

Creación y puesta en práctica de materiales didácticos en educación infantil a partir de la fabricación digital

Alejandro Bonnet de León

Profesor ayudante doctor de la Universidad de La Laguna (Tenerife, España)

abonnetl@ull.edu.es | <https://orcid.org/0000-0001-7992-545X>

Ángel López Ramos

Graduado en Educación Infantil en la Universidad de La Laguna (Tenerife, España)

alu0101235080@ull.edu.es | <https://orcid.org/0000-0001-9307-6861>

Cecile Meier (autora de contacto)

Profesora contratada doctora de la Universidad de La Laguna (Tenerife, España)

cemeier@ull.edu.es | <https://orcid.org/0000-0001-7160-2154>

Extracto

En la actualidad, el uso de nuevas tecnologías ha revolucionado la manera en que se trabaja y se resuelven las tareas. Una de las aplicaciones interesantes de estos nuevos medios tecnológicos es la posibilidad de crear materiales didácticos personalizados e innovadores por parte de los docentes (hombres y mujeres) para las diferentes etapas educativas. La propuesta que se presenta utiliza las tecnologías de diseño y fabricación digital para crear tres materiales didácticos personalizados para el aprendizaje de la escritura de los glifos egipcios en educación infantil. Así, partiendo del temario específico que se estaba impartiendo en el centro educativo –la cultura egipcia–, se crearon unos sellos en goma EVA para escribir sobre papiro, unas plantillas de acetato para escribir sobre papel reciclado, con un *plotter* de corte, y unos sellos impresos en 3D para estampar en arcilla. Estos materiales didácticos se probaron en un aula de segundo curso del segundo ciclo de educación infantil con 20 alumnos (niños y niñas). A partir de la puesta en práctica de distintas actividades, se pudieron valorar dichos materiales, atendiendo a su adecuación a la etapa educativa de infantil, analizando su usabilidad y la calidad de los resultados. Finalmente, aunque los docentes y los futuros maestros desconocían las herramientas que se utilizaron para la elaboración del material, consideran que son muy funcionales y prácticas y que se podrían generar múltiples propuestas motivadoras y adecuadas para la edad de los estudiantes en función de los resultados obtenidos de la validación en el aula.

Palabras clave: material didáctico; fabricación digital; impresión 3D; *plotter* de corte; educación infantil; glifos egipcios; tecnologías.

Recibido: 25-07-2023 | Aceptado: 15-01-2024 | Publicado (anticipado): 12-07-2024

Cómo citar: Bonnet de León, A., López Ramos, Á. y Meier, C. (2024). Creación y puesta en práctica de materiales didácticos en educación infantil a partir de la fabricación digital. *Tecnología, Ciencia y Educación*, 29, 151-168. <https://doi.org/10.51302/tce.2024.19351>

Creating and implementation of educational materials in early childhood education through digital fabrication

Alejandro Bonnet de León

Assistant professor PhD at the Universidad de La Laguna (Tenerife, Spain)
abonnetl@ull.edu.es | <https://orcid.org/0000-0001-7992-545X>

Ángel López Ramos

Graduated in Early Childhood Education at the Universidad de La Laguna (Tenerife, Spain)
alu0101235080@ull.edu.es | <https://orcid.org/0000-0001-9307-6861>

Cecile Meier (corresponding autor)

Associate professor PhD at the Universidad de La Laguna (Tenerife, Spain)
cemeier@ull.edu.es | <https://orcid.org/0000-0001-7160-2154>

Abstract

The current use of new technologies has revolutionized the way tasks are approached and solved. One interesting application of these technological advancements is the ability for educators (men and women) to create personalized and innovative teaching materials for various educational stages. The proposed approach uses digital design and fabrication technologies to create three customized teaching materials for learning Egyptian hieroglyphs in early childhood education. Based on the specific curriculum being taught at the educational center –which focused on Egyptian culture–, several tools were created: stamps made of foam rubber for writing on papyrus, acetate templates for writing on recycled paper using a cutting plotter, and 3D printed stamps for imprinting on clay. These teaching materials were tested in a classroom of 20 students (boys and girls) in the second year of the early childhood education cycle. Through the implementation of various activities, the materials were evaluated in terms of their suitability for early childhood education, usability, and the quality of the results. Finally, although the teachers and future educators were initially unfamiliar with the tools used to create the materials, they found them to be very functional and practical. They believe that these tools could generate multiple motivating proposals suitable for the students' age, based on the results obtained from the validation in the classroom.

Keywords: didactic material; digital fabrication; 3D printing; cutting plotter; early childhood education; Egyptian glyphs; technology.

Received: 25-07-2023 | Accepted: 15-01-2024 | Published (preview): 12-07-2024

Citation: Bonnet de León, A., López Ramos, Á. and Meier, C. (2024). Creating and implementation of educational materials in early childhood education through digital fabrication. *Tecnología, Ciencia y Educación*, 29, 151-168. <https://doi.org/10.51302/tce.2024.19351>



Sumario

- 1. Introducción
- 2. Objetivos
- 3. Método
 - 3.1. Materiales elaborados
 - 3.2. Implementación en el aula de infantil
 - 3.3. Instrumentos de evaluación
- 4. Resultados
- 5. Discusión y conclusiones
- Referencias bibliográficas

Nota: los autores del artículo declaran que todos los procedimientos llevados a cabo para la elaboración de este trabajo de investigación se han realizado de conformidad con las leyes y directrices institucionales pertinentes. Asimismo, los autores del artículo han obtenido el consentimiento informado (libre y voluntario) por parte de todas las personas intervinientes en este estudio de investigación.

1. Introducción

En las aulas actuales, se fomenta cada vez más el uso de materiales innovadores para atraer la atención de los estudiantes (Moreno Lucas, 2015) y ampliar la innovación en todo el entorno educativo (Miralles Martínez *et al.*, 2014). La «innovación educativa», considerada sinónimo de «actualizaciones pedagógicas», es un conjunto organizado de ideas, procesos y estrategias que promueven el cambio en la educación (Cañal de León, 2005). Se mejora la organización de las aulas y de los centros, así como la formación docente, con el objetivo principal de actualizar los métodos y las técnicas tradicionales para modernizar el proceso de enseñanza (Mir Pozo y Ferrer Ribot, 2014). A menudo, se introducen materiales didácticos novedosos en las aulas para llevar a cabo la innovación, tal como los define Ogalde Carega y Bardavid Nissim (1991), es decir, como medios y recursos que facilitan el proceso de enseñanza-aprendizaje del alumnado.

La innovación implica la combinación y aplicación de diferentes teorías, experiencias de aula e ideas para producir un cambio en el contexto educativo (Tarazona-Méndez, 2007). La incorporación de las tecnologías de diseño y fabricación digital (TDFD) en las aulas de educación infantil es un ejemplo de innovación, ya que se están incorporando técnicas, estrategias e ideas de otros contextos para su uso en la educación temprana (Bonnet de León *et al.*, 2019a; Eriksson *et al.*, 2018). Las TDFD son un conjunto de tecnologías que permiten la generación y materialización de piezas, sistemas, modelos, prototipos o series directamente desde un archivo digital, utilizando una amplia variedad de técnicas, materiales y acabados (Torreblanca Díaz, 2016).

Lorenzo Cueva (2017) define las «TDFD» como herramientas que permiten la digitalización de muchos procesos de fabricación que antes requerían la intervención manual de profesionales cualificados. Estas tecnologías ofrecen una mayor precisión en el resultado del producto y permiten que una gran parte de la población tenga acceso a ellas, ya que solo se requiere de un modelo tridimensional que puede ser fabricado utilizando fresadoras, cortadoras láser, cortadoras por cuchilla de precisión o impresoras 3D (Gershenfeld, 2012). Además, estas tecnologías son cada vez más económicas, lo que permite a más centros educativos tener acceso a ellas sin necesidad de hacer una gran inversión (Bonnet de León *et al.*, 2019b).

En la última década, las TDFD han tenido un gran impacto en diversos ámbitos, lo que las convierte en una de las principales protagonistas del futuro (Jorquera Ortega *et al.*, 2016; Song, 2022). Aunque su influencia ya se ha hecho notar en muchos contextos cotidianos, es fundamental que se fomente y se implemente cada vez más su uso en el ámbito educativo. En particular, tanto los docentes como los estudiantes pueden beneficiarse del uso de

estas tecnologías para la creación y personalización de materiales didácticos (Bonnet *et al.*, 2017). En general, los materiales didácticos fabricados con tecnología digital son altamente manipulables, lo que facilita la retención de información por parte de los estudiantes al interiorizar los conceptos mediante la escucha, la visualización y su manejo (Moreno Lucas, 2013). Además, la creación de materiales personalizados para cada tema en particular es posible gracias a las nuevas tecnologías (Bracho López *et al.*, 2011).

En los últimos años, la fabricación digital ha encontrado su lugar en las aulas gracias al abaratamiento de las máquinas de impresión 3D y de corte, así como al desarrollo de programas de modelado 3D gratuitos y fáciles de usar (Dougherty, 2013; Livari *et al.*, 2016). Desde el año 2000, se ha contemplado la posibilidad de incorporar herramientas de fabricación digital en las aulas (Blikstein, 2013) y hoy en día es común encontrar máquinas de impresión 3D, *plotters* de corte y aulas de informática para la creación digital en las aulas de secundaria (Pitkänen *et al.*, 2020). En educación infantil, sin embargo, estos recursos son limitados debido a que los niños de esa edad aún no deben manejar instrumentos de este tipo. No obstante, pueden ser herramientas muy útiles para que los maestros creen su propio material manipulativo, obteniendo así recursos personalizados para cada actividad especial.

Se han realizado investigaciones en las que se han introducido proyectos con fabricación digital en las aulas de infantil. En uno de ellos, Näykki *et al.* (2019) documentan una actividad que consistía en comprender y apoyar los puntos de vista cognitivos, emocionales y sociales de los niños sobre las actividades de fabricación, aunque el entorno era técnico, ruidoso y de tamaño adulto. En otro proyecto, Saorín *et al.* (2015) introducen una aplicación llamada «Blokify» que permite crear modelos 3D a base de bloques para trabajar conceptos de las «vistas normalizadas» y su posterior fabricación digital. También Siklander (2020) trabaja con niños para diferenciar distintos espacios, entre los que se encuentra un FabLab, que es un laboratorio de fabricación digital y de creación de prototipos que proporciona a personas de diversas disciplinas acceso a herramientas y tecnologías avanzadas para diseñar y fabricar una amplia gama de objetos físicos. Los FabLab se enfocan en la democratización de la fabricación, permitiendo que cualquier persona interesada pueda convertir sus ideas en productos tangibles.

El uso de estos espacios por parte del alumnado de educación infantil ha sido abordado por Jarillo Aguilar (2023), para quien los FabLab generan mejoras significativas en los entornos escolares, pero su implementación en educación básica aún requiere mayor investigación y desarrollo, especialmente en lo que respecta a la formación del personal docente y a su inclusión en distintos contextos socioeconómicos.

Teniendo en cuenta lo anterior, es relevante resaltar el trabajo de Pitkänen y Voldborg Andersen (2018), en el que se investiga cómo empoderar a los maestros para que puedan iniciar actividades de aprendizaje que incluyan el pensamiento de diseño y la fabricación digital. De igual manera, trabajos como el desarrollado por Muñoz Carril *et al.* (2023) también subrayan la relevancia de los FabLab como herramientas para el aprendizaje activo y creativo,

destacando, en este caso, la importancia de la innovación y la formación en la educación superior, especialmente en la preparación de futuros docentes.

En cuanto a la materialización de objetos tridimensionales, también se han realizado estudios analizando el potencial de la impresión 3D en el contexto del aprendizaje musical en preescolar con el objetivo de hacer visible su valor educativo (Avanzini *et al.*, 2019), proponiendo experiencias didácticas basadas en un enfoque manipulativo en las que se utilizan modelos 3D personalizados por el usuario, permitiendo a los alumnos desarrollar habilidades intelectuales y sociales. Como afirma Sullivan (2019), los beneficios de la impresión 3D, incluso para los alumnos más pequeños, son evidentes en áreas como el crecimiento intelectual, las habilidades sociales y el juego. Se anima a los profesores a utilizar estas herramientas tecnológicas en su docencia y su investigación proporciona ideas prácticas para la incorporación de la impresión 3D en el aula.

En este artículo se presenta el desarrollo y la implementación de materiales didácticos creados mediante el uso de recursos de fabricación digital para enseñar el aprendizaje de la escritura egipcia. El diseño y la materialización de estos materiales fue llevada a cabo en colaboración entre profesores de la Universidad de La Laguna y estudiantes del grado de Maestro en Educación Infantil de la misma universidad durante su periodo de prácticas en un centro de educación infantil. Así, se diseñaron tres materiales didácticos utilizando tecnologías de diseño y fabricación digital: sellos de goma EVA y plantillas de acetato que representan los glifos egipcios, ambos cortados con un *plotter* de corte, y sellos impresos en 3D con los mismos símbolos egipcios para presionar sobre planchas de arcilla.

De esta manera, se proporcionó a los futuros docentes la oportunidad de familiarizarse con las herramientas utilizadas para la creación de los materiales, lo que les permitió adquirir conocimientos para crear materiales personalizados e innovadores en comparación con las actividades tradicionales que se proponen en las aulas. Además, durante la implementación de los materiales en el aula de infantil, también se pidió una valoración a la docente en activo con el fin de conocer su opinión sobre los materiales en sí y sobre los recursos digitales empleados para su elaboración.

La implementación de estos materiales didácticos en el aula se realiza a partir de una metodología basada en el aprendizaje basado en proyectos (Krajcik y Blumenfeld, 2006), en la que se utilizan estrategias que permiten y facilitan la atención del alumnado, tales como el aprendizaje basado en sorpresa, el uso de materiales manipulativos y habilidades de expresión plástica.

En este artículo se presenta el desarrollo y la implementación de materiales didácticos creados mediante el uso de recursos de fabricación digital para enseñar el aprendizaje de la escritura egipcia en educación infantil (sellos elaborados con goma EVA, plantillas de acetato y sellos 3D)

2. Objetivos

Los objetivos generales de este estudio de investigación son dos:

OG1. La creación de materiales didácticos personalizados e innovadores a través del diseño y la fabricación digital.

OG2. Evaluar la viabilidad y el uso en el aula de estos recursos didácticos, identificando especialmente cuáles son los más adecuados y precisos, así como los más motivadores y atractivos para los estudiantes.

3. Método

Durante la implementación de los materiales didácticos, se trabajó con un grupo de 20 estudiantes –compuesto por 12 niños y 8 niñas– en un aula de segundo curso del segundo ciclo de educación infantil. Uno de los estudiantes tenía trastorno del espectro autista. El centro educativo en el que se llevó a cabo la investigación tiene un enfoque pedagógico basado en proyectos, donde cada trimestre se inicia un proyecto con una temática diferente. Durante el desarrollo de esta propuesta, el proyecto que se estaba abordando era «Antiguas Civilizaciones» y, en el caso de la etapa de educación infantil, se trabajó específicamente sobre la civilización egipcia.

A continuación, se presenta una descripción detallada del *hardware* y *software* de fabricación digital utilizados para desarrollar los materiales didácticos. Con estas herramientas de fabricación digital, se crearon materiales didácticos personalizados e innovadores que fueron utilizados en el aula para comprobar su viabilidad y efectividad en el proceso de enseñanza. Se utilizaron varios programas de *software* para crear los diseños necesarios para los materiales didácticos. En primer lugar, se descargó una fuente llamada «Ancient Egyptian Hieroglyphs Normal» y se creó un panel de texto en Word para introducir todos los glifos del alfabeto egipcio y su correlación con el alfabeto latino (véase figura 1 a). Luego, se guardó como PDF y se importó a Photopea, un programa en línea y gratuito que se usó con la finalidad de igualar el tamaño, rellenar los glifos para crear la silueta y distribuirlos en un folio DIN A4. Después se preparó el archivo en Silhouette Studio, un *software* que maneja y envía información al *plotter* de corte, para cortar los glifos en los materiales utilizados como recursos educativos (goma EVA y láminas de acetato).


Posteriormente, los diseños generados en Photopea se dividieron en imágenes individuales (véase figura 1 b), y se exportaron al programa Litophane. Este es un programa en línea que permite obtener relieves 3D a partir de imágenes (véase figura 1 c). Una vez obtenido el modelo 3D, se descargó en STL (*stereolithography*), un formato universal para la impresión 3D. Finalmente, se importó a través del *software* Ultimaker Cura, que

es gratuito y se utiliza para enviar archivos a las impresoras 3D. Se ajustaron las dimensiones del modelo 3D de los glifos egipcios y se prepararon los detalles necesarios para la impresión 3D de los modelos (véase figura 1 d).

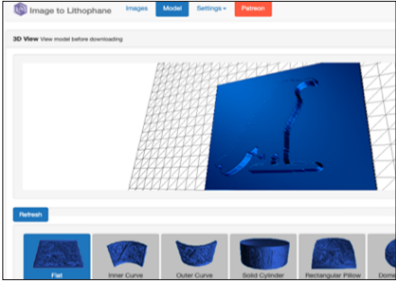
Figura 1. Método de elaboración de los materiales

a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m
n	o	p	q	r	s	t	u	v	w	x	y	z

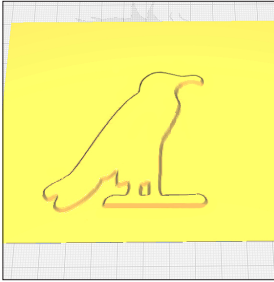
(a)



(b)



(c)



(d)

Nota. Correspondencia entre la fuente «Ancient Egyptian Hieroglyphs Normal» y el alfabeto latino (a). Imagen individual de un glifo extraído del conjunto para ser exportado al Litophane (b). Resultado de la imagen con relieve tras la configuración de parámetros en Litophane (c). Imagen con relieve exportada al software Ultimaker Cura para ser impresa por la impresora 3D Ender 3 Pro (d).

Fuente: elaboración propia.

Para evaluar el desarrollo de las actividades y la utilización de los materiales dentro del aula, se utilizó la observación objetiva (Campos y Covarrubias y Lule Martínez, 2012), así como cuestionarios de satisfacción adaptados al nivel del alumnado de educación infantil (Morera-Castro *et al.*, 2018). También se administraron cuestionarios ampliados a la docente-tutora del aula para recopilar su punto de vista y sus observaciones tras el desarrollo de las actividades.

Finalmente, durante una presentación de imágenes, se grabó a los alumnos y se les cuestionó sobre las actividades para obtener una evaluación más detallada de su comprensión y retención de los conceptos aprendidos.

En cuanto al *hardware*, destacaron dos herramientas: Silhouette Cameo 4 e impresora 3D Ender 3 Pro. La Silhouette Cameo 4 es un *plotter* de corte fabricado por la marca Silhouette. Este dispositivo cuenta con una amplia variedad de cuchillas y accesorios que permiten crear y cortar una gran diversidad de materiales, como papeles, cartulinas, vinilos, goma EVA e incluso diferentes tipos de tela, siempre y cuando no superen los 3 milímetros de grosor. En este proyecto, se utilizó la Silhouette Cameo 4 para la elaboración de dos materiales didácticos: en el primer caso, se empleó para cortar los glifos egipcios en goma EVA y así crear los sellos en dicho material. En el segundo caso, se utilizó para cortar láminas de acetato y crear plantillas con las siluetas negativas. Por otro lado, la impresora 3D Ender 3 Pro fue empleada para fabricar el volumen tridimensional de cada uno de los glifos egipcios. Estos se usaron para llevar a cabo una actividad de impresión en bajorrelieve sobre planchas de arcilla.

3.1. Materiales elaborados

Se emplearon herramientas de fabricación digital para elaborar tres materiales didácticos diferentes. En primer lugar, se crearon sellos de goma EVA para la actividad «Escribimos en papiro» (véase figura 2 a), en la que se anima al alumnado a escribir su nombre en un papiro utilizando los sellos egipcios. Los sellos se elaboraron a partir de una plancha de goma EVA de 4 mm de grosor y oscilaron entre 2 cm × 5 cm y 6,5 cm × 5,5 cm, dependiendo del tamaño del glifo correspondiente. El glifo, que es la silueta del símbolo egipcio utilizado para la estampación, se cortó en una plancha de goma EVA de 2 mm de grosor y se pegó a la base. Cada sello se etiquetó con la letra correspondiente del alfabeto español para facilitar su identificación.

En segundo lugar, se elaboraron plantillas de acetato (véase figura 2 b) para la actividad «*Stencil* papel reciclado», en la que se anima al alumnado a conocer y escribir las letras del abecedario egipcio. Las plantillas se cortaron en láminas de acetato de 180 μm (micras) y se etiquetaron con la letra correspondiente y su símbolo. Las medidas de las plantillas fluctuaron de 6 a 8 cm, dependiendo de la orientación del glifo.

Por último, se crearon modelos 3D de los glifos egipcios utilizando la aplicación Litophane y se imprimieron en 3D empleando el *software* UltiMaker Cura (véase figura 2 c). Estos modelos 3D fueron utilizados como material didáctico en la actividad «Recreamos glifos en 3D», en la que se anima al alumnado a manipular y observar los modelos para mejorar su comprensión de los glifos egipcios.

En relación con el último material producido, se trata de la impresión 3D de los símbolos del alfabeto egipcio (véase figura 2 c). Se empleó la impresora Ender 3 Pro, así como filamento PLA transparente, para imprimir en 3D el cuño de estampación, que es la parte que entra en contacto directo con la arcilla. A continuación, se fijó cada impresión en un bloque de madera para facilitar el agarre del sello. Las dimensiones de cada sello fueron de 3 cm × 2 cm × 1,5 cm, dependiendo de la orientación del símbolo del glifo. Como en los otros dos materiales, se agregó una pegatina plastificada con el glifo y su correspondiente letra en la parte superior de cada sello.

Figura 2. Materiales elaborados para el proyecto



3.2. Implementación en el aula de infantil

En el aula de educación infantil se utilizaron tres recursos distintos en sesiones separadas. A continuación, se detallan las actividades realizadas.

Actividad 1. Escritura en papiro con sellos de goma EVA

Durante esta actividad en el aula, los estudiantes buscaron su nombre en español y en egipcio en un cartel que les sirvió como referencia gráfica para localizar los sellos correspondientes.

Una vez encontrados, utilizaron los sellos de goma EVA para plasmar su nombre completo sobre el papiro, escribiendo letra por letra.



Actividad 2. Escritura en papel reciclado con plantillas de acetato

En esta actividad, cada alumno recibió una tarjeta con una letra y un papel reciclado. Primero, escribieron la letra en español con un lápiz y luego la repasaron con un rotulador. A continuación, entre las plantillas de glifos egipcios diseñadas para la actividad, buscaron la que correspondía a la letra de su tarjeta para plasmarla en el papel.

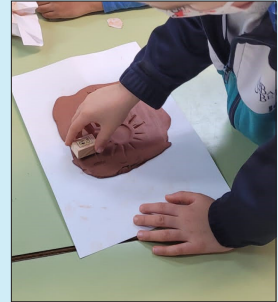
Una vez encontrada, utilizaron una esponja con tópera para marcar la silueta de la letra egipcia en el papel.



Actividad 3. Escritura en arcilla con sellos 3D

En esta actividad, los estudiantes aprendieron sobre el dios Ra o dios del sol. Primero, se les proporcionaron pelotas de arcilla que amasaron y moldearon para crear una tablilla sobre la cual escribir, imitando las antiguas tablillas de escritura. Luego, utilizando sellos 3D, escribieron en egipcio el nombre del dios Ra sobre la tablilla.

Una vez escrito, estamparon un sello, impreso en 3D, con el símbolo del sol, junto al nombre, para plasmar el elemento que representaba este dios egipcio. Esta actividad les permitió aprender cómo se escribe en egipcio, conocer un elemento importante de la cultura egipcia y aprender sobre la deidad Ra, dios del sol.



Fuente: elaboración propia.

3.3. Instrumentos de evaluación

En el proceso de evaluación del desarrollo de las actividades y utilización de materiales en el aula, se optó por la observación objetiva. Este enfoque de evaluación, basado en una mirada crítica y sin prejuicios, permitió recopilar evidencias concretas sobre lo ocurrido durante las actividades y valorar el desempeño de los materiales empleados en su uso previsto, tales como la manipulación de sellos, los resultados de la estampación y posibles dificultades en la psicomotricidad fina de los estudiantes al manipular los materiales, entre otros aspectos. Además, se elaboraron cuestionarios de satisfacción adaptados al nivel de los estudiantes de educación infantil con el objetivo de plantear preguntas fáciles de comprender. Estos cuestionarios se entregaron a los alumnos después de cada actividad y constaron de tres preguntas en las que los estudiantes debían valorar positiva o negativamente la pregunta formulada. Por ejemplo, se les preguntaba si les había gustado la actividad o si habían logrado una buena estampación con los sellos, y debían responder marcando un emoticono positivo o negativo.

Además, se incluyeron cuestionarios ampliados para la docente-tutora del aula con el fin de registrar su punto de vista y sus observaciones después del desarrollo de las actividades. Estos cuestionarios requerían que la docente registrara aspectos como la idoneidad de la actividad para la edad y el alumnado con diversidad, el correcto funcionamiento de los sellos y su conocimiento de las herramientas empleadas. Los cuestionarios ofrecieron únicamente dos opciones de respuesta (positiva o negativa) y brindaron también la oportunidad de realizar observaciones o sugerencias para mejorar la actividad.

Finalmente, después de completar todas las actividades y finalizar la unidad didáctica, se presentó un PowerPoint que incluía imágenes y preguntas sobre las actividades desarrolladas. Esta presentación se grabó junto con las respuestas de los alumnos, lo que permitió

una mejor recopilación y análisis de los datos. Al finalizar la presentación, se les proporcionó a los niños un cuestionario final en el que se les pidió que indicaran la actividad que más les había gustado, seleccionando la imagen correspondiente con una cruz o un círculo.

4. Resultados

A continuación, en el cuadro 1, se muestran los resultados de los tres cuestionarios sobre las tres actividades realizadas por el alumnado de infantil. Por su parte, en el cuadro 2, podemos ver los resultados de las votaciones sobre cuál de las tres actividades gustó más al alumnado. Finalmente, en el cuadro 3, se observan las respuestas de la docente-tutora a las cuestiones que se le formularon sobre las tres diferentes actividades.

Cuadro 1. Resultados de los cuestionarios planteados al alumnado sobre las tres actividades

Actividad 1		Actividad 2		Actividad 3	
¿Le gustó escribir en el material?		¿Le gustó escribir en el material?		¿Le gustó escribir en el material?	
Sí	17	Sí	15	Sí	18
No	2	No	3	No	2
No asiste	1	No asiste	2	No asiste	0
¿Pintó correctamente el sello?		¿Se marcó bien la silueta?		¿Se marcó bien la silueta?	
Sí	15	Sí	17	Sí	14
No	4	No	1	No	6
No asiste	1	No asiste	2	No asiste	0
¿Consiguió escribir su nombre?		¿Consiguió escribir la palabra?		¿Fue difícil encontrar el símbolo?	
Sí	16	Sí	17	Sí	6
No	1	No	1	No	14
No asiste	1	No asiste	2	No asiste	0

Fuente: elaboración propia.

Cuadro 2. Votaciones sobre la actividad preferida por los alumnos

Actividades	Votación de los alumnos
Actividad 1. Escritura en papiro con sellos de goma EVA	3
Actividad 2. Escritura en papel reciclado con plantillas de acetato	2
Actividad 3. Escritura en arcilla con sellos 3D	13

Fuente: elaboración propia.

Cuadro 3. Respuesta de la docente sobre las tres actividades

Preguntas	Actividad 1	Actividad 2	Actividad 3
¿Le ha parecido adecuada para la edad?	Sí	Sí	Sí
¿Le parece correcto el material utilizado para la elaboración del recurso?	Sí	Sí	Sí
¿Se le ocurre algún material con el que se pudieran hacer?	No	No	No
¿El alumnado fue capaz de realizar la actividad sin dificultad?	Sí	Sí	Sí
¿Los alumnos son capaces de manipular el recurso sin dificultad?	No	No	Sí
¿Se calca la figura en la superficie utilizada cuando se estampa la plantilla o sello?	Sí	Sí	Sí
¿Se adaptan y son capaces de realizar la actividad los alumnos con diversidad?	Sí	Sí	Sí
¿Conocía las herramientas con las que fueron elaboradas las plantillas?	Sí	Sí	No
Tras conocer este método para desarrollar la actividad de escritura egipcia, ¿se le ocurre algún otro procedimiento?	No	No	No

Fuente: elaboración propia.

Observaciones de la docente-tutora sobre las tres actividades

Actividad 1. Escritura en papiro con sellos de goma EVA

- «Los sellos estaban hechos con goma EVA fina y el agarre era complicado para los alumnos. Sería conveniente usar un agarre con más relieve».
- «Hay que hacer mucha presión para que quede bien».

Actividad 2. Escritura en papel reciclado con plantillas de acetato

- «Hay excepciones, ya que algunos niños no tienen la motricidad fina bien desarrollada y son algo más inmaduros».
- «Es complicado por el tipo de material y su dureza [haciendo referencia a lo frágil que es]. El tamaño creo que influyó en el estampado. De todos modos, funcionó bien, ya que era la primera vez que trabajaban con plantillas, y más sobre una superficie rugosa. El resultado final fue muy bueno».

Actividad 3. Escritura en arcilla con sellos 3D

- «Ha sido una actividad muy motivadora para el alumnado y muy adecuada para su edad».

5. Discusión y conclusiones

Una vez concluida la implementación de las actividades con el uso de los materiales didácticos creados, es importante destacar los resultados obtenidos en función de los objetivos propuestos. En primer lugar, y correspondiéndose con el «OG2. Evaluar la viabilidad y el uso en el aula de estos recursos didácticos, identificando especialmente cuáles son los más adecuados y precisos, así como los más motivadores y atractivos para los estudiantes», cabe señalar que, de los cuestionarios completados por el alumnado, se desprende que la actividad de escribir con un sello de goma EVA sobre papiro fue muy bien recibida por el 89,50 % de los estudiantes. Un 78,90 % de ellos logró pintar correctamente con el sello y un 94,10 % fue capaz de escribir su nombre completo. Sin embargo, se encontraron ciertas dificultades en el proceso de desarrollo, ya que algunos estudiantes comenzaron a estampar los sellos sin indicaciones en medio del papiro. Además, uno de los inconvenientes fue que el nombre de un alumno era bastante largo, lo que redujo el espacio disponible para escribirlo. La docente-tutora consideró que la figura se transfería bien a la superficie de estampación si se aplicaba suficiente presión. Asimismo, destacó que el material utilizado para elaborar los sellos fue adecuado, pero señaló que los estudiantes tuvieron dificultades para manipularlos adecuadamente debido a que estaban hechos con una goma EVA delgada que dificultaba su agarre. Como resultado, se propone mejorar la elaboración de los sellos mediante una base más gruesa o un agarre que permita a los estudiantes sujetarlos adecuadamente.

También se puede observar que el 90 % de los alumnos disfrutó de la actividad de escribir con plantillas de acetato sobre papel reciclado. Además, un 70 % de ellos logró marcar correctamente la silueta del glifo y, para otro 70 %, no fue difícil encontrar el símbolo correspondiente a su letra. A pesar de los buenos resultados obtenidos, se detectaron ciertos aspectos que hay que mejorar en la ejecución de la actividad. En particular, se encontraron dificultades en la marcación precisa de la silueta del glifo en el material. Esto puede deberse a la rugosidad del papel utilizado para la estampación o a la cantidad de pintura que se impregna en la esponja, lo que puede provocar que la tinta se desplace entre el papel y la plantilla. Esto fue reflejado por un 30 % de los estudiantes, que indicaron que la silueta del glifo no se marcó correctamente durante la actividad. A pesar de ello, la docente-tutora considera que la técnica del calco es adecuada una vez retirada la plantilla y que es importante tener en cuenta la edad del alumnado. Se identificaron problemas en la manipulación y el agarre de las plantillas, por lo que se sugiere utilizar un acetato de mayor gramaje y una pinza impresa en 3D para facilitar el agarre. La actividad de escribir en arcilla con sellos impresos en 3D resultó atractiva para el 83,30 % de los alumnos, quienes lograron marcar correctamente la silueta en la arcilla y escribir la palabra propuesta sin dificultad en un 94,40 %. Se debe aclarar que, según la observación de los docentes presentes, todos los alumnos fueron capaces de escribir correctamente la palabra y cualquier equivocación registrada en el cuestionario fue un error del alumno al responder la encuesta. De hecho, los resultados del cuestionario final indican que un 94,40 % de los alumnos logró escribir correctamente la palabra propuesta. Así, mediante la prueba de estos diferentes materiales didácticos, se pudo determinar cuál de ellos fue diseñado y fabricado de manera más adecuada para realizar actividades en un aula de educación infantil. Esta experiencia resultó muy enriquecedora, ya que se brindaron conocimientos al alumnado no solo acerca del antiguo Egipto, sino también en cuanto a diferentes actividades plásticas, así como refuerzos en habilidades y destrezas, tales como la psicomotricidad fina y la capacidad de atención. Esto se logró mediante la introducción de materiales innovadores que captaron la atención y motivaron al alumnado.

En cuanto al «OG1. La creación de materiales didácticos personalizados e innovadores a través del diseño y la fabricación digital», y teniendo en cuenta los datos anteriores, se evidencia el potencial beneficioso de las herramientas de diseño y fabricación digital para la elaboración de materiales didácticos destinados al aula de educación infantil. Así, aunque la docente-tutora del centro educativo desconocía con anterioridad las herramientas utilizadas para la elaboración del material, considera que son muy funcionales y prácticas, y que se podrían generar múltiples propuestas motivadoras y adecuadas para la edad de los estudiantes. Por ello, creemos que su incorporación en los centros permite a los docentes investigar e inventar nuevas actividades con objetivos diferentes a los propuestos en este proyecto y probar la viabilidad y funcionalidad de distintos materiales y propuestas educativas en el aula. De esta manera, se alienta a continuar explorando la inclusión de dichas herramientas en el ámbito educativo (Kim y Kim, 2017; Sullivan y McCartney, 2017).

Además, las herramientas tecnológicas son una gran ayuda para los docentes, ya que entre sus virtudes se encuentra la capacidad de agilizar el trabajo (Saorín *et al.*, 2017). En particular, algunas de estas herramientas pueden ser utilizadas para cortar cualquier diseño que hayan realizado los estudiantes y que el docente considere necesario, en especial

en edades tempranas donde aún están aprendiendo la técnica de corte con tijeras (Bonnet de León *et al.*, 2019b). Esto significa que los docentes pueden utilizar estas herramientas para realizar cortes de manera automatizada mientras se dedican a otras tareas de su profesión. Estas herramientas tecnológicas podrían revolucionar el mundo de la educación si estuvieran al alcance de todos los educadores (Libow Martínez y Stager, 2021). Lo mejor de todo es que no se requiere de grandes conocimientos para su manejo, lo que significa que cualquier persona con una mínima formación puede crear materiales innovadores que motiven y capten la atención del alumnado dentro y fuera del aula.

Referencias bibliográficas

- Avanzini, F., Baratè, A. y Ludovico, L. A. (2019). 3D printing in preschool music education: opportunities and challenges. *QWERTY. Open and Interdisciplinary Journal of Technology, Culture and Education*, 14(1), 71-92. <https://doi.org/10.30557/QW000012>
- Blikstein, P. (2013). Digital fabrication and «making» in education. The democratization of invention. En J. Walter-Herrmann y C. Büching (Eds.), *FabLabs: Of Machines, Makers and Inventors* (pp. 203-221). Transcript Verlag.
- Bonnet, A., Meier, C., Saorín, J. L., Torre, J. de la y Carbonell, C. (2017). Tecnologías de diseño y fabricación digital de bajo coste para el fomento de la competencia creativa. *Arte, Individuo y Sociedad*, 29(1), 85-100. <http://dx.doi.org/10.5209/ARIS.51886>
- Bonnet de León, A., Saorín, J. L., Torre-Cantero, J. de la, Meier, C. y García Marrero, E. (2019a). Diseño y fabricación digital de tarjetas pop-ups en entornos educativos mediante tecnologías de bajo coste. *EduTec. Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, 67, 48-65. <https://doi.org/10.21556/edutec.2019.67.1261>
- Bonnet de León, A., Saorín, J., Torre-Cantero, J. de la, Meier, C. y García Marrero, E. (2019b). The classroom as a makerspace: use of tablets and cutting plotter to create pop-up cards in educational environments. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 14(10), 116-131. <https://doi.org/10.3991/ijet.v14i10.10284>
- Bracho López, R., Mas Machado, A., Jiménez Fanjul, N. y García Pérez, T. (2011). Formación del profesorado en el uso de materiales manipulativos para el desarrollo del sentido numérico. *UNIÓN. Revista Iberoamericana de Educación Matemática*, 28, 41-60.
- Campos y Covarrubias, G. y Lule Martínez, N. E. (2012). La observación, un método para el estudio de la realidad, *Xihmai*, 7(13), 45-60.
- Cañal de León, P. (Coord.). (2005). *La innovación educativa* (Vol. 4). Ediciones Akal.
- Dougherty, D. (2013). The maker mindset. En M. Honey y D. E. Kanter (Eds.), *Design, Make, Play* (pp. 7-16). Routledge.
- Eriksson, E., Heath, C., Ljungstrand, P. y Parnes, P. (2018). Makerspace in school-Considerations from a large-scale national testbed. *International Journal of Child-Computer Interaction*, 16, 9-15. <https://doi.org/10.1016/j.ijcci.2017.10.001>
- Gershenfeld, N. (2012). How to make almost anything: the digital fabrication revolution. *Foreign Affairs*, 91(6), 43-57. <https://www.jstor.org/stable/41720933>
- Jarillo Aguilar, I. A. (2023). Laboratorios de fabricación digital (FabLab) y su implementación en educación básica. Una revisión sistemática. *RIDE. Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 14(27), 1-17. <https://doi.org/10.23913/ride.v14i27.1560>

- Jorquera Ortega, A., Warren Alonso, P. I. y Coronel Romero, P. (2016). *Fabricación digital: introducción al modelado e impresión 3D*. Colección Aula Mentor. Subdirección General de Aprendizaje a lo Largo de la Vida.
- Kim, H. J. y Kim, B. H. (2017). Design of creative and personality education program using smart 3D printer. *Journal of Advanced Information Technology and Convergence*, 7(1), 1-9. <https://doi.org/10.14801/jaitc.2017.7.1.1>
- Krajcik, J. S. y Blumenfeld, P. C. (2006). Project-based learning. En R. Keith Sawyer (Eds.), *The Cambridge Handbook of the Learning Sciences* (pp. 317-334). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511816833.020>
- Libow Martínez, S. y Stager, G. (2021). *Inventar para aprender: guía práctica para instalar la cultura maker en el aula*. Siglo Veintiuno Editores.
- Livari, N., Molin-Juustila, T. y Kinnula, M. (2016). The future digital innovators: empowering the young generation with digital fabrication and making. *Thirty Seventh International Conference on Information Systems* (pp. 1-18). Dublín. AIS Electronic Library (AISeL).
- Lorenzo Cueva, C. (2017). *La fabricación digital y su aplicación en el ámbito de la educación superior universitaria. El laboratorio de fabricación digital FabLab Madrid CEU*. CEU Ediciones.
- Mir Pozo, M. L. y Ferrer Ribot, M. (2014). Aproximación a la situación actual de la formación del profesorado de educación infantil. *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 17(2), 235-255. <https://doi.org/10.6018/reifop.17.2.181441>
- Miralles Martínez, P., Alfageme González, M. y Rodríguez Pérez, R. A. (Eds.). (2014). *Investigación e innovación en educación infantil*. Universidad de Murcia. Servicio de Publicaciones.
- Moreno Lucas, F. M. (2013). La manipulación de los materiales como recurso didáctico en educación infantil. *Estudios sobre el Mensaje Periodístico*, 19, 329-337. https://doi.org/10.5209/rev_ESMP.2013.v19.42040
- Moreno Lucas, F. M. (2015). Función pedagógica de los recursos materiales en educación infantil. *Vivat Academia*, 133, 12-25. <http://dx.doi.org/10.15178/va.2015.133.12-25>
- Morera-Castro, M.^a, Jiménez-Díaz, J., Araya-Vargas, G. y Herrera-González, E. (2018). Cuestionario pictórico de la actividad física infantil: diseño y validación. *Actualidades Investigativas en Educación*, 18(2), 55-83. <http://dx.doi.org/10.15517/aie.v18i2.33127>
- Muñoz Carril, P. C., Sarceda Gorgoso, M.^a C., Fuentes Abeledo, E. X. y Barreira Cerqueiras, E. M.^a (2023). *La formación y la innovación educativa, ejes para la transformación social*. Dykinson.
- Näykki, P., Laru, J., Vuopala, E., Siklander, P. y Järvelä, S. (2019). Affective learning in digital education-case studies of social networking systems, games for learning, and digital fabrication. *Frontiers in Education*, 4, 1-14. <https://doi.org/10.3389/educ.2019.00128>
- Ogalde Careaga, I. y Bardavid Nissim, E. (1991). *Los materiales didácticos: medios y recursos de apoyo a la docencia*. Trillas.
- Pitkänen, K., Iwata, M. y Laru, J. (2020). Exploring technology-oriented Fab Lab facilitators' role as educators in K-12 education: focus on scaffolding novice students' learning in digital fabrication activities. *International Journal of Child-Computer Interaction*, 26. <https://doi.org/10.1016/j.ijcci.2020.100207>
- Pitkänen, K. y Voldborg Andersen, H. (2018). Empowering teachers and new generations through design thinking and digital fabrication learning activities. *Proceedings of the Conference on Creativity and Making in Education* (pp. 55-63). Norwegian University of Science and Technology. <https://doi.org/10.1145/3213818.3213826>

- Saorín, J. L., Bonnet de León, A., Meier, C. y Torre, J. de la. (2017). Retrato tridimensional mediante la utilización de tecnologías de fabricación digital de bajo coste en entornos educativos. *Arte, Individuo y Sociedad*, 30(2), 259-309. <http://dx.doi.org/10.5209/ARIS.56796>
- Saorín, J. L., Cantero, J. de la, Melian, D., Meier, C. y Rivero Trujillo, D. (2015). Blokify: juego de modelado e impresión 3D en tableta digital para el aprendizaje de vistas normalizadas y perspectiva. *Digital Education Review*, 27, 105-121.
- Siklander, P. (2020). Playful making in an early education context: indoors, outdoors, and FabLab. *EAPRIL Conference Proceedings* (pp. 144-158). Tartu, Estonia. European Association for Practitioner Research on Improving Learning.
- Song, M. J. (2022). Teacher professional development in integrating digital fabrication technologies into teaching and learning. *Educational Media International*, 58(4), 317-334. <https://doi.org/10.1080/09523987.2021.1989766>
- Sullivan, P. (2019). Chapter 2 3D printing in early childhood classrooms. En N. Ali y M. S. Khine (Eds.), *Integrating 3D Printing into Teaching and Learning* (pp. 15-31). Brill. https://doi.org/10.1163/9789004415133_002
- Sullivan, P. y McCartney, H. (2017). Integrating 3D printing into an early childhood teacher preparation course: reflections on practice. *Journal of Early Childhood Teacher Education*, 38(1), 39-51. <https://doi.org/10.1080/10901027.2016.1274694>
- Tarazona-Méndez, J. L. (2007). Experiencia de una innovación pedagógica. *Revista Colombiana de Obstetricia y Ginecología*, 58(2), 150-157.
- Torreblanca Díaz, D. (2016). Tecnologías de fabricación digital aditiva, ventajas para la construcción de modelos, prototipos y series cortas en el proceso de diseño de productos. *Iconofacto*, 12(18), 118-143.

ID Alejandro Bonnet de León. Profesor ayudante doctor del Departamento de Bellas Artes, área de Didáctica de la Expresión Plástica, de la Universidad de La Laguna (Tenerife, España). Su investigación se centra en la incorporación de tecnologías de bajo coste en aulas de infantil y primaria. Es miembro del FabLab de la Universidad de La Laguna y forma parte del grupo de investigación Diseño y Fabricación Digital.

ID Ángel López Ramos. Graduado en Maestro en Educación Infantil por la Universidad de La Laguna (Tenerife, España). Becario de la asignatura Expresión Plástica. Ha desarrollado el trabajo final de grado con Alejandro Bonnet de León.

ID Cecile Meier. Profesora contratada doctora en la Universidad de La Laguna (Tenerife, España) en el Departamento de Bellas Artes y miembro del grupo de investigación Diseño y Fabricación Digital. Forma parte del FabLab de la Universidad de La Laguna, que pertenece a la red Fab Foundation. Su investigación está especializada en el uso de las nuevas tecnologías, la fabricación digital en el aula y su aplicación a la creación artística y escultórica. También desarrolla su investigación en temas de realidad virtual.

Contribución de autores. Conceptualización del proyecto de investigación: A. B. L.; Elaboración del artículo, prácticas con el alumnado participante en el estudio, recolección de datos y desarrollo de casi todo el material de estudio: Á. L. R.; Colaboración en el desarrollo del material, en el análisis de datos y en la redacción final del artículo: C. M.