

# Games as STEAM learning enhancers. Application of traditional Jamaican games in Early Childhood and Primary Intercultural Education

María José Espigares-Gómez<sup>1a</sup>

Alicia Fernández-Oliveras<sup>2b</sup>

María Luisa Oliveras<sup>1a</sup>

<sup>a</sup> Universidad de Granada (UGR), Facultad de Ciencias de la Educación, Departamento de Didáctica de la Matemática, Granada, Andalucía, España

<sup>b</sup> Universidad de Granada (UGR), Facultad de Ciencias de la Educación, Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Granada, Andalucía, España

*Received for publication on 14 Jul. 2020. Accepted after review on 17 Jul. 2020*

*Designated editor: Renato P. dos Santos*

## ABSTRACT

**Background:** Despite its social importance, the learning associated with STEAM thinking (science, technology, engineering, arts, and mathematics) we consider is not fully developed in classrooms. **Objectives:** This research proposes to promote STEAM skills through game-based learning. **Design:** These were used to design an integrated educational proposal, called the Micro Play Project (MPL), following the principles of game-based learning and an intercultural approach focused on Ethnomathematics. **Setting and Participants:** This MPL was implemented in a Spanish school with small groups of students from Pre-school and Primary Education, dedicating three sessions to each of the four games, which were recorded on video. **Data collection and analysis:** Studying the Jamaican culture, we discovered that the game is a relevant cultural sign in Jamaica, we compiled and analyzed its traditional games, generating a catalog, from which we selected four games, for their potential to develop STEAM learning at school. Qualitative-interpretive research was carried out through a case study and content analysis, using a proprietary tool. **Results:** they are diverse skills, artistic, scientific and mathematical manifested when playing, such as: musical sense, detection of similarities, ability to turn, identification of shapes, estimation of distances, formulation of hypotheses and establishment of relationships by criteria, which have confirmed the didactic potential of these games, in an environment of ethnomathematical intercultural education. **Conclusions:** The validity of the MPL as a didactic method to develop STEAM learning is deduced from the results. We hope to strengthen and spread this method by making new elaborations and applications of MPL.

**Keywords:** STEAM learning; Game-based learning; Traditional games; Early Childhood Education and Primary Education; Ethnomathematical Intercultural education.

## Juegos como potenciadores de aprendizajes STEAM. Aplicación de juegos tradicionales Jamaicanos 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 Jamaicanos 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.

## INTRODUCTION

Since the end of the last century, playful learning and gamification have been introduced in the educational and business fields, without sometimes making a clear distinction between the two learning methods.

Playful learning, coined by Resnick (2004), is “a generic term that, until now, consisted of free play and directed play” (Hassinger-Das, Toub, Zosh, Michnick, Golinkoff and Hirsh-Pasek, 2017, p.203). A more operational definition of playful learning refers us to play experiences to learn (Fisher, Hirsh-Pasek, Golinkoff, Singer, & Berk, 2010; Johnson, Christie, & Yawkey, 1999). The game is characterized by being playful-fun, voluntary, intrinsically motivated, with active participation and a certain inhibition of reality (Pellegrini, 2009; Sutton-Smith, 2001). Transmitting these characteristics to playful learning, “games make use of aspects such as fun, inhibition of reality and curiosity to attract children and maintain their interest. These elements reflect most of the key ingredients in playful learning” (Hassinger-Das, et al, 2017, p.206). Within playful learning we can include game-based learning, an optimal teaching methodology for the future according to the Horizon 2011 study (Johnson, Smith, Willis, Levine and Haywood, 2011).

There is extensive research on the effectiveness of games to produce behavioral, cognitive and metacognitive changes (Mc. Gonigal, 2011), but there is not as much research on games as a methodological alternative to instruction, that demonstrate its effectiveness in the development of learning in areas scientific and mathematical (Gee, 2013). In the review by Li and Tsai (2013) of 31 empirical investigations on science learning based on digital games, 27 raised the concept learning and few explored processes, affects, motivation and socio-contextual scientific learning. Some of these questions, such as the natural connection between games and the Jamaican cultural community, are transversal to the development of scientific-mathematical learning in the didactic proposal proposed in this research, whose key question is : Can STEAM learning be developed (Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics) through traditional Jamaican games?

As an answer we addressed the general objective of showing the use of traditional games as a valid methodology to develop STEAM learning, through an integrated instructive proposal with an intercultural approach. In details, we set ourselves two specific research objectives: to design and implement a didactic proposal focused on traditional games practiced in Jamaica, and to analyze its didactic potential to develop

contextualized scientific-mathematical learning. We understand that a game has didactic potential to develop learning, when playing it there is an activated evidence in which certain knowledge (practical or theoretical) is required, which is modified towards greater mastery, producing learning.

Therefore, we started from the idea of STEM education (Science, Technology, Engineering, and Mathematics), (Furman, 2016; Martín □ Páez, Aguilera, Perales □ Palacios, Vilchez □ González, 2019), considering that the integration of the different areas of knowledge produces significant knowledge of the world, especially if it is articulated through learning based on games, taken as a sign of cultural identity, (which is provided by the A for Arts).

We want to explain that we understand intercultural education as the educational practice that is developed in a context in which diverse cultures are present in daily school tasks, as objects of study that we incorporate into the curriculum, valuing their ancestral or current knowledge, as well as the decontextualized knowledge recognized academically and present in textbooks. Knowing cultural signs of other cultures (for example, games) makes value others, respect them and desire to establish symmetrical relationships between all cultures (interculturality), considering multiculturalism as a very enriching social value

Thus, in our research we relate play, interculturality and STEAM learning, from an ethnomathematical approach (Oliveras, 2005, 2006), designing and developing an educational proposal based on Jamaican culture, specifically in its games, to educate Spanish children in interculturality, at the same time that they develop their scientific-mathematical, technical and humanistic competences, helping to revalue the culture of Jamaica, whose values we are attracted to when studying their playful and respectful with diversity lifestyle.

## **THEORETICAL FRAMEWORK**

### **Game and STEAM education**

For Huizinga (1955, 2014), the game is free and voluntary action that occurs within space-time limits and under freely agreed rules. Furthermore, it is a meaningful activity that has a social function and creates its own social structure. Piaget (1964) establishes that play in childhood allows us to participate in the environment that surrounds us, understand it and assimilate reality, achieving learning. Vygotsky considers that the main function of the game is to allow the individual to realize their self, develop their personality and acquire social skills (Vygotsky, 1982; Vygotsky and Luria, 1994).

The educational possibilities of the game have also been raised by many other authors who have shown their impact on scientific-technological, social and humanistic knowledge (Bergen, 2009; Fernández-Oliveras, Molina-Correa and Oliveras, 2016; Hassinger-Das, Toub , Zosh, Michnick, Golinkoff and Hirsh-Pasek, 2017; Vázquez-

Alonso and Manassero-Mas, 2017). All are based on the multidimensionality of the game, considering it a regulatory element of human development in society. We share this idea, highlighting three dimensions: cultural, leisure and, especially, educational, where it has a compensatory power (Figure 1), since ‘although children of low socioeconomic status tend to underperform on many tests, both they and their Higher level peers tend to use similar everyday math in their games’, (Ginsburg, Wu & Diamond, 2019, p. 273).

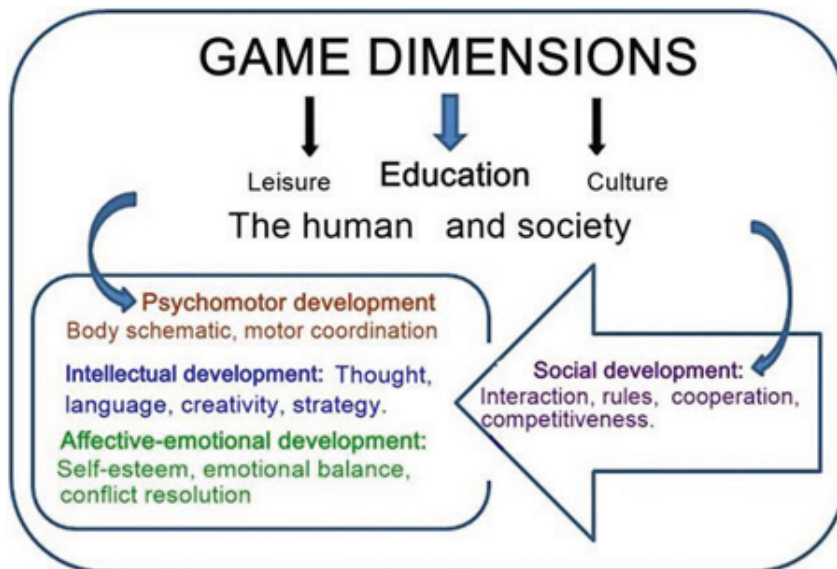


Figure.1 Dimensions of play and human development.

The connection between STEAM and game competencies was positively posed by Carr and Luken, (2014), indicating that boys and girls who learn academic concepts, participate in physical activities and research scientific principles through play, improve development in all domains. However, active teachers and also those in training, often doubt the value of play as a didactic method, especially for learning mathematics and science (Fernández-Oliveras & Oliveras, 2014).

We can define STEAM education as a more advanced model of STEM education (Páez, Aguilera, Perales - Palacios, Vílchez - González, 2019), where the arts and humanities, which include culture, are present in various facets, such as creativity, intuition and the development of the person in cognitive, physical, language, social, emotional and ethical domains (Chawla, 2013; Furman, 2016; Moore and Smith, 2014; Park and Ko, 2012; Sanders, 2009).

Further in depth the perspective of STEM and STEAM education, we turn to educational literature, concluding that one way to approach it is through the fact that all STEM disciplines offer opportunities to develop a set of common practices, such as: asking questions and design solutions, use models, design prototypes, investigate, analyze and

interpret data, use computational thinking, generate arguments, evaluate and communicate information (Bybee, 2010; Stohlmann, Moore, & Roehrig, 2012). The STEM competence is characterized above all by providing solutions to everyday problems, relating to skills at all educational levels (Merrill and Daugherty, 2010; Moorehead and Grillo, 2013). On the other hand, the OECD (1996) indicates how cultural exchange patterns are necessary to educate flexible people with a global and intercultural mind, capable of creative work today. STEAM's full potential lies in including the arts and humanities, broadly understood, contemplating language, culture, history (Sullivan, Strawhacker, Umaschi Bers, 2017) and 21st century skills such as: creativity, intellectual curiosity, thinking critical, media literacy, cooperation, entrepreneurship, flexibility, intercultural interaction and social responsibility, (Ananiadou and Claro, 2009; Rotherham and Willingham, 2010). Furthermore, Park and Ko (2012) emphasize that STEAM education must include values and the promotion of skills related to ethics, leadership and empathy.

The principles of the STEAM educational approach base this research on teaching-learning of science and mathematics from an interdisciplinary perspective, in which the didactic methodology incorporates the artistic-humanistic part through cultural signs specifically of the game, through the practice of games. Traditional which additionally provides learning in values.

### **Game and culture. Ethnomathematic**

The relationship between play and culture is based on Huizinga (1955), who posits play as a cultural element: "How much does culture have at stake?" (Huizinga, 2014, p. 20), and states: "Much of culture escapes being branded as a hypocrite for the mere fact of being part of the game. Society is saved, redeemed thanks to the game"(Huizinga, 2014, p. 22). Thus we intrinsically connect the game with culture and with intercultural education, an essential position in a global world.

All cultures play, since play is like mathematical and scientific thinking, are genuinely human physical or mental activities, intrinsically linked with culture, as Bishop (1988), expert in Ethnomathematics, indicates, affirming that there are six types of activities mathematics in which all cultural groups participate, the game being one of them. We conceptualize the sciences and mathematics following the approach of Ethnomathematics (D'Ambrosio, 2013), consisting of including both formal theories institutionalized in the academy, as well as the daily practices of micro-cultural groups, such as: groups identified by cultural signs, urban and rural communities, professional, ethnic, generational groups. Consequently, this research participates in a relativistic, sociocultural, ethnomathematical epistemology (Oliveras, 2006), which advocates interculturality in education (Oliveras, 2008). This implies accepting cultural diversity with respect and social equity, a perspective that all sectors of society have to assume (Rizvi, 2010, Walsh, 2005).

In the field of “school culture”, Seckel et al. (2020), in their study of attitudes towards mathematics, indicate that teacher attitudes influence student attitudes (Seckel et al., P. 25); regarding the playful attitude, reflected in item 13 of the applied questionnaire: “I find it fun to study mathematics”, show the following results: Totally agree: 15%, Agree: 24%, Neither agree nor disagree: 30% , Disagree: 24%, Totally Disagree: 7% (Seckel et al., P.31). That is to say, 39% have fun, 30% are perplexed by such a question and 31% do not have fun. Then only 30% of these teachers can transmit to their students the experience of a playful sense of mathematics. In turn, Burgos et al. (2019), affirm that the development of the knowledge and mathematical competences of the students is associated with the didactic-mathematical training of their teachers (Burgos et al., P.64), which shows the importance of introducing the playful perspective in mathematical training, both for teachers and for children, to improve their learning by enjoying their study.

Finally, within the focus of Ethnomathematics, to understand the approach of this research it is necessary to explain what a microproject is (Fernández-Oliveras & Oliveras, 2015). It is a curricular programming that does not start from content but from a relevant cultural axis or sign, which aims to develop competences in different subjects (sciences, techniques, mathematics), through integrated activities based on this sign. A microproject whose sign is the game contextualized in a culture, is a playful microproject (PMP). In this research, we selected traditional games in Jamaica as a cultural sign to develop an PMP.

## **METHODOLOGY**

### **Phases. Methods and Techniques**

The research in which this work is inserted, responds to the typology of Design-Based Research (DBR), or “*Design-Based Research*” (Confrey, 2006, Kelly, Lesh and Baek, 2008) and constitutes a single cycle of this methodology, which consists of three phases.

In the first phase, prior to this study, ethnographic techniques, curricular didactic analysis and content analysis applied to documents were used, carried out with a priori categories taken from scientific and mathematical epistemologies. Thus, the theoretical framework was developed and a “*Catalog of Jamaican cultural games*” was created, very useful for toy libraries (Fernández-Oliveras & Oliveras, 2019). The context for the initial anthropological study was Jamaica, where we find recreational activities as a sign of their cultural identity. We made the aforementioned catalog of about twenty traditional games and discovered that they are regulated. This type of games is characterized by rules to achieve a predetermined result in the game system, and its development varies depending on decisions or chance. We studied four games in the catalog as mediators of culturally contextualized mathematical-scientific thinking and enhancers of STEAM learning.



Second phase of the investigation, we designed an PMP, capable of developing mathematical and scientific learning, in a context such as the game that requires certain artifacts (engineering), aesthetic peculiarities (art), and interconnected values (respect for rules), activating STEAM learning. The aforementioned PMP was prepared, within the parameters of ethnomathematical interculturality and Spanish curricular regulations. The programmed PMP was also implemented and data on its development were taken, with the techniques: field notebook, audio recording and especially video, very suitable since it allows the spatial monitoring of the object of study (García, 2008). These recordings were taken directly, by someone outside the investigation. Data collection was carried out simultaneously with the performance of the PMP sessions. During the exploratory and initial sessions, one of the researchers carried out systematic, rational, direct and participant observation, taking field notes at the end of the sessions, changing to passive participant observation, in the final session. We show in this article the results of the second phase, whose obtaining process constituted the third phase, of which we also give all the most relevant information.

Third phase, a case study was carried out, considering as a case the activities carried out with each game, and integrating all the analyzes carried out on it. This research was carried out using a qualitative methodology, understood as that which produces descriptive data from observations (Taylor and Bogdan, 2000; Le Compte, 1995), and making contextualized interpretations, using Grounded Theory (Strauss and Corbin, 2002). For this, the videos were carefully visualized, the video segments were coded and analyzed with their own technique, registering them using tabular protocols prepared for the research (Figure 2):

Brown girl in the ring Early Childhood Education (4 years) Exploratory Session										
	C	Similarity detection	Detection of projective spatial relationships	Identification of flat shapes	Capacity rotation	Use of senses	Demonstration of balance			
TO										
TO	Mimics word said by the researcher	1:42	Forward shift	2:18 5:32 (slow) 6:03 (fast) 6:31	5:29 knows how to make a circle	4:30 transverse turn with the trunk	Ear	2:04 listen to the order and carry it out	Static	The whole session
			Scrolling down	6:31						
			Scrolling over an object	6:54						
	Mimics researcher or peer movement	1: 5 2:26 2:51 3:44 4:52	Shift left	7:27					Dynamic	4:04 jump
C	Mimics researcher or peer movement	1:58 2:49 3:47 4:47	Forward shift	5:35 (slow) 6:04 (fast)	7:15 position to form a circle		Ear	2:41 listen to the order and carry it out	Static	The whole session
			Scrolling down	6:24 6:30 7:03	8:18 identify rectangular shape				Dynamic	1:54 and 2:24 scroll jump
			Scrolling over an object							

Figure.2. Example of a protocol developed for data recording and analysis

In the data analysis and registration tables (one for each session) the categories associated with STEAM learning were reflected, some elaborated a priori through



the analysis and initial classification of the games, and others emerging from the implementation, recording the data corresponding to each participant, in terms of temporal occurrence of actions or evidences that manifest each category (Figure 2). We show the set of 18 categories, and their relationships with each game, in Table 1. The creativity category was captured by the researcher and recorded in her field notebook, but not accounted for by video sequences.

Table 1.  
Set of Categories for analysis and its relation to games

Games	Brown Girl in the Ring	Dandy Shandy	Marbles	Domino
<b>Analysis categories</b>				
Identification of flat shapes or figures	X			
Identification of turning situations	X			
Similarity detection	X			
Detection of spatial topological relationships	X			
Use of the senses (music. Gesture, vision)	X			
Gross psychomotor activity: movement and balance	X	X		
Application of logical laws		X		
Detection of empty lengths or distance		X	X	
Specular laterality identification		X		
Offsets direction different from a path		X		
Detection of the three-dimensional plane-space relationship			X	
Identification of angles in hypothetical trajectories			X	
Sense of the force-speed relationship			X	
Hypothesis development			X	X
Establishment of relationships through criteria				X
Strategies development				X
Elaboration and perception of spatial structures				X
Creativity	X	X	X	X

This type of methodology allows showing evidences of various STEAM learning, activated when playing these games and through their records knowing the potentialities manifested by each game in this experience, collected in Figure 3.

In the previous sections, what was carried out in each phase of the research cycle was described. Qualitative research techniques such as case studies and content analysis were used to obtain evidence that supports learning through the design called PMP applied to Jamaican games, which will allow us to use it in a second cycle of research in other contexts.

## RESULTS

The analysis of the implementation of the PMP is constituted by the interconnection of the four cases, first studying each case then together and what happened after analyzing the data.

The four games that make up the investigated cases were analyzed and have the following typological characteristics (Table 2) according to MTJ the authors' game classification model (Fernández-Oliveras et al, 2019):

Table 2.  
*Typologies of the games used in the research, according to MTJ*

Type according to MTJ (Game Typing Model)	Games used in research			
	BROWN GIRL IN THE RING	DANDY SHANDY	Marbles	DOMINO
2 Social game	X	X	X	X
3 Regulated game	X	X	X	X
4 Functional and sensory coordination game	X	X	X	
5 Game of thought and creativity	X		X	X
6 Game of expression and emotional control	X			
8 Multiplayer game	X	X	X	X
9 Popular or traditional game		X	X	X
10 Outdoor set	X	X	X	X
11 Indoor set	X			X
12 Competitive Play		X	X	X
14 Cooperative play		X		
15 Non-competitive play	X			
17 Collaborative game	X			
19 Board Games				X
<b>STEAM potential level</b>				
Tall	X	X	X	X
Medium				
Low				

The high level of STEAM potential and the variety of types they collect, made these games were chosen for research.

### Case A: Brown Girl in the Ring game.



Figure 3. First year students of Early Childhood education playing Brown Girl in the Ring

Brown Girl in the Ring is a circle game, where a participant located in the center of the circle makes a movement to the rhythm of the music and the rest of the participants must imitate it. (Jamaica Field Service Project, 2018)

Altogether, the participating researcher noted that this game activates the musical sense and the practice of balance-rhythm, along with the other six scientific-mathematical learnings, detected through video sequences and whose counts are shown in the graph in Figure 4. Results corresponding to the exploratory session show good levels of the students in the execution of the categories “Detection of similarities” and “Detection of topological notions”, the rest of the categories show lower rates. This could be due to the fact that during this session the players did not yet recognize a turn, nor were they aware that they possessed turning capacity as an ability.

In the initial session, when the participants start to play for the first time, they discover new skills that they were previously unaware of and increase the values in detecting similarities and especially in turning capacity. This is motivated by the characteristics of the second session, which further favors the development of motor skills. It also increases the “use of the senses”, as they respond to oral commands by changing their movements, using the ear and developing physical knowledge.

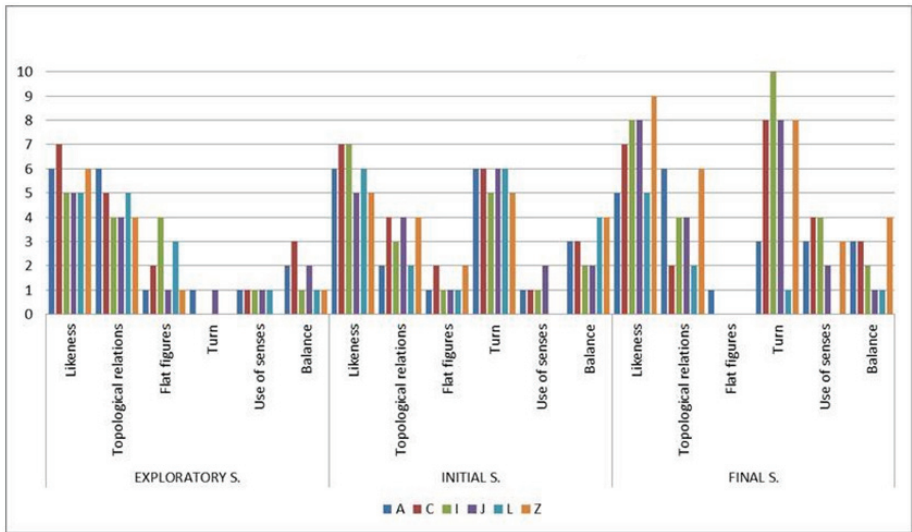


Figure 4. Graph with the results of the three sessions of Brown Girl in the Ring

This, combined with comprehensive language or social knowledge, leads to so-called logical-mathematical knowledge, through which relationships are established between the physical elements of the environment and the mental elements, such as concepts, properties, procedures, relationships in the form of guidelines or patterns and strategies of action and decision, which together configure, according to Piaget, (1964), human knowledge. We appreciate learning or changes in the knowledge of the participants, when the game instructor intervenes, since these skills are found in the “potential development zone” of these young children, which are activated by collaboration with another subject (Vygotsky and Luria 1994).

Regarding the last session, we can see how the levels of most categories (of participants C, I, J, Z) increase again, the highest being those of “Similarity detection” and “Turning capacity”, Which is remarkable for the correct development of this game. Finally, in “Identification of forms”, the levels recorded suffer a general decrease due to the content of the sessions, in which no flat forms appear. Z and I are the most representative subjects of progress.

## Case B: Dandy Shandy Game



Figure 5. Second year students of Early Childhood education playing Dandy Shandy

This game consists of forming two teams that must throw a ball or paper ball in order for it to touch an opponent and eliminate him from the game. The winning team will be the one that eliminates the last player from the opposing team (Mckenzie, 2011).

According to the field notes of the participating researcher, the game shows potentials such as: cooperation, respect for (social) rules; mathematical and scientific attitudes, using logic, appreciation of distances and use of laterality-position and displacements in space, (Figure 6).

In this case, during the exploratory session they were appreciated in the video as mathematical and scientific skills in the players, only the use of displacement. However, the researcher realized that they took into account the logical laws since they understood that they had to throw the ball with more or less force, depending on the distance at which their rival is. They also demonstrated a good use of displacement to prevent the ball from hitting them, the most used movements being displacement to the left and bending down. In the initial session, the participants demonstrated an improvement in the aforementioned use of displacement, as well as in the use of laterality. Both reflected in the players who had to dodge the ball. The team that was in charge of throwing the ball showed more potential in estimating distances, while the receiving team increased the categories of “Use of displacements” and “Laterality” when trying to dodge the ball.

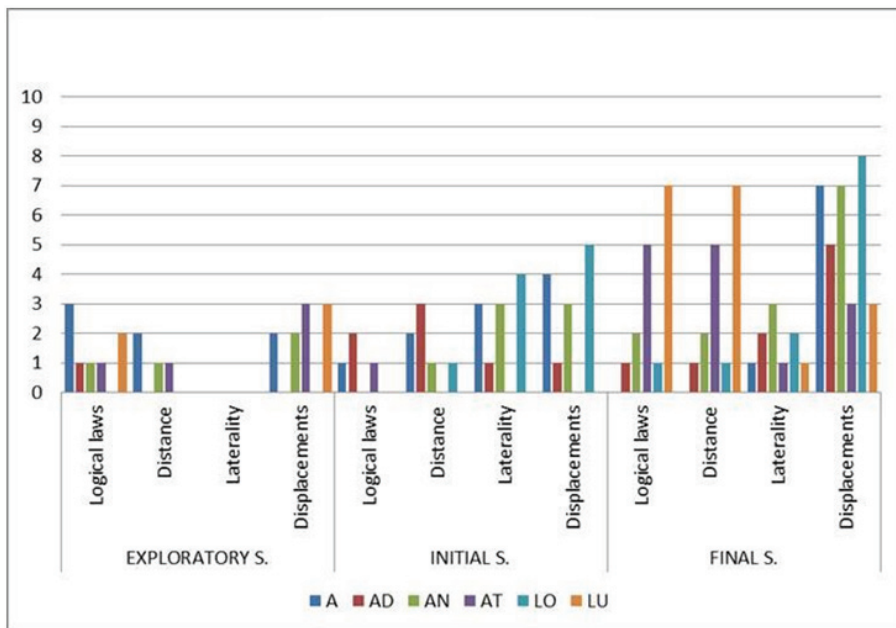


Figure 6. Graph with the results of the three sessions of Dandy Shandy

In the final session, there was an increase in all categories except for the laterality, which decreased a little, due to their more elaborate techniques of dodging the ball, since they already jumped, made turns or curls, observed emerging learning (Figure 6).

**Case C: Marbles.**



Figure 7. First year primary school student playing marbles



In this case, initially it was played in such a way that the students had to bring their marble closer to the established point. (Lucas, 2016).

The learning involved in this game, regarding the use of the senses, coordination of perspectives and psychomotor skills were tested in all sessions of the game along with the identification of shapes and the perception of the volume of the sphere, appreciating its influence on the increase in the other four learning elements, which were highlighted in the video and evaluated for their repeated occurrence. As can be seen in the graph (Figure 8), there was a significant increase in the analyzed mathematical and scientific skills over the course of the sessions.

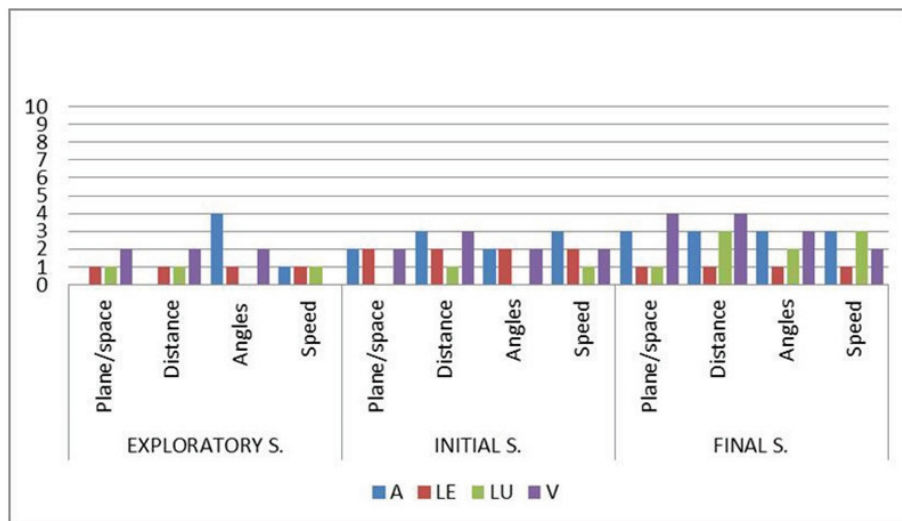


Figure 8. Graphic with the results of the three Marbles sessions

Meanwhile during the exploratory session the players demonstrated better results in the measurement of angles when making a throw, in the initial session there was an improvement in the distance estimation. Since the player first establishes the point at which he wants to launch the marble and the angle at which he must perform this launch, to later calculate the force (which they perceive as speed) with which he must launch, according to the distance from the point. Finally, during the final session, there was a considerable increase in all categories,

Highlighting the estimation of distance and launch speed. At the end of the third session, the players understood that they should launch with less force if the chosen point is closer to them, something that during the first session was barely reflected (Figure 8).

#### Case D: Domino-Domino Game.

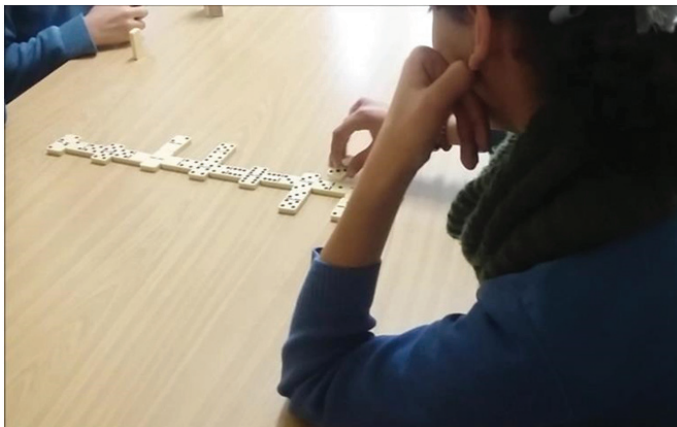


Figure 9. Sixth grade Primary School student playing Domino-Dominoe

The quintessential game of Jamaican society, in this case it was played in its “French” version where the placement of a chip is preceded by the previous chip, which must be twice the same value as this one. (Pineda, 2016)

During the exploratory session, only the formulation of hypotheses was stated, since the session was guided by a question, due to the researcher’s interest in knowing the initial level of hypothesis development that the players had. This question was: “Why do they eat ackee fruit in Jamaica without suffering health problems, when it is highly toxic?” it is not toxic at its point of maturity (when it is open) or cooked, a change in properties that surprised them. They exercised scientific skills in this process, which are collected in the field notebook, but when they were analyzed in the video, they turned out to be of a low level (Figure 10). In the initial session, great progress was made in establishing relationships by criteria, especially in the two participants who had never played dominoes, but there was hardly any strategy, during the final session the players revealed numerous techniques to improve their game. Something similar occurs with the debate before the proposal of a hypothesis. During this session, the players were more participative and revealed a greater number of ideas when faced with the question posed by the researcher. It was also remarkable how as the sessions progressed they made more complex game structures, reflected in the video. In the final session, a great advance was demonstrated regarding the increase in STEAM learning, confirming the mathematical and scientific potential of the game and the didactic validity of the PMP.

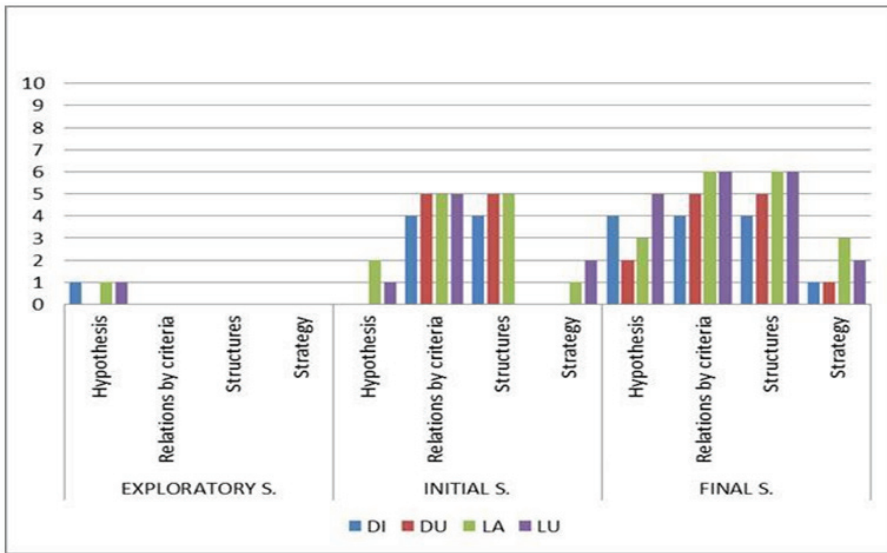


Figure 10. Graph with the results of the three Domino-Dominoe sessions

## DISCUSSIONS

The cited studies by relevant authors affirm that children from all socioeconomic levels use mathematics in games: “they and their higher-level peers tend to use similar everyday mathematics in their games”, (Ginsburg, Wu and Diamond, 2019, p. 273). In accordance with this, we conclude, from case A, that the game used shows sufficient evidence of activating the six mathematical and scientific learnings a priori categorized as possible and also develops the artistic musical sense as well as psychomotricity.

As we indicate in the framework of foundations, STEM competence is characterized above all by providing solutions to everyday problems, relating to skills (Merrill and Daugherty, 2010; Moorehead and Grillo, 2013). This has been verified in cases B and C. Case B has shown good evolution of the mathematical and scientific learning of the participants, and adds emerging spatial and psychomotor learning, thus affirming the potential of the game analyzed.

Case C presented material difficulties that were overcome, scientific learning that related force to speed was activated, space mathematics and psychomotors who jointly developed everyday physical knowledge typical of the real world. The game involved shows good potential for learning.

In case D, it was possible to appreciate learning developed through a greater evolution of the logical and strategic elements, which also allow solving everyday problems. The version used, of French origin, has great mathematical and scientific

potential, and provides interculturality, since, as the OECD (1996) indicates, patterns of cultural exchange are necessary to educate flexible people, capable of working creatively in the STEAM sense.

In all cases, rather than variations from one session to another, we are interested in highlighting the presence of evidence of the categories involved in each game, associated with STEM learning.

The study shows the 18 STEAM learnings activated with the four selected traditional games, with evidences registered by means of video recording and the elaboration of the field notebook, underlining the consequent potentiality of the games to develop such learning, which additionally provide learning in values, typical of component A understood broadly.

The case study as part of a design investigation and as such is contextualized and therefore what we can affirm is that what was discovered in the study is possible, although it cannot be generalized to all contexts or give it universal objective validity. If it has been possible in these circumstances, it can be extrapolated to similar contexts and circumstances, in a second cycle of research, and always with a rigorous interpretation of its scope regarding the power of games as a STEAM learning method.

## **CONCLUSIONS AND EDUCATIONAL IMPLICATIONS**

In the present study, we selected four games, from a catalog prepared through analysis and classification of popular games in Jamaica, which was carried out in an initial phase of the research design to which this work belongs. We select them for their a priori potentialities to activate aspects associated with mathematical and scientific thinking and other skills that generate STEAM learning.

Based on these games we designed an PMP, that was experimented with students from Early Childhood and Primary Education, discovering, through a case study. The curricular design is valid for working various subjects in an integrated way at school, through activities based on the games studied, whose educational potential STEAM is evident.

We can affirm this since, through the games involved in the PMP, evidence of activation has been collected in the ability players such as: elaboration of hypotheses, planning, detection of similarities, spatial sense, appreciation of the concept and ability to perform turns and spatial transformations. The participants also developed: logical-mathematical knowledge through which they established relationships between elements of the environment and built scientific learning about concepts, properties or procedures, in the form of guidelines or patterns, they won in developing strategies and choosing between alternatives.

The educational implications derived from this research point to the fact that given the suitability of the PMP design for the STEAM approach to education, since

it takes as a nucleus to organize scientific and technical learning a relevant cultural sign in a social group, such as games employees, learning related to the artistic and humanistic aspects (musical and aesthetic sense, values and ethics) could also be developed.

In conclusion, through PMP, integrated game-based learning can be developed together with other positive values for coexistence in society, such as compliance with agreed rules, the ability to accept that one does not always win, companionship and cooperation.

Among the values that would be promoted, those associated with the intercultural educational conception stand out, such as respect for all cultures, as indicated in this case, materializes in the knowledge and practice of games typical of other parts of the world.

As a result, through this research cycle, it has been possible to demonstrate the educational value of the game as a methodology for the development of STEAM learning, and to state that traditional games are good mediators to disseminate values involving intercultural education.

#### **AUTHORS 'CONTRIBUTION STATEMENTS**

MJE-G has contributed to the ethnographic study of the Jamaican culture, the analysis of the games, the design and implementation of the MPL and the analysis of the data. AF-O has directed the entire project, reviewed and corrected the design and analysis of data, collaborating in the writing of the final text; MLO has contributed in the implementation phase, advising on specific situations and collaborated in the revision of the data and the final text.

#### **DECLARATION OF DATA AVAILABILITY**

The data is in the authors' files, the first author being in charge of their custody and consultation by those interested.

#### **REFERENCES**

- 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](http://www.childrenandnature.org/downloads/chawla1_Benefitsofnature_6.13.pdf)
- D'Ambrosio, U. (2013). *Etnomatemáticas. Entre las tradiciones y la modernidad*. Madrid: Díaz 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-Gómez, 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: Páramo, 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=u48KVRregAK>

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., Vásquez, 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) A Perspectiva 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. *Educación [online]*, 53(1), 149-170. <https://www.raco.cat/index.php/Educación/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.

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

María José Espigares-Gómez<sup>1a</sup>

Alicia Fernández-Oliveras<sup>1b</sup>

María Luisa Oliveras<sup>1b</sup>

<sup>a</sup> Universidad de Granada (UGR), Facultad de Ciencias de la Educación, Departamento de Didáctica de la Matemática, Granada, Andalucía, España

<sup>b</sup> Universidad de Granada (UGR), Facultad de Ciencias de la Educación, Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Granada, Andalucía, España

*Recibido para publicación 14 jul. 2020. Aceptado después de su revisión 17 de jul. 2020*

*Editor designado: Renato P. dos Santos*

## 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 Jamaicanos 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 Anunciação, 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 cómo 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 cómo 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 al 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; Moore y 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 conexiónamos 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 cómo 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 juegos tradicionales 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 sobre el 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) 6:31	5:29 sabe cómo hacer un círculo	4:30 giro transversal con el tronco	Oído 2:04 escucha la orden y la realiza	Estatico	Toda la sesión	
			Desplazamiento agachándose 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) 6:24 6:30 7:03	7:15 posición para formar un círculo 8:18 identifica forma rectangular		Oído 2:41 escucha la orden y la realiza	Estatico	Toda la sesión	
			Desplazamiento agachándose 6:30 Desplazamiento pasando por encima de un objeto 7:03				Dinámico	1:54 y 2:24 salto con desplazamiento	

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	
Identificación de ángulos en trayectorias hipotéticas			X	
Sentido de la relación fuerza-velocidad			X	
Elaboración de hipótesis			X	X
Establecimiento de relaciones mediante un criterio				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):

Tabla 2.

*Tipologías de los juegos utilizados en la investigación, según MTJ*

Tipo según MTJ (Modelo de Tipificación de Juegos)	BROWN GIRL IN THE RING			
	Juegos utilizados en la investigación	DANDY SHANDY	CANICAS	DOMINÓ
2 Juego social	X	X	X	X
3 Juego reglado	X	X	X	X
4 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			
8 Juego de varios jugadores	X	X	X	X
9 Juego popular o tradicional		X	X	X
10 Juego de exterior	X	X	X	X
11 Juego de interior	X			X
12 Juego competitivo		X	X	X
14 Juego cooperativo		X		
15 Juego no competitivo	X			
17 Juego colaborativo	X			
19 Juegos de mesa				X
<b>Nivel de potencial STEAM</b>				
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 Brown 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 muestran 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.

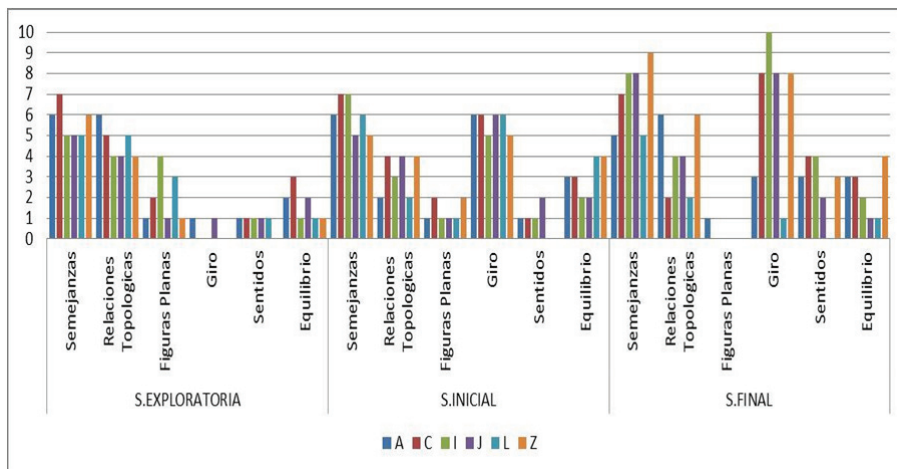


Figura 4. Grafico con los resultados de las tres sesiones de Brown Girl in the Ring

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 (Vyotsky 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 bola de 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 golpease, 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).

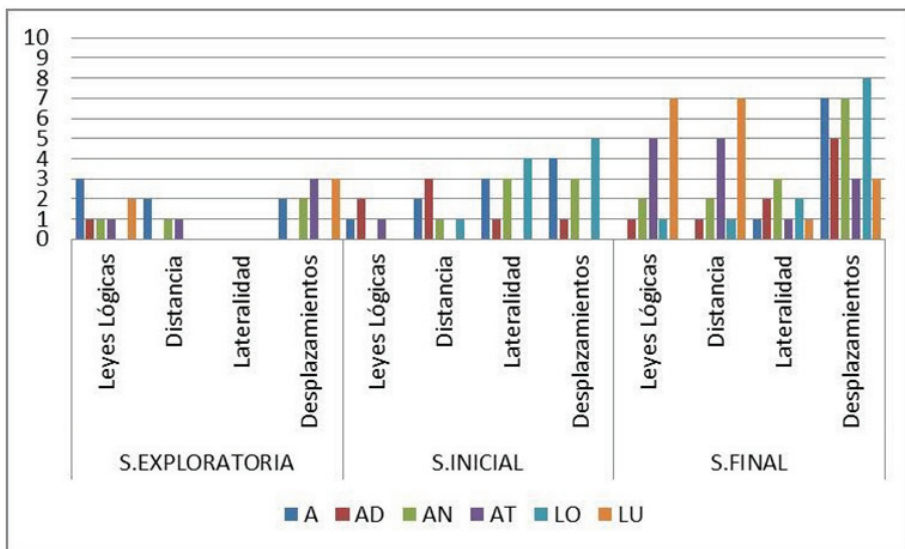


Figura 6: Grafico con los resultados de las tres sesiones de Dandy Shandy

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

En este caso, de forma inicial se jugó de forma que el alumnado debía acercar su canica 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.

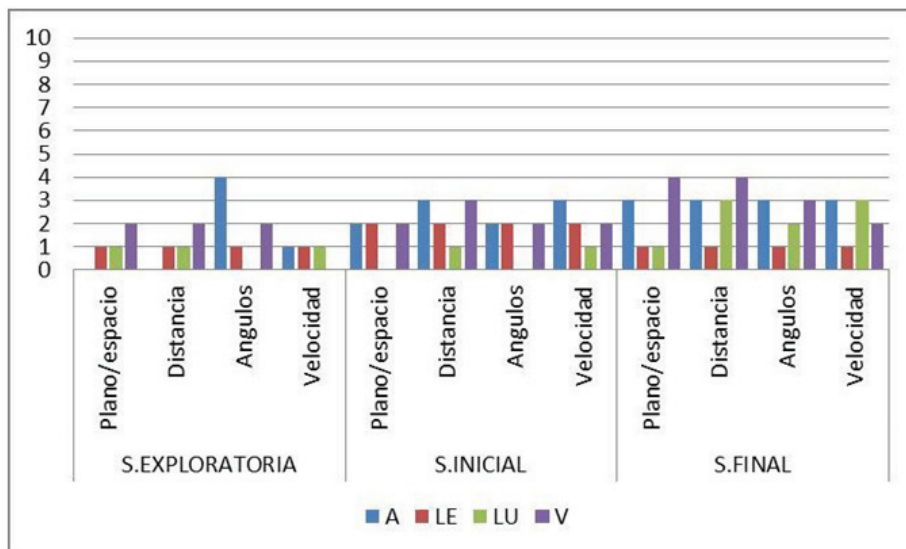


Figura 8. Gráfico con los resultados de las tres sesiones de Canicas

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.

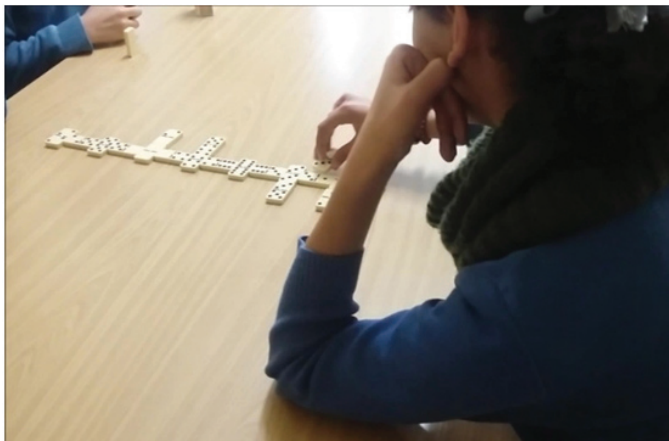


Figura 9. Alumnado de sexto curso de Educación Primaria jugando a Domino-Dominoe

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.



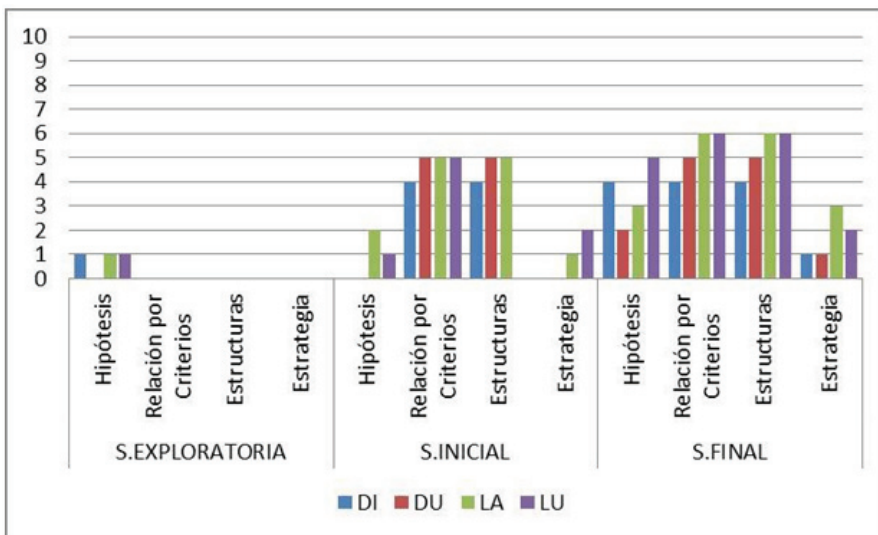


Figura 10: Gráfico con los resultados de las tres sesiones de Domino-Dominoe

## 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



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 y 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](http://www.childrenandnature.org/downloads/chawla1_Benefitsofnature_6.13.pdf)
- D'Ambrosio, U. (2013). *Etnomatemáticas. Entre las tradiciones y la modernidad*. Madrid: Díaz de Santos.
- De Anunciaçao, C, Cavalli, C y Da Silva Joao-Alberto (2019). Habilidades matemáticas na avalia 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 Vilchez-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 video] 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. Dominguez, 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 II, 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) A Perspectiva 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. *Educación [online]*, 53(1), 149-170. <https://www.raco.cat/index.php/Educacion/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.