

4WindGame: Un juego de Armado de Piezas Asistido con una impresora 3D

De Castro, Alejandro ¹, Brussa, Federico ¹,
Sartorio, Alejandro ², Vaquero, Marcelo ², Tedini, Daniel ²

¹ Grupo de desarrolladores e investigadores del proyecto ² Grupo de docentes
Universidad Abierta Interamericana (UAI)
Centro de altos estudios en tecnología informática (CAETI)

Abstract: El presente trabajo detalla los avances del proyecto 4WindGame, un juego lúdico de diseño propio creado mediante el empleo de la tecnología de impresión en 3D y software de diseño libre, con el fin de ser empleado en ambientes académicos. Este permite mediante piezas geométricas aprender conceptos de matemática y geometría. Se presenta un análisis sobre el impacto de los juegos en ambientes académicos primario. Luego se describen aspectos tecnológicos y metodológicos utilizados, con referencias de diseño y recursos de implementación. Por último, se describe una comparativa del juego creado junto con los resultados y las conclusiones finales.

Keywords: impresoras 3d, modelado 3d, educación, juegos, aprendizaje, gamificación, tangram, Scrabbel

1 Introducción

Desde el comienzo en la década del 80, cuando surgen las primeras impresoras 3D, sus aplicaciones fueron destinadas para uso en soluciones industriales, médicas y de ingeniería. Con la evolución de esta tecnología, su alcance fue incrementándose, logrando ser utilizada en producciones personales y hogareñas. Se comenzaron a crear objetos de decoración para casas, autos, juegos de mesas y juguetes para niños. La institución educativa “Cuatro Vientos” [1] planteando la necesidad de atraer a los alumnos hacia el estudio de las matemáticas, propone la utilización de un juego de mesa para lograr tal fin. Con el objetivo de acercar a sus alumnos un juego que facilite la enseñanza e introducción a conceptos sobre geometría, somos invitados a integrar un equipo de trabajo, con el fin de solucionar esta necesidad. El juego creado consiste en utilizar piezas geométricas básicas para formar otras figuras reconocibles, obteniendo un puntaje por la suma de los valores de cada pieza. El equipo de trabajo mediante los requerimientos relevados resuelve, diseñar y crear las piezas mediante la utilización de la tecnología de impresión en 3D. La utilización de esta tecnología permitió gran escalabilidad, ya que las piezas pueden ser modificadas en sus tamaños,

formas, colores y diseño atendiendo solicitudes de docentes y directivos de la institución.

Para lograr el desarrollo se realizó una búsqueda en publicaciones, donde algún juego fuese utilizado como herramienta principal para el estudio de matemáticas y geometría. Encontrando que desde principios del siglo XX se han realizado informes y estudios que respaldan la propuesta de utilizar diferentes tipos de juegos en ámbitos académicos, con el fin de generar en los alumnos un proceso de aprendizaje eficiente mediante la diversión. Entre todos estos informes se encuentra uno que aborda específicamente la temática del aprendizaje a través de recursos lúdicos, llamado “*El Juego Didáctico como estrategia de enseñanza y aprendizaje*” [2]. Este informe fue escrito en el año 2008, identifica cuatro áreas de desarrollo en las que el juego puede tener injerencia. Se mencionan el área físico-biológica, socio-emocional, cognitivo-verbal y la dimensión académica y analiza las características que debe reunir un juego para que sea didáctico y manipular esta clasificación para saber cómo emplearla y cuál sería la adecuada para un determinado grupo de alumnos de rangos de edades específicas.

En el trabajo denominado “*informe Horizon*” [3] se hace referencia a una nueva corriente de aprendizaje basada en juegos, que en los últimos años le otorgó el nombre de gamificación. Según estos informes, esta tendencia educativa potencia la motivación, el esfuerzo, la concentración y demás valores comunes a los juegos para motivar e influenciar a los alumnos, debido a que asimilan el conocimiento de manera simplificada. Este informe también menciona que la tecnología de impresión 3D tendrá impacto en la educación en los próximos años.

2 Requerimientos

Por intermedio de las reuniones mantenidas con el director del centro educativo Cuatro Vientos y de docentes de la asignatura matemática, se optó por la creación de un juego el cual se basa en la formación de figuras geométricas compuestas, partiendo de otras figuras simples, cada figura con un valor numérico. Éste juego además debería tener la suficiente versatilidad en sus niveles de dificultad para atender la variante de edades de alumnos, de entre 8 y 18 años que asisten al centro educativo.

Los requerimientos relevados para la creación del juego fueron los siguientes:

- 1- Presentar diferentes niveles de dificultad para un mismo juego, definiendo las piezas a ser seleccionadas
- 2- Mediante la utilización de distintas piezas geométricas, efectuar la creación de una nueva figura.
- 3- Diseñar las piezas de forma tal que al crear distintas figuras geométricas, se pueda calcular el volumen, área y contorno.

- 4- Presentar un conjunto de problemas a ser resueltos mediante el juego a modo de guía, para que posteriormente los docentes puedan crear o adaptar sus ideas.
- 5- Bajo costo de producción.
- 6- Brindar la posibilidad de ser utilizado en clases de apoyo como en exámenes.
- 7- Escalabilidad en las piezas, teniendo en cuenta la posibilidad de nuevos requerimientos en relación a las formas y tamaños.
- 8- Piezas replicables de fácil reemplazo.
- 9- Cada pieza debe contener un número que otorgue un valor en la formación de la figura final compuesta.

Para diseñar con éxito el juego, además de los requerimientos mencionados, se realizaron búsquedas referentes tanto a la tecnología de impresión 3D como a Juegos en ambientes académicos. Se optó por la creación del juego mediante esta tecnología ya que en esta, en combinación con un software de diseño 3D, otorga la posibilidad de modificación, reconstrucción y reemplazo de cualquiera de las piezas, respondiendo a nuevos requerimientos por parte de docentes.

3 Antecedentes tecnológicos

La tecnología de impresión en 3D se encuentra en desarrollo desde hace varias décadas. Tuvo sus comienzos en los 80, cuando el ingeniero Americano Chuck Hull [4] experimentaba en un laboratorio de la compañía para la cual trabajaba y en donde creaba prototipos de piezas en 3D. Sin embargo, fue en estos últimos años en que esta tecnología ha evolucionado, volviéndose accesible para un segmento no tan específico como lo fue en sus comienzos. Debido a los requerimientos de equipos complejos y a los costos de licencias de softwares de modelado en 3D, estas impresoras eran limitadas solo para ambientes industriales o a avanzados laboratorios de experimentación. El 23 de marzo de 2005 nace el proyecto RepRap [5] el cual cambiaría para siempre el paradigma de la tecnología de impresión en 3 dimensiones. El Doctor Adrián Bowyer [6] profesor de Ingeniería Mecánica de la Universidad de Bath en Reino Unido fue el inventor y fundador de RepRap. Su principal objetivo es la creación de una impresora 3D de bajo costo que tenga la capacidad de ser auto replicable, de tal manera que cualquier persona dispuesta a hacer una inversión mínima pueda hacerse de una. Este paradigma de impresión 3D cambia aún más cuando en el año 2006 la empresa Google lanza al mercado una distribución gratuita de “Sketchup” [7], un sencillo pero potente software multiplataforma que permite con escasos conocimientos modelar piezas en 3 dimensiones, que luego pueden ser traídas a la forma física con una impresora 3D. Pronto la tecnología comenzó a emplearse en

bibliotecas y universidades de todo el mundo, en donde se utiliza como complemento en ciertas materias. Según un informe publicado en 2015 por Maite Comalat [8] de la universidad de Barcelona. En los Estados Unidos existen más de 50 bibliotecas tanto públicas como de universidades privadas que en los últimos años incorporaron al menos una impresora 3D.

3.1 Juegos en la educación

El empleo de juegos para fines educativos es una temática que ha sido extensamente analizada. En 1982 el conocido Informe Cockroft [9] señala en uno de sus párrafos que sin importar el nivel de conocimiento que tengan los alumnos, el uso planificado y estructurado de juegos matemáticos contribuye a desarrollar el pensamiento lógico. En 1989 fue publicado el documento *“El juego en la educación infantil y primaria”* [10] en donde su autora menciona que pensadores clásicos como Platón y Aristóteles otorgaban gran relevancia al aprendizaje mediante juegos, animando a padres a emplear con sus hijos juguetes que contribuyan a formar sus mentes para futuras actividades como personas adultas. A lo largo de la historia muchos pensadores y autores de renombre hacen referencia a la importancia y beneficios de utilizar juegos como factor potenciador para el desarrollo psíquico y físico de los niños.

Como se menciona en el documento; *“El tangram: un recurso educativo para trabajar la geometría en la educación primaria”* [11] este juego sirve como estímulo para fomentar tanto la motivación como la creatividad del alumnado, pudiendo ser empleado para el conocimiento y práctica de las matemáticas, como así también introducir conceptos básicos de geometría. Este juego está compuesto por siete figuras geométricas, esta combinación de piezas permite la creación de múltiples formas, letras y números. Mediante el empleo de este juego, los docentes pretenden que los alumnos puedan asumir y practicar actitudes tales como la colaboración, el trabajo en equipo, desarrollar la creatividad, perseverancia y participación entre los niños. Existe otro documento llamado *“El juego Scrabble como herramienta de Lenguaje Integral”* [12], este afirma que es posible mejorar y perfeccionar el empleo de la escritura y el lenguaje en un ambiente lúdico mediante el empleo del mismo. La esencia de este juego es la formación de palabras, empleando piezas que contienen letras con un valor numérico. Existe otro proyecto llamado *“Creasix”* [13], que haciendo uso de las T.U.I. (Tangible User Interface) propone mediante la combinación de diferentes figuras en una interfaz web y en conjunto con una impresora 3D, el diseño de juguetes por parte del público infantil para luego ser impresos y entregados a sus diseñadores. Es en este contexto, que partiendo del análisis de los documentos y trabajos citados, se diseña un juego que adopta características de cada uno de ellos, logrando la creación de 4WindGame. Un Juego, con la capacidad de cubrir distintos niveles de dificultad a través de la creación de diversos problemas, abarcando tanto a alumnos de ciclo inicial como de años superiores. Este juego pretende acercar conocimiento de geometría por intermedio de la actividad lúdica en el aula, donde los participantes y el docente desarrollen la imaginación, creatividad, colaboración, trabajo en equipo y pensamiento lógico combinando figuras geométricas. Asimismo posibilitando a través del juego el cálculo

de áreas, perímetros y clasificación de ángulos de las distintas piezas. Como otra de sus características importantes, es que el juego cuenta con la posibilidad que los educadores soliciten modificaciones en las piezas estándares o creaciones de nuevas piezas modificando las existentes.

4 Proceso de producción

Una vez relevados los estudios sobre juegos en la educación y los requerimientos establecidos por los docentes se adoptó un esquema de figuras similar a las piezas del juego Tangram. Con la diferencia que el número de piezas es superior a las 7 de éste, pudiendo emplearse la cantidad deseada. Este hecho proporciona mayor versatilidad en la formación de figuras, permitiendo la producción de un mayor número de estas. Como en el juego “Scrabble”, cada pieza de 4WindGame contiene un valor numérico. Es a través de este número que se podrán sumar las piezas, contabilizando qué jugador tiene mayor puntaje, definiendo de este modo un ganador.

Nuestro trabajo partió con el diseño de las piezas que el juego requería, moldeando las figuras en papel para entender la forma en que éstas debían encastrar. Luego una vez obtenido el resultado deseado se continuó con la etapa de diseño en 3D, empleando el software “Sketchup”.

Todos los diseños de las piezas de juegos creados mediante Sketchup fueron exportadas al formato de archivo “STL” [14]. Este tipo de extensión es interpretado por otro software llamado “ReplicatorG” [15], el cual define valores referentes a espesor de las capas de plástico depositadas, temperatura de la salida del material, velocidad de impresión y parámetros que determinan la calidad de las piezas impresas. Inspirados en el proyecto Creasix y pensando que el juego fue creado para ser utilizado en ambientes académicos, junto con cada ejemplar se entrega un conjunto de ejercicios guía.

Para hacer un correcto uso de las posibilidades de reemplazo y modificación de las piezas que componen el juego, fue creada una plataforma de gestión de solicitudes de pedidos. Esta se basa en los formularios de “Google Forms” [16]. Se diseñaron dos formularios, uno para solicitud de reemplazo de piezas (Fig. 1 y Fig. 2) y otro para solicitud de modificación (Fig. 3 y Fig. 4). Al completar cada formulario, el usuario especifica de manera detallada la pieza a ser reemplazada o bien cuáles son las modificaciones que desea realizar sobre alguna de estas. También se encuentra disponible la opción para la creación de una pieza nueva. La información obtenida de estos formularios es persistente en una planilla en donde posteriormente son gestionados los pedidos a ser realizados.

Fig. 1 Formulario de solicitud de piezas

	A	B	C	D	E
1	Marca temporal	Pieza solicitada para reposición?	color de la pieza?	Datos Personales	Fecha de Retiro
2	30/7/2016 19:58:56	Triángulo Rectángulo número 3	Verde	Prueba Alejandro, Ovidio Lagos 944, 156 550160	10/8/2016
3	30/7/2016 20:16:21	Triángulo Rectángulo número 4	Verde	Ezequiel Sendeña, San Luis 2345, 156443256	17/8/2016
4	30/7/2016 20:42:19	Triángulo Rectángulo número 2	Purpura	Alejandro De Castro, San Salvador 314 156 550160	17/8/2016
5	30/7/2016 20:48:59	Triángulo Rectángulo número 2	Purpura	Fernando Amas, Roca 991, 3415 666 443	17/8/2016
6	30/7/2016 21:14:08	Triángulo Rectángulo número 4	Rojo	Pablo Contes, Rioja 2345, 3416 5543332	17/8/2016
7	30/7/2016 21:51:55	Triángulo Rectángulo número 3	Verde	Rocio penciarolo, San Lorenzo 2344, 156 497854	17/8/2016
8	30/7/2016 21:56:11	Triángulo Rectángulo número 3	Verde	Alejandro De castro, Rioja 2776, 156554356	17/8/2016
9	30/7/2016 22:00:13	Paralelogramo número 5	Rosa	Rocio penciarolo, San Lorenzo 2344, 156 497854	17/8/2016
10	30/7/2016 22:57:17	Triángulo Rectángulo número 4	Purpura	Alejandro Sartorio, Corrientes 1245, 154 665435	17/8/2016
11	31/7/2016 10:41:47	Cubo número 1	Azul	Alvaro pantanetti, 9 de Julio 764, 155 496005	24/8/2016
12	31/7/2016 10:43:07	Triángulo Rectángulo número 2	Rojo	Cristian Cencotto, Tucuman 2645, 155 112321	30/7/2016
13	31/7/2016 10:44:28	Triángulo Rectángulo número 3	Naranja	Braian Monnier, Balcarce 633, 4264433	21/9/2016
14	31/7/2016 10:45:19	Triángulo Rectángulo número 4	Bianco	Damian Pomar, San Juan 4003, 15 568882	26/7/2016
15					

Fig. 2 Planilla de solicitud de Piezas

Fig. 3 Formulario de modificación de piezas

	A	B	C	D	K
1	Marca temporal	Que pieza desea Modificar?	Detalle Modificación	Datos personales	Fecha de Hecho
2	2/17/2016 12:45:44	Triángulo 4 (70 milímetros de base)	Por favor necesito esta pieza en 3 colores distintos	Daniel Alarca, Ufre 3455, 155124695	1/10/2016
3	2/17/2016 11:46:05	Paralelogramo 5 (50 milímetros de base)	cambiar el valor numerico, de 5 a 8	Merio Mico, Formosa 2254, 154330379	20/8/2016
4	2/17/2016 15:00:03	Paralelogramo 5 (50 milímetros de base)	cambiar el valor numerico, de 5 a 8	Merio Mico, Formosa 2254, 154330379	20/8/2016
5	3/17/2016 22:20:51	Triángulo 3 (85 milímetros de Base)	Cambiar el ángulo a 120 grados	Eros marnoni, Calbo Jiboa, 166443330	6/7/2016
6	3/17/2016 22:52:32	Cubo 1 (35 milímetros de Base)	hacerlo de 20mm por 50mm	Bill Gates, Madison Avenue 2034, USA	13/8/2016
7	3/17/2016 22:58:28	Cubo 1 (35 milímetros de Base)	Cambio en los milímetros a 60mm por 60 mm	Cesar Gonzalez, San Salvador 314, 1561	9/9/2016
8	3/17/2016 15:54:18	Triángulo 2 (70 milímetros de Base)	hacer la base a 150 milímetros, cambiar el ángulo a 110 grados	Carlos Blanco, Rivioli 1564, 1554348524	21/7/2016
9					

Fig. 4 Planilla de modificación de piezas

Otra característica del juego, es que presenta dos niveles de dificultad, el nivel 1 diseñado para alumnos de entre 8 y 12 años y el nivel 2 para alumnos de 13 a 18 años, teniendo este último un mayor grado de dificultad. A modo de ejemplo se colocan algunos de los problemas planteados para cada nivel, debido a que el grado de conocimientos de geometría en los grados inferiores es menor que en los grados superiores.

Problema para alumnos nivel 1

Esta categoría corresponde a nivel inicial, donde los alumnos se encuentran en el rango de edad entre 8 y 12 años. Se intenta lograr, que mediante la unión de dos o más formas reconocibles puedan crear una tercera, logrando sumar el mayor puntaje posible, tal como se muestra en las figuras Fig.5 y Fig.6.



Fig. 5 Figura de casa compuesta



Fig. 6 Figura de casa simple

Problema para niños nivel 2

La categoría denominada nivel 2, está orientada a alumnos de ciclos superiores, estos alumnos poseen conocimientos de geometría y lógica, por lo cual el grado de dificultad de los problemas a resolver es mayor. Se cita a modo de ejemplo los ejercicios a, b, c y d.

- a - Reúna las piezas necesarias para formar un pentágono
- b - Reúna las piezas necesarias para formar un hexágono
- c - Reúna las piezas necesarias para formar un octágono
- d - Forme un hexágono con 6 triángulos

4.1 Proceso de agregado de piezas.

El agregado de piezas surge de la necesidad de docentes que utilizando el juego encontraron posible crear nuevos problemas a resolver, adicionando piezas. Como ejemplo se cita el caso de un docente que a través del formulario requiere las piezas necesarias para formar un rectángulo de 100 x 50 milímetros, empleando tres triángulos. Con las piezas entregadas en el juego esto no era posible, por lo que se adicionó un tercer triángulo recto obteniendo el resultado solicitado como se observa en la figura Fig. 3.

4.2 Proceso de rediseño de piezas.

Para aumentar la complejidad del juego y extenderlo a niveles de mayor capacidad de resolución, se modifican las figuras básicas de las piezas. Ejercicios más complejos no pueden realizarse a partir de cuadrados sino de figuras hexagonales.

Se cita el ejemplo de un docente que solicitó rediseñar la pieza de cubo para convertirla en hexágono, de forma de poder resolver el siguiente problema: Suponga que H_1 y H_2 son hexágonos regulares. La longitud de la apotema de H_1 es 30 milímetros y la de H_2 es 50 milímetros. Si A_1 es la medida del área de H_1 y A_2 la de H_2 , entonces cuál es la razón A_1/A_2 ? Se observa el resultado en la figura Fig.7 y Fig.8



Fig. 7 Modificación de pieza



Fig. 8 Adhesión de pieza

5 Resultados y Descripción de la propuesta educativa

La actividad se llevó a cabo en la institución Cuatro Vientos en un evento que los directores y miembros del establecimiento nombraron como olimpiadas matemáticas. Durante el desarrollo de la actividad se presentaron 180 alumnos divididos en dos grupos, los alumnos de nivel primario formaban un grupo y los de nivel secundario otro.

En la tabla 1 se muestra el resultado de una breve encuesta realizada a alumnos. Para determinar si el aprendizaje, mediante el juego de geometría en el que fueron partícipes durante el periodo de preparación, les resultó más eficiente que la manera tradicional de enseñanza.

Tabla 1 Resultados de encuesta realizada

Nivel	Primario	Secundario
<i>Cantidad de alumnos por nivel</i>	133	56
<i>Porcentaje al que le resultó bueno el aprendizaje mediante piezas 3d</i>	95%	99%
<i>Porcentaje de alumnos que piensa que es igual jugar a aprender que aprender de la manera tradicional</i>	1%	0,40%
<i>Porcentaje de encuestas no contestadas</i>	4%	0,60%

La actividad fue realizada durante 4 sesiones de 50 minutos, 2 sesiones para el nivel primario y 2 para el nivel secundario. Los exámenes fueron realizados en grupo de 5 participantes como máximo y 3 como mínimo en ambos niveles. A cada grupo les fue entregada una hoja con diferentes tipos de ejercicios. Para resolver los problemas de geometría fue utilizado un kit de 4WindGame. En la hoja de examen se debía colocar la hora de inicio y fin, ya que en caso de empate se definiría por tiempo. Cuando los alumnos llegaban a los problemas geométricos, debían utilizar las piezas y eran supervisados por docentes, quien colocaba el resultado en la hoja de examen.

Comparativa entre 4WindGame y otros juegos

La tabla 2 resalta las diferencias entre la enseñanza mediante juegos como Tangram, Scrabble y 4WindGame.

Tabla 2 Comparativa entre Juegos

	Comparación de juegos		
	Tangram	Scrabble	4WindGame
Aprendizaje de geometría y matemática	X		X
Utilización de planos	X		
escalabilidad			X
Niveles de dificultad variables		X	X
Invencción de juego	X		X
Utilización de Tecnología libre de licencias			X
Motricidad Fina			X
Bajo costo de producción	X		X
Fomentación de trabajo en grupo		X	X

Facilidad en el diseño de piezas			X
Posibilidad de reposición de piezas			X

Los atributos de la primera columna se relacionan con las características de cada uno de estos juegos, de esta forma queda demostrado que 4WindGame jugando para aprender abarca la mayoría de los atributos, determinando otro de los principales aportes de este trabajo. El atributo motricidad fina hace referencia a que la formación de figuras mediante las piezas del juego ayudan a los más pequeños a poder manipular las piezas y así crear diferentes formas con estas.

Bajo costo de producción, debido a la utilización de la impresión en 3d y al bajo valor económico del material que estas utilizan, se pudo crear el juego con un precio de producción menor al que costaría cualquier juego de similares características en el mercado.

Conclusión

En las pruebas de campos realizadas se reflejó que la propuesta de utilizar un juego como medio de enseñanza asistido por una impresora 3D, facilita el aprendizaje de matemáticas y geometrías. La utilización de figuras geométricas en 3 dimensiones para resolver problemas, es más intuitiva que la metodología tradicional para la resolución de las operatorias.

Tecnológicamente, se aporta un diseño, implementación e información necesaria para instrumentar soluciones a docentes y alumnos a través de un juego que brinda mejoras en el proceso de aprendizaje. Se demuestra que gracias a la tecnología de impresión 3D fue posible crear y modificar nuevas piezas del juego como se hace mención en los puntos 4.1 y 4.2

Referencias

- 1 A. R. d. A. Solidaria, «ARAS,» <http://www.aras.org.ar/> (2016).
- 2 Paula Chacón, «El Juego Didáctico como estrategia de enseñanza y aprendizaje,» (2008).
- 3 T. N. M. Consortium, «Informe Horizon,» Peggy Snyder Executive, (2016).
- 4 C. H. Biography, «Decolage Contenidos Digitales,» <http://www.decollagedesign.com/chuck-hull/>, (2016).
- 5 RepRap, «RepRap/es,»: <http://reprap.org/wiki/RepRap/es>, (2016).
- 6 Adrian. Bowyer.

- <https://scholar.google.com.ar/citations?user=M4xonK4AAAAJ&hl=es>.
- 7 Sketchup. [En línea]. Available: <https://es.wikipedia.org/wiki/SketchUp>, (2016).
 - 8 Maite Comalat Navarra, «Bibliotecas públicas e impresoras 3D: el debate está servido.,» *El profesional de la información*, (2015).
 - 9 Joaquín Perez Navarro, *Las matemáticas, sí cuentan*, vol. Vol 20, Madrid: Ministerio de Educación., (1985).
 - 10 Janet R. Moyles, *El juego en la educación infantil y primaria*, vol. Vol. 16, Madrid: Ediciones Morata, (1990).
 - 11 Jose Felix Cuadrado Morales, «EL TANGRAM: UN RECURSO EDUCATIVO PARA TRABAJAR LA GEOMETRÍA EN LA EDUCACIÓN PRIMARIA.,» Madrid, 2010.
 - 12 Christian Arguedas Vargas, «EL JUEGO SCRABBLE EN LA BIBLIOTECA COMO HERRAMIENTA DEL LENGUAJE INTEGRAL.,» (2015).
 - 13 Alex Pemán García, «Creasix: app de diseño y producción de juguetes mediante TUI e impresión 3D.,» (2015).
 - 14 todo3d.cl, «Que es un archivo STL.,» (2015).
 - 15 ReplicatorG, «open source 3D printing program.,» <http://replicat.org/start>, (2016).
 - 16 Google. Inc., «Google Forms.,» <https://www.google.com/intl/es-419/forms/about/>, (2016).
 - 17 Maurice S. Kanbar, «Tangram game assembly.,» Patent and Trademark Office., (1981).
 - 18 Mequé Edo i Basté, «Juegos y matemáticas. Una experiencia en el ciclo inicial de primaria.,» *Uno: Revista de didáctica de las matemáticas*, (1998).
 - 19 Jose María Gairín Sallán, «Efectos de la utilización de juegos educativos en la enseñanza de las matemáticas.,», (1990).