

Innovando en el aula: potenciando el aprendizaje activo en ciencias con diseños 3D y creación de materiales didácticos

Luis Carrasco Cornuz^{1*}, Sebastián Cifuentes Olivares¹

Resumen

El constructivismo, fundamento de la educación moderna, postula que la participación activa de los estudiantes es clave para una enseñanza efectiva de las ciencias. No obstante, rara vez se les brinda la oportunidad de diseñar y experimentar con materiales didácticos creados a partir de sus propias ideas y habilidades. Para abordar esta limitación, este trabajo propone una serie de actividades basadas en la indagación, donde los estudiantes pueden diseñar sus propios materiales mediante software de diseño 3D gratuito y crear objetos físicos para experimentar directamente. Estas actividades buscan integrar herramientas tecnológicas actuales en el proceso de aprendizaje, al tiempo que desarrollan habilidades científicas propias de la disciplina, como la medición, el uso de instrumentos de laboratorio y la aplicación de cifras significativas en los resultados.

Palabras clave: Diseño digital, experimentación, modelamiento en 3D

1 Laboratorio de Robótica y Didácticas Tecnológica (LabRDT)s- Universidad de Playa Ancha

luis.carrasco@upla.cl, sebastian.cifuentes@upla.cl

1. Introducción

En nuestra práctica docente, es común identificar vacíos en la formación de los estudiantes, particularmente en contenidos y habilidades científicas y matemáticas que deberían ya dominar. Como docentes de enseñanza media, enfrentamos el reto de enseñar los contenidos correspondientes mientras cubrimos también las bases que aún no han sido consolidadas. Este desfase puede causar desmotivación en los estudiantes y afectar su proceso de aprendizaje.

Para abordar esta problemática, presentamos una propuesta que integra el concepto de volumen de manera progresiva a lo largo de distintos niveles educativos. Esta secuencia se fundamenta en teorías de aprendizaje significativo y metodologías activas, buscando fortalecer los aprendizajes mediante la aplicación práctica de conceptos científicos y matemáticos. Además, se apoya en el uso de tecnologías, como la impresión 3D, para desarrollar habilidades transversales que fomenten la autonomía y la motivación hacia las ciencias.

La propuesta contempla los siguientes objetivos:

1. Introducir los conceptos de densidad, masa y volumen en 4° básico, alineados con los Objetivos de Aprendizaje (OA 09 en ciencias y OA 24 en matemáticas).
2. Explorar la fuerza de empuje de manera cualitativa en 7° básico (OA 07).
3. Desarrollar el cálculo cuantitativo de la fuerza de empuje en 3° y 4° medio dentro del electivo de física (OAC 05).

A lo largo de esta secuencia, se busca fomentar la creación y fabricación de sólidos mediante impresión 3D, integrando estas piezas en actividades científicas de indagación. Este enfoque permite reforzar la comprensión científica, promover la autonomía en el aprendizaje y desarrollar competencias matemáticas y tecnológicas.

2. Metodología

Para el diseño de actividades, se planteó una ruta metodológica basada en fases que integran tecnología, metodologías activas e indagación científica. La secuencia está diseñada de manera escalonada para atender a las capacidades y necesidades de cada nivel educativo.

Fases metodológicas:

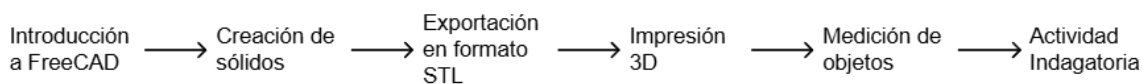
1. **Introducción al diseño 3D:**
 - Uso de software gratuito (TinkerCAD para niveles básicos y FreeCAD para niveles avanzados) para crear figuras.
2. **Fabricación de sólidos:**
 - Exportación de diseños en formato STL y mediación docente en el proceso de impresión 3D.

3. Actividades de experimentación:

- Realización de mediciones y cálculos (densidad, volumen desplazado, fuerza de empuje) en contextos prácticos.

Figura 1

Diagrama resumido de aplicación de las actividades.



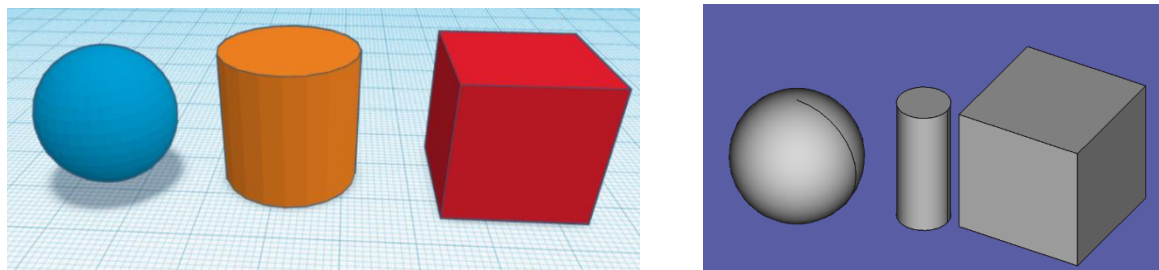
Nivel Educativo	Descripción de la Actividad
4° Básico	Introducción a FreeCAD para crear sólidos, exportación en STL, impresión 3D (mediada por el docente) y medición de densidades utilizando volúmenes mediante el desplazamiento de agua, comparando resultados entre los valores teóricos y experimentales de diferentes objetos.
7° Básico	Uso de FreeCAD para crear sólidos, exportación en STL, impresión 3D (mediada por el estudiante), y cálculo de densidades. Análisis de la fuerza de empuje de forma comparativa según variables como volumen desplazado, densidad del objeto y del medio.
3° y 4° Medio, Electivo	Uso de FreeCAD y Meshmixer para diseño y fracción de objetos, exportación en STL, impresión 3D (mediada por el estudiante), y cálculo de densidades. Predicción del empuje según variables como volumen y densidad del medio.

Hoja de ruta por nivel educativo:

Todos los softwares seleccionados son gratuitos y accesibles, facilitando su implementación. Se recomiendan TinkerCAD para estudiantes más jóvenes debido a su facilidad de uso y FreeCAD para niveles superiores por sus funcionalidades avanzadas.

Figura 2

Figuras 3D generadas en TinkerCAD (Izquierda) y en FreeCAD (Derecha).

**3. Resultados**

La aplicación de esta metodología ha generado resultados prometedores en términos de comprensión conceptual y desarrollo de habilidades.

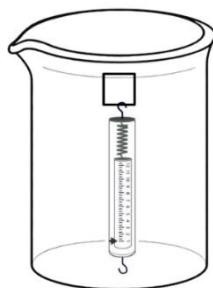
Ejemplos por nivel:

- **4° Básico:** Los estudiantes fabricaron paralelepípedos con volúmenes teóricos de 1, 2 y 3 cm^3 , cuyos valores experimentales fueron 1.09, 2.05 y 3.09 cm^3 . Las masas correspondientes permitieron validar relaciones proporcionales entre densidad, masa y volumen.
- **7° Básico:** Se analizaron fuerzas de empuje cualitativamente, demostrando que al triplicar el volumen desplazado, se generaba una fuerza de empuje proporcionalmente mayor (e.g., 11 N y 32 N).
- **3° y 4° Medio:** Los estudiantes predijeron fuerzas de empuje mediante cálculos teóricos, validando sus resultados con configuraciones experimentales. Esto reforzó su comprensión de los principios físicos involucrados.

Estos valores corresponden a los resultados obtenidos con la configuración experimental presentada en la figura a continuación.

Figura 3.

Ensamblaje experimental propuesto



Evidencia cualitativa:

La motivación de los estudiantes aumentó significativamente al participar en actividades que combinan tecnología y ciencia aplicada. También se observó un mayor interés por aprender y una mejora en la autonomía al enfrentar los desafíos de diseño y fabricación.

Actividades y preguntas orientadoras

- **Diseño y fabricación de sólidos geométricos:**
 - Los estudiantes diseñan diferentes figuras geométricas (esferas, cubos y prismas) utilizando software CAD.
 - Los objetos son fabricados mediante impresoras 3D para comparar las dimensiones teóricas con las reales.
 - Actividad: "Medir densidades y verificar la proporcionalidad entre masa y volumen".
- **Experimentos sobre empuje:**
 - Creación de objetos huecos y macizos para evaluar el impacto de la forma y la densidad en la fuerza de empuje.
 - Actividad: "Comparar empuje en líquidos con diferentes densidades".
- **Predicción y validación de resultados:**
 - Los estudiantes calculan el volumen y la densidad de objetos creados para predecir su comportamiento al ser sumergidos.
 - Actividad: "Determinar si los objetos flotan o se hunden según sus propiedades físicas".

Preguntas orientadoras:

- ¿Cómo afecta la densidad de un objeto a su capacidad de flotar?
- ¿Qué variables determinan la fuerza de empuje que actúa sobre un objeto sumergido?
- ¿Qué diferencias encuentras entre los valores teóricos y experimentales obtenidos en tus mediciones?

Proyecciones de uso para otros docentes**Ampliación a otros niveles educativos:**

La metodología puede ser adaptada para niveles iniciales y superiores, incorporando actividades más complejas o simplificadas según las necesidades del grupo. Por ejemplo, en educación preescolar se podrían trabajar figuras básicas en papel o materiales simples para introducir conceptos geométricos y volumétricos.

Integración interdisciplinaria:

Este enfoque permite la colaboración entre docentes de ciencias, matemáticas y tecnología para crear proyectos integrados. Por ejemplo, se pueden vincular estas actividades con artes visuales (diseño de prototipos) o historia (modelado de artefactos históricos).

Implementación en programas de formación docente:

La propuesta es replicable en talleres de formación continua para profesores, facilitando el aprendizaje del diseño asistido por computadora (CAD) y la impresión 3D como herramientas pedagógicas.

Uso en ferias científicas y proyectos extracurriculares:

Los estudiantes pueden presentar sus diseños y resultados en eventos escolares, promoviendo la divulgación científica y el trabajo en equipo. Esto también puede motivar a otros docentes a adoptar metodologías activas.

Adaptación para otros conceptos científicos:

Además de densidad y empuje, la metodología puede ser utilizada para enseñar temas como transferencia de calor, energía cinética y potencial, o dinámica de fluidos, con diseños específicos que simulen escenarios reales.

Diseño de recursos educativos abiertos (REA):

Los modelos y actividades desarrollados pueden compartirse como recursos gratuitos para que otros docentes los utilicen y adapten en sus aulas, promoviendo una comunidad de aprendizaje colaborativo.

Incorporación en currículos tecnológicos:

El uso de herramientas digitales como FreeCAD y TinkerCAD puede integrarse en asignaturas de tecnología, incentivando competencias digitales junto con habilidades científicas y matemáticas.

Estas proyecciones posicionan la propuesta como una herramienta versátil y escalable, útil para enriquecer la práctica docente y mejorar la experiencia de aprendizaje de los estudiantes.

4. Discusión

La integración de tecnología 3D y metodologías activas permite una aproximación práctica e interdisciplinaria a la enseñanza de la ciencia. Esto fomenta la continuidad en el aprendizaje, el desarrollo de habilidades transversales y la autonomía de los estudiantes.

No obstante, persisten algunos desafíos logísticos, como la disponibilidad de impresoras 3D y el tiempo necesario para la fabricación. Estos aspectos pueden mitigarse mediante una planificación cuidadosa y el uso eficiente de los recursos.

En conclusión, esta propuesta representa una herramienta eficaz para mejorar la educación en ciencias y tecnología, ofreciendo un enfoque integral que contribuye al desarrollo de competencias clave en los estudiantes a lo largo de su proceso formativo.

Referencias

- Buteler, L., & Coleoni, E. (2014). El aprendizaje de empuje y sus variaciones contextuales: un análisis de caso desde la teoría de clases de coordinación. *REEC: Revista Electrónica de Enseñanza de Las Ciencias*, 13(2).
- Reyes-Cárdenas, F., & Padilla, K. (2012). La indagación y la enseñanza de las ciencias. *Educación Química*, 23(4), 490-496. [https://doi.org/10.1016/s0187-893x\(17\)30129-5](https://doi.org/10.1016/s0187-893x(17)30129-5)
- Pardo, A., & Rodríguez-Casals, C. (2016). *Aprendizaje servicio (ApS): una estrategia educativa para la formación de profesionales del medio ambiente socialmente responsables*. Universidad de Zaragoza.