jugar y al construir el juego
Brown girl in the ring (5-6 años)	Los jugadores hacen un corro dejando a uno dentro en el centro, éste hace un gesto que el resto debe imitar, quien no lo haga pierde y sale del corro	I: Cuento sobre Jamaica, localización en el mapa. Ven imágenes de flores y frutos jamaicanos. D: Explicación del juego y juegan con ayuda F: Juegan sin ayuda	Detección de semejanzas Detección de relaciones espaciales Identificación de formas en el espacio Capacidad de giro y de traslación
Dandy Shandy (7-9 años)	Juego similar al “quemá”. En espacio exterior, un equipo debe eliminar al otro tocándole con una pelota. El jugador debe esquivarla moviéndose o es eliminado	I: Cuento sobre Jamaica, localización en el mapa. Ven imágenes de objetos típicos jamaicanos. D: Explicación del juego y juegan con ayuda F: Juegan sin ayuda	Observación. Lateralidad Establecimiento de distancias. Capacidad de traslación. Velocidad. Fuerza. Planificación. Uso de desplazamientos Uso de leyes lógicas
Canicas (8-10 años)	Cada jugador debe lanzar su canica al punto indicado como meta, desde un lugar marcado en el suelo. Hay un número de jugadas estipulado	I: Cuento sobre Jamaica con ayuda de un mapa en el que posteriormente jugarán. Ven fotos de personas del país. D: Juegan con ayuda F: Juegan sin ayuda	Situaciones en el plano y en el espacio Estimación de distancia Conocimiento de los ángulos. Fuerza. Estimación de velocidad
Dominó (10-12 años)	Dos jugadores o cuatro. Cada jugador coloca sus fichas en fila de forma que coincidan los números. Gana quien se quede sin fichas	I: Planteamiento de una hipótesis sobre el juego. Ven fotos de personas del país jugando al dominó. D: Juegan con ayuda F: Juegan sin ayuda	Establecimiento de hipótesis. Relación de igualdad por criterios. Uso de leyes lógicas y de estrategias. Formación de estructuras

Figura 2:



Imágenes tomadas de:

<http://www.juguessomosnosotros.com/juguetes/canarias-y-los-juegos-de-inteligencia-guanches/>

Espinel, J. M., García-Talavera, F. (2009). Juegos Guanches inéditos. Inscripciones geométricas en Canarias. (3^a ed.).

Figura 3:



Imágenes tomadas de:

https://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Salida_de_la_familia_de_Boabdil_de_la_Alhambra.jpg

<https://www.youtube.com/watch?v=ygRF8e6GZJ0>

Figura 4:



Imágenes tomadas de:

<https://www.istockphoto.com/es/foto/viking-los-barcos-gm538901274-95962159>

<https://cestadepatos.com/2014/04/17/mijnlieff-orgullo-vikingo/>

Video explicativo en: <https://www.youtube.com/watch?v=Vf7fKlAcPww>

Figuras 2, 3 y 4: Juegos El perro y las cabras, Las Torres de la Alhambra y Mijnlieff, característicos de las culturas ancestrales Guanche de Canarias, Andalusí de Andalucía y Vikinga de Escandinavia, respectivamente. Imágenes que representan la cultura, el juego y su recreación por los jugadores del microproyecto

3. Resultados

Entendemos los resultados obtenidos como como exitosos, en primer lugar por la propia puesta en práctica, en medio de una pandemia mundial que ha paralizado todos los sectores, entre ellos la educación. El hecho de elaborar unas propuestas con la metodología de microproyectos y haber podido implementarlas, es ya un avance en la consecución de nuestro principal objetivo de usar del juego tradicional como

metodología educativa para manifestar y potenciar habilidades matemáticas y científicas.

En segundo lugar, en algún momento de la implementación, **el alumnado ha mostrado habilidades matemáticas y científicas diversas (relativas a la orientación en el espacio tridimensional, la geometría plana, la aritmética, el azar, la medida de magnitudes, la observación y el pensamiento lógico, entre otras), reflejando así la importancia de estos juegos como metodología educativa.**

Finalmente es destacable, como resultado no previsto, la actitud del personal educativo, tanto de los centros de educación formal como de las ludotecas colaboradoras. Todo el personal ha mostrado interés por conocer más información sobre esta metodología y sobre su puesta en práctica (dudas sobre la forma de analizar los juegos, cómo crearlos, cómo trabajarlos con jugadores de otras edades,...), subrayando su deseo de ampliar conocimientos sobre juegos que permitan desarrollar el sentido matemático y científico infantil.

4. Conclusiones

Como reflexión final, consideramos que los microproyectos son una buena metodología educativa para aulas de Educación Infantil y Educación Primaria, y en centros de educación no formal como ludotecas. **Gracias a la creación e implementación de estos microproyectos no solo se ha cumplido el objetivo de evidenciar destrezas matemáticas y científicas jugando, sino también el aspecto intercultural, al ver al alumnado mostrar interés por culturas como la jamaicana o la guanche que desconocían y pueden parecer poco valoradas socialmente.** Unificando así los dos pilares de este proyecto: activar mediante juegos, las destrezas científicas y matemáticas y la apreciación de todas las culturas.

5. Referencias bibliográficas

- BISHOP, A.J. (1998). "El papel de los juegos en educación matemática". Uno: Revista de didáctica de las matemáticas, núm. 18 (Ejemplar dedicado a: Juegos y matemáticas), pp. 9-20.
- ESPIGARES-GÁMEZ, M.J.; FERNANDEZ-OLIVERAS, A. y OLIVERAS, M.L. (2019). Análisis de juegos. Catálogo de juegos tradicionales para trabajar áreas científicas y matemáticas. En: Innovación educativa en la sociedad digital (pp. 2186-2200). Granada, Dykinson.
- FERNÁNDEZ-OLIVERAS, A. y OLIVERAS, M. L. (2015). "Formación de maestros y Microproyectos curriculares". Revista Latinoamericana de Etnomatemática, núm. 8 (2), pp. 472-495.
- FERNÁNDEZ-OLIVERAS, A.; ESPIGARES-GÁMEZ, M.J y OLIVERAS, M.L. (2021) "Implementation of a Playful Microproject Based on Traditional Games for Working on Mathematical and Scientific Content". Education Sciences, núm. 11, pp. 624. <https://doi.org/10.3390/educsci11100624>.
- OLIVERAS, M. L. (2005). "Microproyectos para la educación intercultural en Europa". Uno: revista de Didáctica de las Matemáticas, núm. 38, pp.70-81.

Como ya se indicó, de las contribuciones principales se han adjuntado sus textos publicados mientras que de las complementarias (aportaciones a congresos) no se insertan sus textos, ya que recogen relaciones entre fases, aclaraciones o reflexiones sobre el conjunto del proyecto de investigación, que aclaran aspectos interesantes pero no aportan nuevas respuestas a las preguntas de investigación.

5. INDICIOS DE CALIDAD DE LAS CONTRIBUCIONES PRINCIPALES

5.1 Revista Acta Scientiae

Acta Scientiae, editada desde 1999, es una publicación bimensual de la Universidad Luterana de Brasil bajo la responsabilidad del Programa de Posgrado en Enseñanza de Ciencias y Matemáticas, con concepto A1, según evaluación de la Capes 2019. Su misión es difundir investigaciones científicas, con foco en la Enseñanza de las Ciencias y las Matemáticas. Acta Scientiae se enfoca en artículos de investigación científica, debidamente fundamentados en referenciales teóricos en el área de la Enseñanza de las Ciencias y las Matemáticas establecidos en la literatura científica, con 'estado del arte', metodología y pregunta de investigación explícita y que resulten en aportes relevantes, en comparación con estudios previos, para el conocimiento científico en el área de la Enseñanza de las Ciencias y las Matemáticas.

Revista indexada en: SJR, SCImago Journal & Country Rank, Scopus Sources

H-INDEX 40. ISSN: 15174492, 21787727.

Su Índice de Impacto en 2020, año de la publicación, es Q2, reflejado en: <https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=21100902661&tip=sid&clean=0>

5.2, 5.3 Editorial Dykinson

Ha sido clasificada, en su especialidad científica, **entre las 6 mejores editoriales españolas** por los dos proyectos de investigación de mayor prestigio:

- **SPI** (Scholarly Publishers Indicators), sistema de información que ofrece indicadores y herramientas relacionados con las editoriales científicas o de interés para la investigación en el ámbito de las Humanidades y las Ciencias Sociales. Puede consultar información completa del proyecto en <http://ilia.cchs.csic.es/SPI/index.html>.

Juegos tradicionales para desarrollar el pensamiento matemático-científico y su aplicación a propuestas didácticas integradas diseñadas desde una perspectiva Etnomatemática

- **Book Publishers Library Metrics**, índice bibliométrico que pretende medir la difusión y visibilidad de las editoriales de libros científicos en el ámbito de las Humanidades y Ciencias Sociales.

Puede consultar la información completa en <http://www.librarymetricsforbookpublishers.infoec3.es>

SPI le concedió 14/272 en el ranking general del ICEE: Indicador de prestigio percibido por los expertos.

Prestigio editorial **Dykinson** en ICEE y posición en ranking general y por disciplinas:

General (504 editoriales)		Educación (156 editoriales)		Psicología (46 editoriales)		Sociología (46 editoriales)	
ICEE	Posición	ICEE	Posición	ICEE	Posición	ICEE	Posición
20.763	14 de 272	0.954	16 de 94	0.190	15 de 77	0.275	17 de 75

Más información sobre su cálculo en http://ilia.cchs.csic.es/SPI/metodologia_2014.html

Fuente de datos **Libros**:

SPI http://ilia.cchs.csic.es/SPI/expanded_index.html

<https://www.um.es/web/biblioteca/investigar-publicar/apoyo-investigacion/acreditacion-y-sexenios/fuentes-de-informacion-calidad-de-los-libros>

5.4 Revista Education Sciences

Education Sciences publica en todos los campos de investigación relevantes, incluidos: administración educativa y gestión educativa, filosofía educativa y teoría de la educación, historia de la educación, política educativa, estudios curriculares, sistemas de tecnología educativa, tecnología educativa, aprendizaje y enseñanza, pedagogías. - sociología de la educación - educación especial - formación docente - pruebas y evaluación.

Revista **indexada en** : Elsevier; ERIC (Education Resources Information Center); Web of Science; **Journal Citation Reports (JCR)**; SCImago; ERIH Plus; Index Copernicus; Google Scholar.

H-INDEX 30. ISSN: 22277102.

Su **Índice de Impacto**, en 2020 y 2021, año de la publicación, es **Q2**, reflejado en: <https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=21100897500&tip=sid&clean=0>

5.5 Revista Aula Abierta

Aula Abierta, es una revista científica trimestral de la Universidad de Oviedo, que publica artículos inéditos sobre educación, de carácter empírico o teórico, en español o inglés, relevantes para los investigadores o los profesionales de la educación.

País: España. ISSN 02102773, 23412313.

URL: http://www.uniovi.net/ICE/publicaciones/Aula_Abierta

Revista **indexada en** : **Scopus**, Thomson Reuters, Web of Science, MIAR (Matriu d'Informació per a l'Avaluació de Revistes), CARHUS, CIRC (Clasificación Integrada de Revistas Científicas), Latindex, RESH (Revistas Españolas de Ciencias Sociales y Humanidades), Dialnet, IN-RECS (Índice de Impacto de Revistas Españolas de Ciencias Sociales),

H-INDEX 12. Cuartil:

2019: Q2,

2020 y 2021: Q3.

5.6 Revista Paradigma

PARADIGMA es una publicación periódica ARBITRADA por el sistema doble ciego. Fue evaluada en Mayo de 2005 por el FONACIT, siendo considerada como la Mejor Revista Venezolana del área de Humanidades

(ver <http://www.fonacit.gov.ve/programas.asp?id=35>)

Posee indexadores en base de datos o repositorios de relevancia en el ámbito investigador como: Latindex, Scielo, Miar, Dialnet.

Su mayor índice de citas corresponde al año 2019, año de la publicación, como se observa en el siguiente gráfico.



5.7 Revista UNO

La revista *Uno. Didáctica de las Matemáticas* desarrolla una labor divulgativa entre el profesorado y los especialistas de matemáticas, identificándose con una línea de reflexión plural y abierta. Es una herramienta profesional de conocimiento, comunicación y de acción, que permite estar al día y resolver los problemas prácticos y teóricos en el aula.

País: España. ISSN 2014-4784. URL. <https://www.grao.com/es/uno>. Trimestral.

Revista **indexada en: Dialnet, Latindex, Carhus, Cindoc (Isoc), Dice, Erih, In-Recs, Redined y Resh.**

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Las referencias de cada publicación se encuentran al final de los textos correspondientes, en el apartado anterior. Se presentan a continuación las referencias citadas en este texto compilatorio, con independencia de que estén incluidas en alguna de las publicaciones.

Bergen, D. (2009). Play as the Learning Medium for Future Scientists, Mathematicians, and Engineers. *American Journal of Play*, 1(4), 413-428. ERIC Number: EJ1069001

Bishop, A. (1998). El papel de los juegos en educación matemática. *Uno. Revista de didáctica de las matemáticas*, 18, 9-19.

Blanco-Álvarez, H., Fernández-Oliveras, A., y Oliveras, M. L. (2017). Formación de profesores de matemáticas desde la Etnomatemática: estado de desarrollo. *BOLEMA: Boletim de educação matemática*, 31, 564-589. <https://doi.org/10.1590/1980-4415v31n58a02>

Bravo, E., Brígido, M., Hernández, M. y Mellado, V. (2022). Las emociones en ciencias en la formación inicial del profesorado de infantil y primaria. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado. Continuación de la antigua Revista de Escuelas Normales*, 97 (36.1).

Castillo-Merino, D., y Serradell-López, E. (2014). An analysis of the determinants of students' performance in e-learning. *Computers in Human Behavior*, 30, 476-484.

Chawla, L. (2015). Benefits of Nature Contact for Children. *J. Plan. Lit.*, 4, 433–452.

Consortio CHCFE (2015) Cultural Heritage Counts for Europe [en línea]. Cracovia: International Cultural Centre. Disponible en: http://blogs.encatc.org/culturalheritagecountsforeurope/wpcontent/uploads/2013/11/CHCFE_Report_WEB_Spain.pdf

Cornellà, P.; Estebanell, M.; Brusi, D. (2020) Gamificación y aprendizaje basado en juegos. *Enseñanza Ciencias de la Tierra*, 28, 5–19.

D'Ambrosio, U., y Rosa, M. (2008). Um diálogo com Ubiratan D'Ambrosio: uma conversa brasileira sobre etnomatemática. *Revista Latinoamericana de Etnomatemática Perspectivas Socioculturales de la Educación Matemática*,1(2), 88-110.

Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R., y Nacke, L. (2011). From game design elements to gamefulness: defining "gamification". In *Proceedings of the 15th international academic Mind Trek conference: Envisioning future media environments* (pp. 9-15).

Espigares-Gámez, M. J., Fernández-Oliveras, A. y Oliveras M. L. (2019b). Análisis de juegos. Catálogo de juegos tradicionales para trabajar áreas científicas y matemáticas. En: Tomás Sola Martínez, Marina García Carmona, Arturo Fuentes Cabrera, Antonio Manuel Rodríguez García, Jesús López Belmonte, Coord. *Innovación educativa en la sociedad digital*. pp. 2186-2200. Edit. Dykinson, España. ISBN 978-84-1324-493-8,

Espigares-Gámez, M. J., Fernández-Oliveras, Alicia y Oliveras, M. L. (2020a). Instrumento para evaluar competencias matemáticas y científicas del alumnado que inicia Educación Primaria, mediante juegos. *Paradigma*, 41, 326-359. <https://doi.org/10.37618/PARADIGMA.1011-2251.2020.p326-359.id807>

Espigares-Gámez, M. J., Fernández-Oliveras, A. y Oliveras M. L. (2020b). Games as STEAM learning enhancers. Application of traditional Jamaican games in Early Childhood and Primary Intercultural Education. *Acta Scientiae*, 22(4), 28-50. <https://doi.org/10.17648/acta.scientiae.6019>.

Fernández-Oliveras, A.; Oliveras, M.L. (2015). Formación de maestros y Microproyectos curriculares. *Rev. Latinoamericana de Etnomatemática. Perspect. Sociocultural de la Educación Matemática*, 2, 472-495.

Fernández-Oliveras, A., Espigares-Gámez, M. J. y Oliveras M. L. (2019a). Teorizaciones para la tipificación de juegos con potencial educativo STEAM. En: Tomás Sola Martínez, Marina García Carmona, Arturo Fuentes Cabrera, Antonio Manuel Rodríguez García, Jesús López Belmonte, Coord. *Innovación educativa en la sociedad digital*, pp. 1645-1658, Edit. Dykinson, España. ISBN 978-84-1324-493-8.

Juegos tradicionales para desarrollar el pensamiento matemático-científico y su aplicación a propuestas didácticas integradas diseñadas desde una perspectiva Etnomatemática

Fernández-Oliveras, A., Espigares-Gámez, M. J., y Oliveras, M. L. (2021). Implementation of a playful microproject based on traditional games for working on mathematical and scientific content. *Education Sciences*,11(10), 624.

Garaigordobil , M. T. (1992). *Juego cooperativo y socialización en el aula: un programa de juego amistoso, de ayuda y cooperación, para el desarrollo socio-afectivo en niños de 6 a 8 años*. Seco Olea: Moraleja de Enmedio (Madrid), Spain.

Glenberg, A. M. y Robertson, D. A. (1999). Indexical understanding of instructions. *DiscourseProcesses*, 28 (1), pp.1-26. Doi :10.1080/ 016385399095450675–19

Huizinga, J. (2014). De lo lúdico y lo serio. In *Acerca de los Límites Entre lo Lúdico y lo Serio en la Cultura*; Aullón de Haro, P., Huizinga, J., Eds.; 19–60. Casimiro Libros: Madrid, Spain.

Huizinga, J. (2013). *Homo ludens: A study of the play-element in culture*. Routledge: London, UK,

Huxley, J. S. (1955). Guest editorial: Evolution, cultural and biological. *Yearbook of anthropology*, 2-25. The University of Chicago Press: Chicago, USA.

Latorre, A.J. (2003). *Juego y Educación: Aplicación de la Construcción y Uso de Juegos Educativos a los Procesos de Enseñanza y Aprendizaje*; Dirección General de Promoción Educativa: Madrid, Spain.

Morris, B.; Croker, S.; Zimmerman, C.; Gill, D.; Romig, C. (2013). Gaming science: The “Gamification” of scientific thinking. *Frontiers in Psychology*, 4, 607. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2013.00607>

Oliveras, M. L. (1996). *Etnomatemáticas. Formación de profesores e innovación curricular*. Comares: Granada, España.

Oliveras, M. L. (2006). Etnomatemáticas. De la multiculturalidad al mestizaje. En: GIMENEZ, J.; GOÑI, J. M.; GUERRERO, S. (Eds.). *Matemáticas e interculturalidad*. Barcelona: Graó. p. 117-149.

Juegos tradicionales para desarrollar el pensamiento matemático-científico y su aplicación a propuestas didácticas integradas diseñadas desde una perspectiva Etnomatemática

Oliveras, M.L. (2008). Model For Research On Multicultural In Mathematics Education. ICME 11. Monterrey, México. *Topic Study Group 33: Mathematics education in a multilingual and multicultural environment.*

Oliveras, M. L. (2015). El pensamiento creativo, la crítica y la comunicación en el ICEm5. *Revista Latinoamericana de Etnomatemática*, Nariño, v. 8, n. 2, p. 4-10.

Park, N., y Ko, Y. (2012). Computer education's teaching-learning methods using educational programming language based on STEAM education. In *IFIP international conference on network and parallel computing* (pp. 320-327). Springer, Berlin, Heidelberg.

Pinto, J. A. Á., Parra, M. E. G., y Abril, C. A. H. (2020). Las etnomatemáticas y su influencia en el desarrollo de la competencia cultural. *Cultura Educación y Sociedad*, 11(2), 237-250. <http://dx.doi.org/10.17981/cultedusoc.11.2.2020.13>.

Stake, R. E. (2005). *Investigación con estudio de casos*. 3era.Edición, Madrid, Morata.

Stake, R. (2010). *Cualitative research*. Nueva York, Guilford Press.

Sullivan, A., Strawhacker, A., y Bers, M. U. (2017). Dancing, drawing, and dramatic robots: Integrating robotics and the arts to teach foundational STEAM concepts to young children. In *Robotics in STEM education* (pp. 231-260). Springer, Cham.

Urquidi , A.C , y Tamarit . C (2015). Juegos serios como instrumento facilitador del aprendizaje: evidencia empírica. *Opción*, 31(3),1201-1220ISSN: 1012-1587. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=31045567063>.

Vázquez-Alonso, Á., Manassero-Mas, M. (2017). Juegos para enseñar la naturaleza del conocimiento científico y tecnológico. *Educar*, 53(1), 149-170.