



**UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA**  
*La Universidad Católica de Loja*

**ÁREA TÉCNICA**

**TÍTULO DE INGENIERO EN SISTEMAS INFORMÁTICOS Y  
COMPUTACIÓN**

**El impacto de la impresión 3D al producir Recursos Educativos**

**TRABAJO DE TITULACIÓN**

**AUTORA:** Narváez Guarnizo, Vanessa Lizbeth.

**DIRECTOR:** Morocho Yunga, Juan Carlos, Ing.

LOJA - ECUADOR

2018



*Esta versión digital, ha sido acreditada bajo la licencia Creative Commons 4.0, CC BY-NY-SA: Reconocimiento-No comercial-Compartir igual; la cual permite copiar, distribuir y comunicar públicamente la obra, mientras se reconozca la autoría original, no se utilice con fines comerciales y se permiten obras derivadas, siempre que mantenga la misma licencia al ser divulgada. <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.es>*

2018

## APROBACIÓN DEL DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Ingeniero.

Juan Carlos Morocho Yunga.

**DOCENTE DE LA TITULACIÓN**

De mi consideración:

El presente trabajo de titulación: **El impacto de la impresión 3D al producir Recursos Educativos**, realizado por **Vanessa Lizbeth Narváez Guarnizo**, ha sido orientado y revisado durante su ejecución, por cuanto se aprueba la presentación de este.

Loja, marzo de 2018

f) .....

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

“Yo, **Narvález Guarnizo Vanessa Lizbeth**, declaro ser autora del presente trabajo de titulación: El impacto de la impresión 3D al producir recursos educativos, de la Titulación Sistemas Informáticos y Computación, siendo el Ing. Juan Carlos Morocho Yunga director del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica Particular de Loja y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales. Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.

Adicionalmente declaro conocer y aceptar la disposición del Art. 88 del Estatuto Orgánico de la Universidad Técnica Particular de Loja que en su parte pertinente textualmente dice: “Forman parte del patrimonio de la Universidad la propiedad intelectual de investigaciones, trabajos científicos o técnicos y tesis de grado o trabajos de titulación que se realicen con el apoyo financiero, académico o institucional (operativo) de la Universidad”

f).....

**Autora:** Narvález Guarnizo Vanessa Lizbeth

**Cédula:** 1105679748

## DEDICATORIA

Quiero dedicar este trabajo de titulación primeramente a Dios por permitirme culminar una etapa más en mi vida.

También quiero dedicarles con mucho respeto y amor a mi familia en especial a mis padres quienes me han brindado apoyo incondicional en cada paso que doy y por ser el apoyo más grande con el que cuento.

Finalmente, a mis compañeros y amigos que han estado presentes en este bonito camino. A los docentes que me apoyaron en la elaboración y validación de los recursos educativos por abrirme las puertas de sus instituciones.

Con mucho cariño Vanessa.

## **AGRADECIMIENTO**

Por medio del presente trabajo de titulación expreso mi agradecimiento a la Universidad Técnica Particular de Loja y a la carrera de Ingeniería en Sistemas por el arduo trabajo que realizan.

Un agradecimiento especial al Ingeniero Juan Carlos Morocho por su paciencia y colaboración en el proceso de elaboración del trabajo de titulación, así como también a cada uno de los docentes que con su sabiduría pudieron apoyarme en el proceso de aprendizaje.

Con mucho cariño Vanessa.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARATULA.....	1
APROBACIÓN DEL DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN.....	II
DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS .....	III
DEDICATORIA.....	IV
AGRADECIMIENTO .....	V
ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	VI
ÍNDICE DE FIGURAS .....	VIII
ÍNDICE DE TABLAS.....	IX
RESUMEN.....	1
ABSTRACT .....	2
INTRODUCCIÓN.....	3
CAPITULO I.....	5
CONTENIDO DE LA INVESTIGACIÓN .....	5
1.    CONTENIDO DE LA INVESTIGACIÓN.....	6
1.1.    Planteamiento del problema .....	6
1.2.    Justificación.....	7
1.3.    Alcance .....	8
1.4.    Objetivos.....	8
1.4.1    Objetivo General.....	8
1.4.2    Objetivos específicos.....	8
CAPITULO II .....	9
ESTADO DEL ARTE .....	9
2.1.    LAS TICs EN EL APRENDIZAJE.....	10
2.1.1    TICs aplicados a recursos educativos .....	10
2.1.2    Innovación pedagógica mediante TICs.....	11
2.1.3    Categorización de las TIC .....	11
2.2.    EL APRENDIZAJE MEDIANTE RECURSOS EDUCATIVOS .....	12
2.2.1    La tecnología en la educación.....	12
2.2.2    Recursos educativos en las aulas.....	12
2.2.3    Recursos educativos abiertos (OER por su traducción en ingles Open Educational Resources)	13
2.2.3.1.    Proceso para la elaboración y evaluación de OERs.....	14
2.2.3.2.    Mecanismos para conectar OERs mediante Linked Open Data.....	14
2.2.3.3.    Integrar OERs en el diseño de material educativo .....	15
2.2.4    Tipos de recursos educativos.....	16
2.2.5    Recursos educativos en la práctica.....	18
2.2.6    Recursos didácticos .....	19
2.3.    ENFOQUE PEDAGÓGICO EN EL APRENDIZAJE .....	19
2.3.1.    Características de los métodos pedagógicos .....	20
2.3.2.    Criterios de modelos pedagógicos .....	20
2.3.3.    Aspectos pedagógicos para el diseño de los recursos educativos.....	21
2.3.4.    Estrategias para el diseño de recursos didácticos .....	22
2.3.5.    Dimensiones y Características pedagógicas .....	23
2.3.6.    Modelo pedagógico usando impresión 3D .....	23
2.4.    IMPRESIÓN 3D .....	24
2.4.1.    Función de la impresora 3D.....	24

2.4.2.	Áreas de aplicación de la impresora 3D.....	25
2.4.3.	Métodos y técnicas.....	26
2.4.4.	Mecanismos de modelado.....	27
2.5.	TRABAJOS RELACIONADOS CON LA IMPRESORA 3D.....	27
2.5.1	Creación de réplicas de patrimonio escultórico mediante reconstrucción 3D e impresoras 3D de bajo coste para uso en entornos educativos. ....	27
2.5.2	Integración de materiales didácticos en 3D para el Aprendizaje Basado en Problemas en la enseñanza de Artes.....	28
2.5.3	4WindGame: Un juego de Armado de Piezas Asistido con una impresora 3D .....	28
2.6.	COMENTARIOS FINALES .....	28
CAPITULO III.....		30
3.1	Análisis de recursos educativos.....	31
3.1.1.	Aspectos pedagógicos para el diseño de los recursos educativos.....	31
3.2	Proceso para la creación de recursos educativos.....	32
3.2.1.	Requerimientos.....	34
3.2.2.	Especificaciones de diseño .....	35
3.2.3.	Diseño .....	36
3.2.4.	Evaluación previa (Previa a la impresión del recurso).....	36
3.2.5.	Impresión.....	37
3.2.6.	Evaluación Final .....	37
3.3	Propuestas de recursos educativos elaboradas con maestros. ....	39
3.3.1	Diseños preliminares .....	40
3.4	Aplicación del proceso de elaboración de recursos educativos.....	42
3.5	Impresión de los recursos educativos propuestos .....	48
3.5.1	Herramienta SketchUp.....	48
3.5.2	Impresora 3D.....	50
3.5.3	Configuración del archivo stl a cubex.....	52
3.5.4	Configuración de la impresora 3D.....	53
3.6	Comentarios Finales.....	54
CAPITULO IV.....		55
4.1.	EVALUACIÓN DE RECURSOS EDUCATIVOS APLICADA A DOCENTES. ....	56
4.1.1	Recurso 3: Elementos que permite estudiar el uso de compuestos químicos .....	56
4.1.2	Recursos 1: Estudio de sentidos del cuerpo humano. ....	59
4.2.	VALIDACIONES DE RECURSOS EDUCATIVOS REALIZADOS POR ESTUDIANTES. ....	69
4.2.1	Recurso 6: Elementos para la representación de problemas algebraicos.....	69
4.2.2	Recursos 3: Elementos que permite estudiar el uso de compuestos químicos .....	72
4.3.	RESULTADOS DE LA APLICACIÓN DEL PROCESO PROPUESTO.....	74
4.3.1.	Resultados de criterios de calidad de la validación realizada por los docentes.....	75
4.3.2.	Resultados de utilidad de recursos educativos. ....	76
4.3.3.	Resultados de utilidad de recursos educativos por parte de los alumnos. ....	78
4.4.	COMENTARIOS FINALES.....	79
TRABAJOS FUTUROS.....		81
CONCLUSIONES.....		82
RECOMENDACIONES .....		84
ANEXOS.....		92

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Ilustración 1.</b> Tipos de recursos educativos.....	18
<b>Ilustración 2</b> Partes de impresora descomposición de hilo fundido.....	25
<b>Ilustración 3</b> Proceso para la creación de recursos educativos.....	33
<b>Ilustración 4</b> Proceso para la obtención de requerimientos.....	34
<b>Ilustración 5</b> Diseño de cabeza en sketchUp.....	40
<b>Ilustración 6</b> Diseño de Ecuador con sus provincias 3D en sketchUp.....	41
<b>Ilustración 7</b> Estudio de átomos 3D en sketchUp.....	45
<b>Ilustración 8</b> Juego de decimales y fracciones 3D en sketchUp.....	46
<b>Ilustración 9</b> Recursos para representaciones gráficas en SketchUp.....	47
<b>Ilustración 10</b> Impresión de componentes químicos.....	56
<b>Ilustración 11</b> Impresión de cabeza en 3D.....	60
<b>Ilustración 12</b> Evaluación de recursos para el área de química y biología.....	62
<b>Ilustración 13</b> Evaluación de recursos para el área de química.....	63
<b>Ilustración 14</b> Impresión de plano cartesiano en 3D.....	64
<b>Ilustración 15</b> Impresión corregida del plano cartesiano en 3D.....	65
<b>Ilustración 16</b> Evaluación 1 del plano cartesiano en 3D.....	66
<b>Ilustración 17</b> Evaluación 2 del plano cartesiano en 3D.....	68
<b>Ilustración 18</b> Evaluación del plano cartesiano en 3D a estudiantes.....	70
<b>Ilustración 19</b> Evaluación de componentes químicos en 3D a alumnos.....	73
<b>Ilustración 20</b> Resultados de calidad aplicado a maestros.....	76
<b>Ilustración 21</b> Resultados de utilidad aplicado a alumnos.....	77

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1:</b> Estilos de enseñanza agrupados según afinidad.....	21
<b>Tabla 2</b> Proceso de diseño mediante diseños arquitectónicos.....	35
<b>Tabla 3</b> Proceso de diseño mediante diseños independientes.....	35
<b>Tabla 4</b> Criterios de diseños para crear recursos educativos.....	36
<b>Tabla 5</b> Criterios de evaluación para los recursos educativos impresos en 3D.....	38
<b>Tabla 6</b> Criterios de evaluación para los recursos educativos impresos en 3D aplicado a alumnos.....	39
<b>Tabla 7</b> Aspectos pedagógicos acerca de los sentidos del cuerpo humano .....	40
<b>Tabla 8</b> Aspectos pedagógicos acerca de las provincias del Ecuador.....	41
<b>Tabla 9</b> Proceso de diseño del recurso educativo correspondiente a compuestos químicos.....	42
<b>Tabla 10</b> Proceso de diseño del recurso educativo correspondiente a representación de algebraica.....	46
<b>Tabla 11</b> Características de impresora cubex.....	51
<b>Tabla 12</b> Menú de impresora 3D.....	51
<b>Tabla 13</b> Resultados de evaluación correspondiente a compuestos químicas aplicados al primer maestro.....	57
<b>Tabla 14</b> Resultados de evaluación correspondiente a compuestos químicas aplicados al segundo maestro.....	58
<b>Tabla 15</b> Resultados de evaluación correspondiente a sentidos del cuerpo humano .....	60
<b>Tabla 16</b> Resultados de evaluación correspondiente a representaciones algebraicas.....	66
<b>Tabla 17</b> Resultados de evaluación final acerca de representaciones algebraicas.....	68
<b>Tabla 18</b> Resultados de evaluación de recurso educativo acerca de operaciones algebraicas.....	71
<b>Tabla 19</b> Resultados de evaluación de recurso educativo acerca de operaciones algebraicas.....	73
<b>Tabla 20</b> Resultados de criterios de calidad aplicada a maestros.....	75
<b>Tabla 21</b> Resultados de criterios de utilidad aplicada a alumnos.....	77

## RESUMEN

El presente trabajo de titulación con su tema “El impacto de la impresión 3D al producir Recursos Educativos” como apoyo al proceso de enseñanza y aprendizaje, tiene como objetivo principal evaluar la utilidad de los recursos impresos en 3D en el ámbito educativo. Se establece un proceso que permite solucionar los recursos educativos necesarios dentro de un proceso formativo, llevando un orden desde la obtención de requisitos hasta las evaluaciones finales.

Con el fin de obtener recursos educativos de calidad se establece un proceso de elaboración de recursos educativos, dicho proceso se ha desarrollado integrando fases de obtención de requerimientos, especificaciones de diseño, diseño, evaluaciones previas, impresión 3D y evaluaciones finales; Tomando en cuenta información recogida mediante entrevistas realizadas a maestros.

Cabe mencionar que la impresión 3D en la educación permite integrar actividades educativas con nueva tecnología desarrollando creatividad, mejorando la atención y participación en los alumnos mediante el desarrollo de nuevas competencias. Finalmente, en el trabajo de fin de titulación se presentan diversas evaluaciones aplicadas a maestros y alumnos donde se evalúan diversos criterios de utilidad y calidad de los recursos.

**PALABRAS CLAVES:** Impresión 3D, recursos educativos, educación, proceso de elaboración.

## **ABSTRACT**

The present work of with his subject "The impact of the 3D when producing Educational Resources" like support to the process of education and learning, has like main objective to evaluate the utility of the resources printed in 3D in the educational field. A process is established that allows to solve the necessary educational resources within a formative process, taking an order from the obtaining of requirements to the final evaluations.

To obtain quality educational resources, a process of elaboration of educational resources is established, this process has been developed integrating phases of obtaining requirements, design specifications, design, preliminary evaluations, 3D printing and final evaluations; Considering information collected through interviews with teachers.

It is worth mentioning that 3D printing in education allows integrating educational activities with new technology developing creativity, improving attention and participation in students through the development of new skills. Finally, in the end-of-degree work, various evaluations are presented to teachers and students where various criteria of utility and quality of resources are evaluated.

**KEYWORDS:** 3D printing, educational resources, education, production process.

## INTRODUCCIÓN

*“El verdadero progreso es el que pone la tecnología al alcance de todos” – Henry Ford*

El sistema educativo en el Ecuador como en el resto del mundo con la tecnología se busca la manera de mejorar el aprendizaje de los estudiantes, en la última década se han creado complementos que ayudan al estudiante a lograr un aprendizaje más eficaz, si bien es cierto para que un alumno se desarrolle en su totalidad no necesita solo de un buen aprendizaje sino también que todo su alrededor ya sea su entorno familiar, compañeros y maestros expresen una buena relación.

Para una mejor enseñanza se ha propuesto en el ámbito educativo dar acceso y uso a las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC), teniendo presente que estas nuevas tecnologías conllevan a un aprendizaje menos monótono y más didáctico capaz de llevar contenidos de las clases de manera sencilla. Es por ello por lo que se han implementado las TIC con el afán de mostrar una igualdad económica, social y cultural donde todos los centros educativos tienen acceso a los mismos recursos educativos, permitiendo a los alumnos relacionarse con su entorno evitando la exclusión y favoreciendo la igualdad. Según Cacheiro, M. (2011) las TICs proporcionan recursos educativos con la finalidad de apoyar al aprendizaje proporcionan información de interés y ofreciendo nuevas formas de llevar los contenidos y actividades en el aprendizaje.

Los recursos educativos impresos en 3D apoyan al proceso de aprendizaje dinámico construyendo un ambiente colaborativo en el aula de clases, además el uso de recursos tangibles ayuda a mantener mayor tiempo el aprendizaje en los alumnos por el manejo y manipulación de los recursos.

Es importante involucrar la tecnología en la educación, puesto que es lo que hoy en día rige nuestro estilo de vida. Gonzáles y Pons en su artículo tratan acerca de las dificultades que se presentan en las aulas de clases como limitantes para la integración de nuevas tecnologías. Morales, M., Trujillo, J.M. & Raso, F, realiza un estudio propuesto por el Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) donde se muestra que el 63% de alumnos consideran que los maestros deben innovar en recursos educativos y el 60% de maestros consideran que se debe

realizar constantes capacitaciones en la integración de nuevas tecnologías a sus procesos de enseñanza - aprendizaje.

La impresión 3D hoy en día está revolucionando distintos campos como son educación, medicina, tecnología entre otras, pero este trabajo de titulación se centra en el ámbito educativo con el fin de apoyar con el uso de tecnología el proceso de enseñanza aprendizaje. Cada vez se elaboren recursos educativos orientados a apoyar al proceso de enseñanza – aprendizaje, se debe tener en cuenta que los recursos contengan aspectos pedagógicos que aporten a desarrollar capacidades y destrezas.

El presente trabajo de titulación tiene como objetivo evaluar el impacto de la impresión 3D en la producción de recursos educativos, incluyendo aspectos pedagógicos que apoyen el proceso de enseñanza – aprendizaje de los alumnos. El documento consta de cuatro capítulos, el primer capítulo establece los objetivos y alcance del trabajo de titulación, el segundo capítulo abarca todos los conocimientos previos al diseño, elaboración e impresión de recursos educativos. El tercer capítulo apoya a la creación de recursos educativos mediante un proceso de diseño que permite seguir una secuencia ordenada de pasos que van desde la selección de los recursos educativos a diseñar hasta la evaluación de los recursos impresos en 3D. Finalmente el cuarto capítulo presenta las evaluaciones finales de los recursos educativos impresos en 3D evaluando criterios que permitan conocer el alcance que se ha logrado en el ámbito educativo.

Para conocer el impacto que tienen los recursos educativos en calidad y utilidad se establecen entrevistas a maestros y alumnos de los colegios San Juan Bautista y a la unidad educativa Cordillera, se aplican evaluaciones de criterios de calidad a los maestros y se evalúan criterios y utilidad aplicados a alumnos.

## **CAPITULO I**

### **CONTENIDO DE LA INVESTIGACIÓN**

## **1. Contenido de la investigación**

El presente capítulo tiene como fin dar a conocer aspectos necesarios para la elaboración del trabajo de titulación, entre ellos encontramos el planteamiento del problema, justificación, alcance y objetivos. Estos aspectos de la investigación ayudan a definir y establecer una línea base que garantice un trabajo de titulación exitoso.

### **1.1. Planteamiento del problema**

Morales, M., Trujillo, J.M. & Raso, F (2015) menciona que miembros de la Unión Europea han creado diversas instituciones con la finalidad de realizar toma de decisiones de manera democrática respecto a exigencias y adaptaciones de nuevas tecnologías en el proceso de enseñanza – aprendizaje. Por otra parte, Marchesi A. (2016). En su investigación acerca de sistemas de indicadores de desigualdad educativa indica que Ecuador destina un 59,8% de recursos económicos aplicados a nuevas tecnologías, pero a nivel local según entrevistas realizadas a diferentes maestros se determina que las nuevas tecnologías no son muy utilizadas debido a un desconocimiento por parte de los maestros.

El trabajo de titulación se enfoca en apoyar el aprendizaje mediante recursos educativos con la finalidad de proporcionar una educación más eficiente, ayudando así a los estudiantes a desarrollar capacidades y destrezas de una manera más didáctica. Incluyendo en la educación herramientas creadas mediante tecnología como es en este caso la impresión 3D, para el uso de los recursos educativos se toman en cuenta aspectos pedagógicos que ayuden a construir un proceso para el diseño e impresos de los recursos. Estos tipos de recursos nos encaminan al área de la educación llevando de esta manera a una interacción entre el maestro y el alumno o entre alumnos, llegando a compartir tecnología en clases de cualquier índole, ya que estos recursos serán de forma tangible y podrán ser visualizados de una manera más real a lo que se puede observar en libros.

En el Ecuador el mayor problema en la educación es que los recursos educativos no son modificados constantemente como lo explica Marchesi A. (2016), que en las instituciones públicas es más complejo el destinar recursos para una constante actualización de recursos educativos debido al incremento de alumnado en las instituciones, por ello se priorizan recursos destinados a otros tipos de necesidades. Por otra parte, las instituciones

educativas privadas necesitan conocer un poco más acerca de nuevas tecnologías que permitan crear recursos educativos útiles para las clases.

Los recursos educativos permiten abrir una serie de posibilidades, tanto al maestro como alumno en el aula de clases llevando nuevas experiencias en cada una de las materias aprendidas. Existe recursos virtuales que ayudan al aprendizaje y enseñanza de los alumnos, pero los recursos en 3D ayudan a los alumnos a mantener mayor concentración y conservar los temas aprendidos por más tiempo. Las metodologías tradicionales no manifiestan patrones de interacción secuencial, por esto se debe implementar aprendizaje colaborativo mediante el uso de recursos didácticos, tangibles y manipulables que ayuden al alumno a crear destrezas e ideas innovadoras.

Uno de los temas de interés en la educación es analizar qué impacto de calidad y utilidad tienen los recursos educativos impresos en 3D, a diferencia de recursos digitales obteniendo información de las ventajas o dificultades que se presenten en el transcurso de enseñanza - aprendizaje, así también conocer qué tipo de recursos son necesarios.

## **1.2. Justificación**

La educación es responsabilidad de todos, de aquí nace el gran interés de mejorar continuamente, por eso se crean herramientas y recursos que ayudan a los alumnos a aprender con mayor facilidad. Por consiguiente, se desea mejorar la educación en cualquiera de sus niveles educativos ya sea primaria, secundaria o universitaria debido a los limitados recursos existentes, una de las alternativas es mediante la inclusión de recursos educativos en 3D combinando la teoría aprendida en las aulas de clases con recursos educativos que sean flexibles y manejables, logrando motivar al alumno al aprendizaje.

La impresión 3D está revolucionando ya que ahora se diseña y crea todo tipo de recursos en tres dimensiones siendo mejor que ver un dibujo en un libro, pues en 3D se puede tocar y analizar de mejor manera permitiendo al estudiante captar detalles que no son muy visuales en una simple imagen.

Por eso ha planteado como objetivo evaluar cómo influyen los recursos educativos en el aprendizaje, tomando en cuenta aspectos pedagógicos que nos permita apoyar la educación con tecnología, se pretende analizar y crear recursos educativos de calidad que apoyen en el aprendizaje de temas complejos de asimilar o recordar. Los recursos educativos impresos en 3D deben ser evaluados mediante criterios de calidad y utilidad con el fin de conocer el impacto que han tenido dichos recursos en el proceso de enseñanza - aprendizaje.

### **1.3. Alcance**

Para el establecimiento del alcance se han definido los siguientes puntos:

- Definir el proceso para el diseño y creación de los recursos educativos
- Definir el programa para diseñar los recursos educativos.
- Definir el proceso que se lleva a cabo para incluir tecnología (impresión 3D) y aspectos pedagógicos.
- Diseñar los recursos educativos acorde a los aspectos pedagógicos identificados para su elaboración.
- Evaluar el impacto de los recursos educativos dentro de la enseñanza y aprendizaje.

### **1.4. Objetivos**

#### **1.4.1 Objetivo General**

Evaluar la utilidad de la impresión 3D en la producción de recursos educativos y su impacto en el aprendizaje a la educación.

#### **1.4.2 Objetivos específicos**

- Identificar y recopilar información de aspectos pedagógicos en la producción de recursos educativos para incluirlos en el diseño 3D.
- Definir un procedimiento para la producción de recursos educativos logrando un equilibrio entre pedagogía y tecnología.
- Evaluar la utilidad y calidad de los recursos educativos impresos en 3D, en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

## **CAPITULO II**

### **ESTADO DEL ARTE**

El siguiente capítulo tiene como finalidad establecer un marco teórico de nuevas tecnologías, aspectos pedagógicos y conocimientos básicos de la impresora 3D, de esta manera poder entender de mejor manera la creación y uso de recursos educativos en 3D. Así como conocer la situación actual de la educación y nuevas tecnologías.

## **2.1. Las TICs en el aprendizaje**

Las TICs han llegado a revolucionar la educación incluyendo tanto a los maestros como a los alumnos a innovar y buscar nuevas formas de aprender pues así se podrá diseñar recursos educativos que consideren aspectos pedagógicos y sean más didácticos y dinámicos para el aprendizaje

### **2.1.1 TICs aplicados a recursos educativos**

Las nuevas tecnologías de información y comunicación representadas por sus siglas TIC son aquellas que permiten convertir el aprendizaje tradicional en aprendizaje totalmente didáctico usando las mismas metodologías, pero incluyendo tecnología dentro de las actividades que se proponen dentro de un salón de clase, obteniendo recursos que permitan que la enseñanza se realice a través de nuevas tecnologías sacando provecho al aprendizaje colaborativo y participativo.

Estas nuevas tecnologías sirven para apoyar a la educación, pero incluyendo inclusión de que permitan ocupar de una manera productiva estos avances incluyéndolos en las actividades educativas en todos sus aspectos lógicos y pedagógicos. “Desde un punto de vista muy similar las TICs digitales, pueden servir para potenciar las inteligencias múltiples de los sujetos, y la adaptación de la información en función de las características de inteligencia del sujeto”. (Cabero, A. 2005, p 12). Desde este punto de vista se pueden desplegar algunas utilidades a las que sirven las TICs como:

- Incrementar las posibilidades de ofrecer diferentes medios que permitan lograr nuevas experiencias.
- Diseñar y crear nuevos recursos que permiten llegar a los distintos tipos de alumnos, tanto a los que aprenden de forma sencillas con herramientas tradicionales o los que aprenden mediante recursos simbólicos.

- Creación de nuevo material que permitan informar y crear herramientas adaptativas que se desempeñen como base de respuestas de los alumnos.
- Finalmente permiten observar y llevar un registro de cómo los alumnos han sido favorecidos con estos nuevos recursos y seguir creando nuevos recursos para llegar a todos y a las distintas formas de aprender.

### 2.1.2 Innovación pedagógica mediante TICs

Las instituciones educativas han implementado el uso de TICs en la educación como un modelo de apoyo para compartir información. Para la innovación tanto pedagógica como tecnológica, son necesarios conocer como pueden ser usados cada uno de los recursos con la finalidad de sacarles provecho para ello Moreira, M. (2008) ha planteado cuatro puntos importantes en los cuales puede ser usadas las TICs para el mejoramiento de las temáticas:

- a) Apoyar las exposiciones magistrales del profesor en el aula.
- b) Demandar al alumnado la realización de ejercicios o micro actividades interactivas de bajo nivel de complejidad.
- c) Complementar o ampliar los contenidos del libro solicitando al alumno que busque información.
- d) Enseñar al alumnado competencias informáticas en el uso de software.

### 2.1.3 Categorización de las TIC

Como categoriza Cacheiro, M. (2011) a las TIC en tres partes importantes dividiendo los tipos de recursos y el fin con el que fueron creados cada uno:

- **Recursos de información (RI):** Este tipo de recursos nos permiten complementar con información necesaria las temáticas que se trabajan en las aulas y que pueden ser encontradas con facilidad en la web para complementar lo que se ha estudiado.
- **Recursos de colaboración (RC):** son aquellos que permiten la colaboración con profesionales e institucionales donde se emplea el uso de los diversos recursos, su uso y aplicabilidad, este tipo de recursos permiten realizar la creatividad y la colaboración entregando así igualdad en un trabajo en grupo.

- **Recursos de aprendizaje (RA):** este tipo de recursos educativos ofrecen una gama de recursos didácticas que permiten a los alumnos aprender de forma dinámica las temáticas establecidas por los maestros, pero implementando nuevos recursos llegando a alcanzar de mejor manera los objetivos propuestos por el maestro.

## **2.2. El aprendizaje mediante recursos educativos**

Desde hace algunos años se han venido creando recursos que ayuden a mejorar la educación pues es prioridad tanto para las autoridades como para los mismos padres, se puede observar cómo ha crecido la educación en tecnología pues, teniendo en cuenta que esta crece cada vez de manera más rápida. Por esto a continuación observaremos algunos temas de cómo han aportado la utilización de recursos educativos al proceso de enseñanza aprendizaje

### **2.2.1 La tecnología en la educación**

La tecnología en la educación nos abre un gran abanico de información en cualquier ámbito dándonos mejores recursos para el aprendizaje de un tema, pero si bien es cierto ha traído consecuencias pues no todos los maestros están capacitados para usar nuevas tecnologías y se han limitado por la carencia de conocimientos en tecnología.

El uso de nuevas tecnologías debe estar en constante actualización, pues de esta forma los alumnos muestran mayor interés fomentando un ambiente de responsabilidad, además contribuye al docente a tener nuevos procesos de enseñanza.

### **2.2.2 Recursos educativos en las aulas**

Para cambiar las metodologías en las aulas de clases, es necesario que los maestros tengan en cuenta el crecimiento de los recursos educativos y cuales son necesarios para las diferentes materias, es por ellos que deben estar dispuestos a las modificaciones en los métodos pedagógicos.

*Para Lobej (2013) “La información no es estática, esta necesidad de aprendizaje debe considerarse un pilar principal en la creación de nuevos modelos pedagógicos ligados a un mundo en constante cambio,*

*ya que dé no ser así, la escuela quedará atrasada con respecto a la sociedad que la rodea.” (p. 1992).*

Los recursos educativos creados en realidad aumentada nos dan versatilidad y más posibilidades de aprender los temas más cansados de las clases que muchas veces pueden ser muy teóricos llevando a manejar de manera real lo que estamos aprendiendo, un ejemplo muy claro es el uso en estudio de las partes del cuerpo tomando en cuenta que es más entretenido y dinámico estudiar esta materia mediante imágenes que puedan ser vistas en tres dimensiones y no en imágenes que son impresas en un libro. De esta manera se lleva a cabo un estudio de forma colectiva donde se puede interactuar formando alumnos críticos mediante trabajos en grupos con ayuda de recursos educativos en tres dimensiones.

### **2.2.3 Recursos educativos abiertos (OER por su traducción en ingles Open Educational Resources)**

Los recursos educativos abiertos según (Sicilia, 2007) “Es la aplicación de métodos en fuentes abiertas a la creación de productos físicos, máquinas y sistemas”. (p 28). Los recursos educativos se clasifican en distintos medios como lo menciona (Maina & Guárdia, 2012).

- Los medios narrativos que son útiles para presentación de contenido preciso.
- Los medios interactivos que permiten a los alumnos indagar y encontrar contenido que ayude a comprender mejor el tema estudiado.
- Los medios adaptativos que permiten al alumno explorar más allá cualquier tema aplicando simulaciones que permitan al alumno a motivarse y personalizar su investigación, estas simulaciones pueden estar representadas en 2D o 3D
- Los medios comunicacionales que permiten compartir la información y simulaciones realizadas con el afán de compartir la información que se ha adquirido de forma interactiva.
- Los medios productivos aquellos que permiten obtener resultados experimentales dando la facilidad de compartir lo aprendido.

Este modelo utiliza un método pedagógico basado en OERs destacando la intervención activa del alumno mediante la experimentación y llevando al alumno a tener mayor participación en los contenidos aprendidos.

#### **2.2.3.1. Proceso para la elaboración y evaluación de OERs**

Piedra, Chicaiza, López, Romero, & Tovar. (2010), en su artículo denominado **Medir habilidades de colaboración y creatividad a través de rúbricas** establece un proceso que permite analizar el manejo de recursos educativos abiertos en las aulas de clases, el proceso consta de 4 pasos: el primer paso se evalúan las actividades mediante el uso de recursos educativos, el segundo paso aplica rubricas que permiten conocer su funcionamiento, el tercer paso consta en realizar un registro que permita identificar el rendimiento académico antes y después de la aplicación de las rubricas y el cuarto paso es publicar criterios que apoyen el trabajo de los alumnos mediante el uso de recursos educativos abiertos. Para medir el rendimiento de los recursos educativos se evalúan las rubricas propuestas en el documento a los estudiantes de la Universidad Técnica Particular de Loja, con el fin de establecer una calificación y clasificación de recurso educativos abiertos mediante una escala de 0 a 4 como se indica a continuación.

- 0 - Falta componente ausente
- 1 - Deficiente, insatisfactorio: necesita una mejora significativa
- 2 - Regular, algo satisfactorio: necesita mejoras específicas
- 3 - Bueno, satisfactorio: mejora discrecional necesaria
- 4 - Muy bueno, muy satisfactorio: no se necesitan mejoras

#### **2.2.3.2. Mecanismos para conectar OERs mediante Linked Open Data.**

Piedra, Chicaiza, López & Tovar. (2017), mencionan que los recursos educativos deben contener una estructura definida para describir los recursos y a los usuarios proporcionando conectores que apoyen a la búsqueda de OERs. Además, detallan cuatro principios que permiten conectar la información de los OERs:

- Flexible: permite aplicar filtros de búsqueda con los datos disponible.

- Centrado en el usuario: ayuda a descubrir los OERs mediante la aplicación de mecanismos de soporte y asistencia que el usuario necesita.
- Interoperabilidad: muestra resultados mediante combinaciones de estrategias de recomendaciones.
- Capaz de aprender: apoya a mejorar el rendimiento de búsqueda mediante dominios de interés de los usuarios mejorando el contexto de la información. Además, establecen directrices que garantizan una búsqueda coherente.
  - Filtrado basado en datos vinculados.
  - Enriquecimiento de datos de fuentes abiertas estructuradas.
  - Representación semántica.
  - Arquitectura escalable y reutilizable en un entorno académico.
  - Proceso semiautomático según un comportamiento conversacional.

### 2.2.3.3. Integrar OERs en el diseño de material educativo

Según Piedra, Chicaiza, López & Tovar. (2016), mencionan cinco fases que apoyan a la reutilización, descubrimiento e integración de OERs, mediante la selección de fuente y metadatos interconectados.

- A. **Objetivo:** identifica tres factores como calidad, necesidades de enseñanza y sugerencia de pares, estos factores ayudan a la toma de decisiones en el proceso de reutilización de material obteniendo resultados precisos por medio de motores de búsqueda.
- B. **Contexto:** la búsqueda mediante metadatos involucra en su totalidad a los maestros puesto que deben realizar investigaciones para encontrar información necesaria, además se debe evaluar e integrar los recursos educativos a sus metodologías de enseñanza. Se recomienda el uso de sistemas de recomendaciones basados en patrones usando una variedad de técnicas de datos, permitiendo de esta manera que el sistema sea predecible tomando como referencia características y atributos.
- C. **Propuesta:** combina el intercambio de conocimiento y creación de tecnología emergente que posea recursos educativos compartidos, tomando como base de

búsqueda internet que permite a los usuarios acceder desde cualquier parte del mundo y adaptar los OERs a sus necesidades.

D. **Publicación y mantenimiento:** abarca el desarrollo y entrega de OERs empleando técnicas de datos vinculados, sin embargo, existen problemas ya que los datos no están bien separados o no aplican bien la lógica de aplicación. Además, se trata de conservar una misma semántica para asegurar la calidad de los recursos reutilizables.

E. **Explotación:** no solo permite el acceso de OERs sino también manipularlos, modificarlos y adaptarlos a las necesidades así se puede entrelazar la información entre los recursos abiertos y los usuarios, de este modo se puede generar mayor conocimiento sobre el tema que se trata. Finalmente se puede entrelazar y manejar de un sitio a otro sobre un mismo tema.

#### 2.2.4 Tipos de recursos educativos

A lo largo de la creación de recursos para la educación se ha incluido internet, dispositivos, aplicaciones, pizarras digitales y bibliotecas virtuales, todos estos recursos hoy en día ya se utilizan por la mayoría de los centros educativos a nivel nacional sin embargo tenemos como objetivo incluir recursos educativos impresos en 3D que ayuden a los alumnos a comprender mejor lo que encuentran en un libro en algo que sea tangible o dinámico. Tratando de cambiar el papel y gráficos tradicionales impresos en libros a gráficos totalmente manejables por los alumnos y maestros. Maina & Guárdia (2012) mencionan que los siguientes recursos educativos son los más usados dentro de las aulas de clases.

- **Internet:** aquel que nos permite buscar y encontrar información de cualquier índole y con la finalidad de aprender temas a fondo encontrando así un sinnúmero de significados, teorías y ejemplos que nos pueden llegar a dar un mejor enfoque en el tema del que estemos indagando.
- **Aplicaciones educativas:** son aquellas que se han elaborado para la gestión de clases y tareas en el aprendizaje, se puede ver que se han creado aplicaciones para

enseñar a los niños mediante juegos en los mismos que pueden interactuar con los padres o a su vez con su maestro.

- **Bibliotecas virtuales:** llamadas colección de información publicadas y clasificadas en la web con la finalidad de que puedan ser usadas desde cualquier lugar, teniendo en cuenta que estas cuentan con derecho de autores y son fuentes confiables muchos de ellos son libros o documentos de información validados y útiles.
- **Dispositivos, Smartphone:** dentro de los dispositivos podemos encontrar las computadoras que hoy en día son muy usuales para el estudio y que son accesibles, así mismo los dispositivos móviles que están reflejando a una nueva era ya que todas las aplicaciones se están realizando para este tipo de dispositivos.
- **Pizarras digitales:** son muy usuales en centros educativos con la finalidad de llevar una clase dinámica y poder llegar de mejor manera a los alumnos, llevando a la manipulación de información mediante estos recursos que nos ofrecen algunas características útiles.
- **Impresoras 3D:** Es una tecnología nueva que permite imprimir objetos en tres dimensiones mediante impresoras 3D. La impresión se realiza mediante filamento fundido en forma de capas permite la creación de réplicas, prototipos, prótesis y está siendo usada en distintos ámbitos como educación, medicina, ingeniería, entre otros. Existe aún amplia gama de programas 3D cada una con sus características propias que los identifica, hoy en día la impresión 3D ha cambiado la manera de producir algunos artículos mediante diseños originales, personalizados o diseños únicos que muchas veces suelen ser difíciles de conseguir.

En la Ilustración 1 se puede observar los tipos de recursos educativos que son más usados utilizados en la enseñanza-aprendizaje.



**Ilustración 1.** Tipos de recursos educativos.

Fuente: Maina & Guárdia (2012)  
Elaboración: autor.

## 2.2.5 Recursos educativos en la práctica

Villavicencio, Revelo y Pincay (2016) menciona que:

“Los materiales aprendidos significativamente pueden ser retenidos durante un período relativamente largo de tiempo, meses, incluso años, mientras que la retención del conocimiento después de un aprendizaje memorístico por repetición mecánica es de un intervalo corto de tiempo, medido en horas o días” (p. 45).

El aprendizaje significativo, se forma con recursos que se usan de forma didáctica de manera que el alumno pueda manipular con los conocimientos teóricos antes aprendidos es muy importante que exista una conexión directa en la teoría y la práctica. Este método ha llevado a maestros a replantear su método de enseñanza con la finalidad que los alumnos recuerden durante largo tiempo lo aprendido, de esta manera el alumno disfruta lo que aprende, lo motiva y ayuda a que sienta con la necesidad de experimentar.

### **2.2.6 Recursos didácticos**

Los recursos didácticos son amplios como objetos o instrumentos que puede llevar al aprendizaje mediante manipulación, observación o lectura. Los materiales pedagógicos incitan el proceso de enseñanza-aprendizaje comunicando así la práctica con los contenidos aprendidos. Según (Navarro y Ortegón, 2010). plantea que “Los materiales didácticos son llamados así a las diferentes herramientas o utensilios que utilizan los maestros y los alumnos en el desarrollo de proceso de enseñanza-aprendizaje”. (p. 9).

Los recursos didácticos abarcar un gran abanico de recursos manipulables dentro de ellos se encuentran contenidos los recursos elaborados en tres dimensiones (3D) que llevan al aprendizaje a un mundo real de lo que se está tratando, dando así la creación de recursos realizados en 3D. Estos recursos en 3D deben siempre ser diseñadas llevando un proceso metodológico, una continuidad de los contenidos de estudio y deben ser facilitadores en la enseñanza de los maestros y aprendizaje de los alumnos.

Los recursos didácticos deben proporcionar habilidades y capacidades para aprender cualquier asignatura, es decir no deben ser limitadas para ciertas asignaturas pues haciendo un buen uso metodológico se puede crear o encontrar un sinnúmero de recursos que pueden ser útiles. Además, estos recursos deben ser flexibles adaptándose a cambios de cualquier índole.

### **2.3. Enfoque pedagógico en el aprendizaje**

Dentro del enfoque pedagógico podemos citar información de los diferentes métodos y modelos que se emplean dentro de la educación, por ello a continuación se presentara información que puede ayudarnos a mejorar un modelo pedagógico con el uso de recursos educativos. Se debe tener varios aspectos como criterios, características, métodos y sobre todo un proceso ya establecido que sea flexible al cambio o que nos permita incluir y agregar métodos que nos ayuden a llevar un aprendizaje más dinámico, comprometiendo a los alumnos y maestros con el fin de establecer comunicación directa y que puedan intercambiar información haciendo las clases más dinámicas y más realistas.

### **2.3.1. Características de los métodos pedagógicos**

Los métodos pedagógicos son aquellos procesos que se usan para un aprendizaje donde interactúan un alumno y el maestro, con el afán de conseguir modelos que contengan actividades reflexivas como plantea Vahtivuori, Karaharju, y Suomalainen (2007), un método Enseñanza-Estudios-Aprendizaje conocido también como TSL (Teaching—Studying—Learning) por sus siglas en inglés donde considera estos tres puntos como la clave para llevar un modelo pedagógico.

Para construir un método pedagógico de calidad se debe tener características importantes como son:

- a) Primero un modelo basado en preguntas y respuestas planteando estímulos y enfoque en las actividades de los alumnos, generando asimismo preguntas y respuestas que el alumno pueda tener para enfatizar la idea de lo que se habla.
- b) Segundo un modelo de enseñanza recíproca donde se pueda compartir y combinar información con los procesos de enseñanza, formando experiencias entre los alumnos al intercambiar información de lo que se está hablando. Este modelo puede ayudar a crear lazos de igualdad ya sea entre alumnos o entre los alumnos y los docentes.
- c) Tercero un modelo colaborativo basado en el trabajo común creando objetivos que convergen en un grupo específico. Para que el modelo tenga éxito debe proponerse con anticipación los objetivos y las actividades con un punto en común.

Otro punto importante dentro de las características de los métodos pedagógicos es la movilidad donde el maestro debe indagar y encontrar herramientas y medios prácticos que puedan ser manejados y llevados a cualquier lugar de manera práctica, esta movilidad tiene como objetivo incluir TIC y TSL basados en entornos investigativos y reflexivos. El método TSL es flexible por ende presenta aspectos informativos que ayuda a la producción de material didáctico de acuerdo con las necesidades planteadas en la enseñanza y aprendizaje.

### **2.3.2. Criterios de modelos pedagógicos**

Para establecer criterios en los modelos pedagógicos se debe considerar dos puntos importantes como son el estilo de enseñanza y modelo de enseñanza donde algunos

autores de los distintos modelos los plantean como similitudes, pero existen otros autores de modelos pedagógicos que los emplean como dos cosas diferentes que están relacionadas.

**Tabla 1:** Estilos de enseñanza agrupados según afinidad.

<b>BLOQUE DE CRITERIOS AFINES</b>	<b>AUTORES</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Interacción docente – alumno.</li> <li>• Interacción con el alumno.</li> </ul>	Bigge (1976), Grasha (1994) Coronado (1993)
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nivel de complejidad en la presentación y procesamiento de la información en el proceso de enseñanza- aprendizaje</li> <li>• Orientación de las actividades de aprendizaje.</li> <li>• Orientación del aprendizaje.</li> <li>• Reestructuración cognitiva.</li> <li>• Provisión de modelos, condicionamiento.</li> </ul>	Bigge(1976), Grasha(1994) Johnston(1995), N.Guerrero(1996), Gage(1978), Brightman(2001).
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Orientación del aprendizaje (cognitiva y de interacción grupal).</li> <li>• Habilidad perceptiva y habilidad de organización perceptiva.</li> <li>• Actitud de dependencia social y funcionamiento perceptual y cognoscitivo.</li> <li>• Factores ambientales, sociales, y su influencia en las diferencias perceptuales.</li> </ul>	Joyce y Weil (1985), Gregorc(1983), Witkin(1979), Riechman - Hruska (1984).
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Experiencias de aprendizaje como conceptos, guías</li> </ul>	N. Guerrero (1996).
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rol del alumno dentro del proceso.</li> </ul>	Grasha (1994).

**Fuente:** Universidad Pedagógica Experimental Libertador

**Elaboración:** Universidad Pedagógica Experimental Libertador.

En el proceso de enseñanza – aprendizaje presenta dimensiones descriptivas, explicativas y predictivas que son clasificadas según su fin dando lugar a la existencia algunos estilos de enseñanza que se agrupan dependiendo su conjunto de actitudes y acciones dentro del proceso de enseñanza logrando diversas adaptaciones en el aula de clases. La Tabla 1 muestra algunos criterios primordiales para un aprendizaje exitoso, estos criterios son citados por León C, (2005).

### **2.3.3. Aspectos pedagógicos para el diseño de los recursos educativos.**

#### **Medios de aprendizaje**

En la educación se toma en cuenta el ambiente de aprendizaje que interviene en el uso de recursos educativos o recursos didácticos. Herrera, B (2006) menciona dos tipos de elementos en ambientes de aprendizaje como son los elementos constitutivos que abarca medios de interacción, recursos y factores psicológicos. Por otro lado, están los

elementos conceptuales que describe los aspectos ambientales como diseño e instrucciones en medios virtuales donde se requiere diseños amigables y accesibles.

- a. **Medios de interacción:** permite que la información sea unidireccional influyendo a dos o más sentidos mediante recursos informativos, generando un aprendizaje a manera de dialogo compuesta por un emisor y un receptor.
- b. **Los recursos:** este tipo de recursos abarca principalmente a recursos impresos de forma normal, pero sin embargo se puede implementar recursos impresos en 3D ya que genera una vista realista.
- c. **Los factores físicos:** son importantes pues generan un ambiente de aprendizaje estimulante y confortable con el uso de recursos como música imágenes y piezas, estos factores son favorables porque permiten que el alumno desarrolle sus sentidos de forma dinámica
- d. **Las relaciones psicológicas:** actúan a través de interacciones entre los recursos y el alumno, además en la comunicación colaborativa ya sea con los compañeros o el docente.
- e. **El diseño instruccional:** se crea al momento que el alumno adquiere experiencias logrando **conocimientos** y habilidades eficaces, para conseguirlo debe haber anticipadamente un método o estrategia.

#### 2.3.4. Estrategias para el diseño de recursos didácticos

Para Martínez (2009) los recursos didácticos pueden clasificar procedimientos fundamentales para el buen uso y manejo de los recursos diseñados:

- **Estrategias de enseñanza,** permite el dialogo entre el docente y el alumno de forma real de acuerdo con las necesidades y dudas del alumno.
- **Estrategias instruccionales,** crea la independencia en procedimientos de aprendizaje respecto al uso de los recursos que se están usando, por otra parte, se establece al docente como un apoyo en temas que el alumno no pueda comprender por sí solo.
- **Estrategias de aprendizaje,** tiene como propósito emplear técnicas que permita explotar las habilidades y destrezas cognitivas formando experiencias únicas en el alumno.

- **Estrategias de evaluación**, son todos los procedimientos establecidos con el fin de dar una valoración final logrando así metas y objetivos establecidos al inicio de cada actividad.

### 2.3.5. Dimensiones y Características pedagógicas

Estos aspectos pedagógicos ayudan a evaluar las diferentes concepciones que el alumno va a ir desarrollando en las distintas actividades propuestas, no todas las actividades necesariamente deben lograr cumplir todas las dimensiones y características pedagógicas.

Las dimensiones pedagógicas son:

- **Dimensión emocional:** permite conectar los sentidos de manera que se pueda lograr una comprensión completa.
- **Dimensión cognitiva:** ayuda al alumno a entender por sí mismo lo que debe hacer.
- **Dimensión social:** permite un trabajo en equipo de forma colaborativa.

Las características pedagógicas son:

- **Simulación:** ayuda a entender las actividades de mejor manera mediante el manejo de material didáctico.
- **Percepción:** permite al alumno entender cada una de las actividades por sí solo
- **Intervención:** necesita que las actividades sean explicadas con anticipación.

### 2.3.6. Modelo pedagógico usando impresión 3D

En los últimos años el costo de impresión 3D ha disminuido, es por ello por lo que las instituciones educativas están ansiosas de implementar en la enseñanza, sin embargo, existe aún resistencia por la falta de conocimiento acerca de este tipo de tecnología. Chiu, Lai, Fan y Cheng, (2015). Menciona que el modelo planteado en el anexo1 fue aplicado durante dos años en un curso de Educación general en la Universidad de la Ciudad de Hong Kong, este modelo pedagógico toma en cuenta procesos cognitivos mediante eventos de instrucciones que ayudan al diseño y creación de recursos educativos permitiendo demostrar su ingenio y creatividad mediante detalles que identifiquen su origen o necesidades.

Chiu, Lai, Fan, & Cheng. En su artículo describe un modelo pedagógico creativo e innovador logrando en los alumnos mayor tiempo de retención de conocimientos. Este modelo muestra algunos criterios de enseñanza agrupados de acuerdo a su afinidad, estos estilos de enseñanza permiten llevar un modelo pedagógico mediante impresión 3D en las clases, manteniendo colaboración por parte de los alumnos donde cada uno de los grupos son guiados por un tutor o maestro que ya esté capacitado acerca del tema poniendo de esta manera en práctica la teoría aprendida con anterioridad y que motiva al alumno a plasmar sus conocimientos haciendo que de esta manera tomen forma y perdure en el aprendizaje del alumno.

## **2.4. Impresión 3D**

La impresión 3D es una tecnología prácticamente en crecimiento hoy en día está usando en todos los ámbitos como salud, educación entre otras. Las impresiones 3D permiten realizar diseños en 3 dimensiones que hacen que cualquier recurso sea más real por su tamaño y textura. Estos recursos permiten dar a las personas dinamismo al poder observar y manipular objetos que eran solo visuales a objetos reales, así es como la educación intenta incentivar al uso de nuevos recursos educativos.

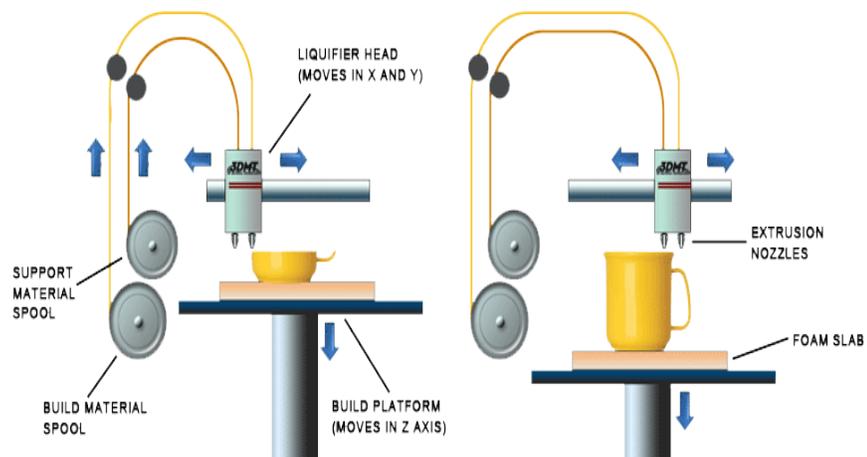
### **2.4.1. Función de la impresora 3D**

La impresión 3D permite plasmar todo tipo de objetos planos a objetos reales con el fin de ser manipulados, además ayuda al testeo de cualquier producto con el fin de saber si tendrá buena acogida para su uso. Existe una técnica que es muy utilizada que es la descomposición del hilo fundido así lo menciona Acuña, Rivas, Chancusi & Navarrete (2010).

“Esta técnica consiste en desenrollar un filamento de plástico de una bobina y abastecer el material hacia una boquilla de extrusión, la boquilla se alimenta con el filamento que es calentado a una temperatura por debajo de la temperatura de fusión del material. La boquilla deposita una fina capa de plástico una encima de otra hasta terminar completamente la pieza. El material fundido se solidifica al ir haciendo contacto con la superficie donde el material se va uniéndose para obtener un sólido.

La impresora 3D consta de un extrusor y un sistema de movimiento cartesiano. Para formar la primera capa la máquina realiza dos movimientos a través de sus mecanismos para cada coordenada, depositando el material con la trayectoria requerida. Después, se repite el procedimiento para que el extrusor deposite la segunda capa sobre la primera y así sucesivamente”.

La ilustración 2 muestra las partes de la impresora 3D y la función de cada una de ellas en el proceso de extrusión del filamento.



**Ilustración 2** Partes de impresora descomposición de hilo fundido

Fuente: Vector 3D.

Elaboración: Vector 3D.

#### 2.4.2. Áreas de aplicación de la impresora 3D

Mott, R. (2006), menciona algunas de las áreas en las cuales la impresión 3D es más usada, si bien es cierto la impresión 3D es muy empleada en muchos ámbitos sin embargo existen áreas que tienen un campo más amplio para su aplicación.

- **Ingeniería:** permite la producción de objetos tridimensionales en bajo costo
- **Arquitectura:** permite crear maquetas en menos tiempo, poniendo todas las ideas posibles en menor tiempo además permitirá conocer las necesidades de cliente y llenar sus expectativas.

- **Educación:** da a los alumnos posibilidades de demostrar sus ideas, les ayuda hacer creativos y permite al maestro llevar una nueva manera de aumentar la enseñanza-aprendizaje de los alumnos.
- **Arte:** es una buena opción para llevar acabo modelos que muchas veces pueden ser costosos y que tardarían mucho tiempo en ser elaborados.
- **Medicina:** en este campo es la más novedosa ya que permite a los médicos prepararse para operaciones complicadas poniendo en práctica en partes impresas en 3D.

Estas áreas mencionadas son las que mayor usabilidad tienen respecto a impresión 3D, pero se debe tener en cuenta que la impresora 3D alcanzado un gran auge en la producción de todo tipo de objetos.

#### 2.4.3. Métodos y técnicas

Las impresoras hoy en día han empezado a tener gran acogida en cualquier campo que necesite objetos o productos tridimensionales, por esto se han creado varias tecnologías de impresoras 3D. Bharti, Gonzalez y Buhler (2015), expone las tecnologías más usadas y el tipo de filamentos que usa para su impresión como podemos observar a continuación. Samaniego (2017), muestra un estudio exhaustivo que permite conocer varias técnicas de impresión con sus respectivos materiales y dimensiones.

- **Fabricación (FFF):** tiene mayor usabilidad debido que aporta con el medio ambiente y usa variedad de filamentos que pueden ser encontrados en el mundo. Los filamentos que utiliza son ABS (acrilonitrilo butadieno estireno) es a base de petróleo y produce una impresión fuerte y flexible, pero tiene una desventaja que tiene un olor fuerte y desagradable. Otro filamento es PLA (ácido poli láctico) se deriva del maíz y produce un olor suave y dulce a medida que se extruye, este tipo tiende a ser más frágiles
- **Stereolithography (SLA):** este tipo de tecnología usa como material de resina blanca ABS o resina translúcida, el proceso se lleva mediante láser ultravioleta que construye los objetos.
- **Selective Láser Sintering (SLS):** pueden construir objetos con polímeros como el nailon, poliestireno o metales.

#### **2.4.4. Mecanismos de modelado**

Para el modelado de recursos educativos se debe conocer que forma tienen nuestros recursos a imprimir, asumiendo que los recursos en 3D tienen una forma poligonal manteniendo una representación visual exacta y correcta. Rocha, Pereira y De Castro, (2011), reconocen tres tipos de técnicas de modelado.

- a. **Modelado Poligonal:** permite el modelado de figuras geométricas planas, que marca vértices, aristas y superficies definidas, de forma tridimensionales
- b. **Modelado de Superficies:** son modelados donde la superficie tiene aspecto semejante a una malla, dando de esta manera flexibilidad para que la construcción de superficies curvas.
- c. **Modelado Non-Uniform Rational B-Splines (NURBS):** pertenece a representaciones geométricas que describen cualquier forma ya sea una línea recta, círculo, arcos o curvas, construyendo de esta forma las superficies. Este tipo de modelos dan mayor flexibilidad y presión a los diseños en 3D.

#### **2.5. Trabajos relacionados con la impresora 3D**

##### **2.5.1 Creación de réplicas de patrimonio escultórico mediante reconstrucción 3D e impresoras 3D de bajo coste para uso en entornos educativos.**

En el artículo expuesto por De La Torre, Saorín, Meier y Drago, (2015) expresan que las réplicas de esculturas patrimoniales han tenido siempre más interés por museos, empresas y organismos públicos, pero se aspira a ser usado por los alumnos con el fin de apoyar el aprendizaje didáctico mediante técnicas constructivistas.

Para la creación de réplicas se utiliza programas que permiten scanner imágenes de las esculturas y seguidamente transformarlos a formatos aceptados por la impresora que se utiliza, según encuestas realizadas a maestros acerca de estos recursos educativos se obtuvo una calificación entre 4,00 y 4,25 sobre 5,00 con el cual demuestran la acogida que tienen los recursos educativos.

### **2.5.2 Integración de materiales didácticos en 3D para el Aprendizaje Basado en Problemas en la enseñanza de Artes**

Los recursos educativos permiten la introducción de las TIC's mediante expresiones artísticas como lo menciona Fernandez, y Godoy (2010), este tipo de recursos se utiliza para aplicar estrategias de ABP (Aprendizaje Basado en Problemas), en la cual inicialmente se recolecta evidencia que permita al alumno tener claro el tema del que se está tratando. El autor menciona que este tipo de aprendizaje aporta cambio en metodologías que usan prácticas transitivas llevando al alumno a ser protagonista en el proceso de aprendizaje, además esta estrategia metodológica conlleva al alumno a investigar un poco más del tema con el fin de aportar en el aprendizaje.

El diseño de la estrategia ABS tiene actividades establecidas como son: leer y analizar el problema y su escenario, lluvia de ideas que permitan encontrar respuestas con respecto al tema, listar lo que se conoce y lo que no se conoce acerca del tema, proponer soluciones mediante establecimiento de lo que se debe y no se debe hacer, indagar en el problema, buscar y obtener información verídica y finalmente presentar resultados que conlleven a una solución y de esta manera se pueda contestar todos los problemas.

### **2.5.3 4WindGame: Un juego de Armado de Piezas Asistido con una impresora 3D**

Es un juego creado para afianzar el aprendizaje de figuras geométricas creado por Castro (n.d.), son recursos educativos lúdicos que permiten armar grados de dificultad de acuerdo con los distintos años, permitiendo de esta manera crear recursos versátiles que puedan tener un contexto para ello cada una de las piezas cuenta con un número que permite armar distintas operaciones en los distintos niveles de aprendizaje.

## **2.6. Comentarios finales**

El capítulo 2 presenta la investigación y análisis de temas que permiten establecer un proceso de diseño e impresión de recursos 3D, dichos temas abarcan conocimientos de la implementación y uso de nuevas tecnologías que permiten incluir la impresión 3D como nueva tecnología en el ámbito educativo. También se definen aspectos, criterios y modelos pedagógicos que ayuden a establecer un proceso de diseño y elaboración de recursos 3D. La

impresión 3D es una de las tecnologías más recientes pero muy útil dentro de la educación debido a que apoya al proceso de enseñanza aprendizaje mediante la creación de recursos educativos de calidad.

En el proceso de inclusión de recursos educativos se ha logrado alcanzar un gran impacto puesto que los maestros y alumnos muestran interés por nuevas tecnologías en especial por este tipo de tecnología con la cual pueden expresar su creatividad y destrezas. Según las investigaciones realizadas existen varios proyectos ya probados que incluyen impresión 3D, sin embargo es necesario tener un proyecto que contenga un proceso completo de diseño y elaboración de recursos educativos, así como recursos educativos que tengan la información necesaria para sustentar la creación de cada uno de los recursos educativos.

**CAPITULO III**  
**ANÁLISIS Y DISEÑO DE RECURSOS EDUCATIVOS**

En este capítulo se describe la propuesta de un proceso de elaboración de recursos educativos que consta de seis fases como son: requerimientos, especificación de diseño, diseño, evaluación previa, impresión 3D y evaluaciones finales. Este proceso está basado en aspectos pedagógicos necesarios para mejorar la calidad de recursos educativos impresos en 3D. Cada proceso esta detallado y justificado de tal manera que pueda ser ejecutado por personas sin la necesidad de tener amplios conocimientos técnicos.

### **3.1 Análisis de recursos educativos**

Previo a la descripción del proceso de elaboración de recursos educativos es necesario tener en cuenta algunos aspectos pedagógicos necesarios para la creación de recursos educativos ayudando a comprender de mejor manera el proceso establecido.

#### **3.1.1. Aspectos pedagógicos para el diseño de los recursos educativos**

Los recursos impresos en 3D ayudan al alumno aprender de forma experimental mediante la manipulación y observación, para lograr mejores resultados se necesita que los diseños de estos recursos educativos sean muy estilizados con el fin de que demuestre la realidad de las cosas, además se debe estudiar los aspectos pedagógicos, medios y dimensiones que se involucran en el aprendizaje.

Los alumnos aprenden a partir de conocimiento y reconocimiento mediante las propiedades de los objetos y elementos del entorno, por ello es indispensable la interacción del medio con los recursos concretos implantando en el alumno hallazgos, diferencias y semejanzas acerca del recurso que se está estudiando.

Algunas interrogantes que se deben contestar para tener en cuenta aspectos pedagógicos en la elaboración de recurso educativo son:

- ¿A quiénes están dirigidos dichos recursos?
- ¿A qué edades van dirigidas?
- ¿Descripción del recurso educativo?
- ¿Partes que componen los recursos educativos?
- ¿Qué dimensiones pedagógicas cumple?

- ¿Qué características pedagógicas aportan los recursos?

Estos aspectos pedagógicos están planteados en el apartado 2.3.5 que trata acerca de las dimensiones pedagógicas, así como también se establece la importancia de las interrogantes, además se explican las dimensiones y características pedagógicas.

Según Herrera, M. Establece: “Los procesos perceptivos, de análisis comparación, clasificación y síntesis organizan la información recibida del entorno a través de los sentidos e integrada con el conocimiento del esquema corporal”. Por ello establece aspectos importantes dentro del proceso de enseñanza- aprendizaje.

- a) Identificar tamaño y medidas de longitud Grande-pequeño, Ancho-angosto
- b) Estatura: alto-bajo Longitud: largo-corto
- c) Reconocer y nominar cuerpos, figuras y líneas Círculo, cuadrado, triángulo, rectángulo, óvalo, rombo.
- d) Líneas: vertical, horizontal, inclinada, perpendicular, paralelas, curva, abierta, cerrada.
- e) Diferenciar grosor (calibre) Grueso, gordo, delgado, flaco.
- f) Reconocer olores Agradables, desagradables, peligrosos
- g) Diferenciar texturas Liso, áspero, suave, duro, rugoso, blando, seco, mojado, húmedo y gelatinoso.
- h) Emplear nociones de peso Pesado-liviano, frágil
- i) Discriminar visualmente objetos Lleno, vacío, nuevo, viejo, usado, semejante, parecido, diferente, Igual que.

### **3.2 Proceso para la creación de recursos educativos**

Para crear los recursos educativos primero se debe llevar una secuencia que ayude a reconocer por una parte los requerimientos del docente y por otra que tipo de recursos se necesita crear, así como las características como tamaño, color, textura y otras. Por ello se propone el siguiente proceso con el fin de llevar un proceso ordenado y eficaz en la creación de dichos recursos.

Basado en el modelo pedagógico (Anexo 1) para la enseñanza y aprendizaje mediante recursos educativos en 3D planteado por City University of Hong Kong detallado en el anexo 1 del documento. El siguiente proceso nos permite llevar un proceso antes, durante y después del

diseño de los recursos educativos, como se muestra en la ilustración 3.



**Ilustración 3** Proceso para la creación de recursos educativos

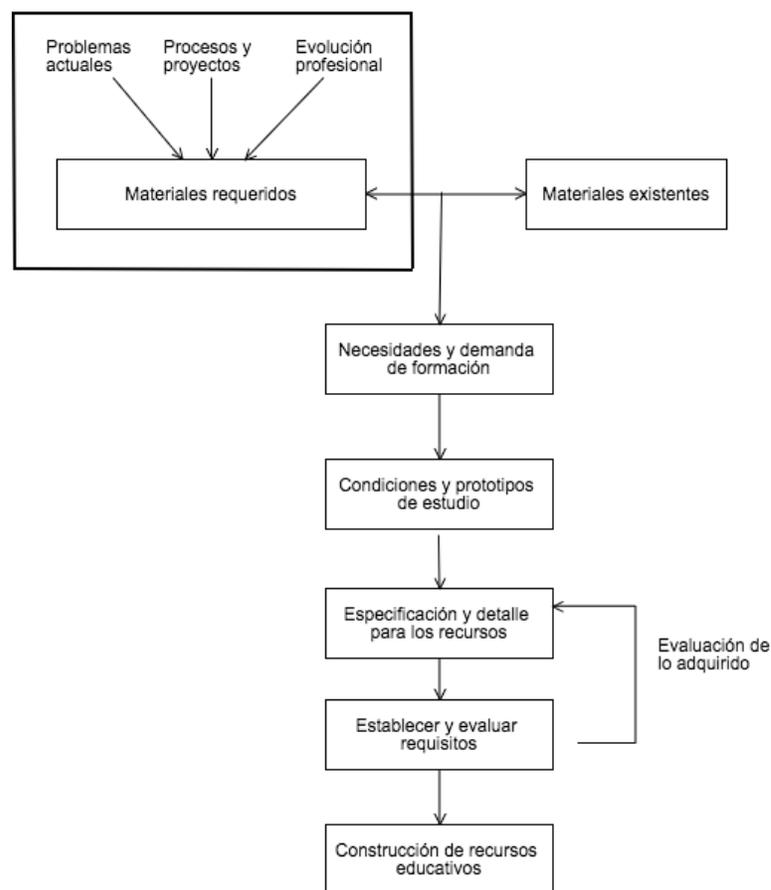
Fuente: City University of Hong Kong  
Elaboración: autor.

Este proceso permite llevar un orden con el fin de conocer todos los detalles necesarios de cada recurso, al tomar este proceso los recursos tienen un análisis antes del diseño y permite conocer con exactitud como está formado el recurso, al finalizar el proceso se debe realizar una evaluación para conocer si el recurso cumple con el objetivo para el cual fue elaborado.

Para seguir el proceso correctamente se realizó una entrevista a 3 maestros en áreas diferentes como química, matemáticas y computación, con el fin de obtener primeramente qué tipos de recursos educativos son necesarios para la enseñanza de sus materias en el apartado de diseño se detalla cada una de las entrevistas.

### 3.2.1. Requerimientos

La obtención de requerimientos es el punto más importante antes de cualquier proceso de diseño, en este punto se permite determinar lo que en realidad se necesita, sus detalles, características y sobre todo cual es el uso que van a tener. Sin embargo, se debe llevar un orden para la obtención de estos requerimientos, así como se plantea en la ilustración 4, este proceso se basa en el esquema general para el diseño de competencias específicas propuesta por Fernández y Saliero (2016).



**Ilustración 4** Proceso para la obtención de requerimientos

Fuente: Fernández y Saliero (2016).

Elaboración: autor.

### 3.2.2. Especificaciones de diseño

Las orientaciones son realizadas al maestro con el fin de definir bien las características que necesita cada recurso y de esta manera generar un recurso educativo acorde a sus necesidades.

Se establece criterios de diseño que permiten conocer a fondo las características que debe tener cada uno de los recursos, estos criterios han sido tomados de dos modelos de diseño. Paredes, K. (2016), expone un modelo arquitectónico de diseño que detalla cada recurso como un solo elemento único se muestra en la tabla 2. Por otra parte, Tamarit, C. (2016), propone un modelo de diseño de manera independiente como se muestra en la tabla 3.

**Tabla 2** Proceso de diseño mediante diseños arquitectónicos.

Concepto del diseño	Necesidad	Medida	Unidad	Función	Acabados	Características
Establece lo que se diseña.	Especifica el fin por el cual fue creado.	Determina el tamaño que debe tener el recurso o los recursos.	Número de piezas que deben ser creadas.	Define el uso o fin para el cual se va a hacer	Determina el material y el color.	Presenta detalles físicos específicos que no han sido detallados en los puntos anteriores.

Fuente: Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente  
Elaborado: autor.

**Tabla 3** Proceso de diseño mediante diseños independientes

Pieza	Cantidad	Código	Descripción	Imagen
Establece el recurso a diseñar	Número de réplicas por pieza	Establece un código único que pueda identificar a cada pieza.	Detalla el modelo, tamaño, color y material que debe contener la pieza.	Se establece un boceto o modelo como muestra de lo que se debe diseñar.

Fuente: Universitat Oberta de Catalunya  
Elaborado: autor.

Después de analizar los criterios propuestos en las tablas 2 y 3, se propone un modelo de criterios que permita obtener todos los detalles para el diseño de recursos educativos, este nuevo modelo propuesto en la tabla 4 establece también algunos aspectos pedagógicos propuestos en el apartado 3.1.1 de este documento.

**Tabla 4** Criterios de diseños para crear recursos educativos.

<b>Diseño o concepto</b>	Nombre del diseño.
<b>Descripción</b>	Detalla información del recurso a diseñar.
<b>Características</b>	Establece especificaciones únicas del diseño que son importantes dentro de la fase de diseño.
<b>Medida</b>	Proporciona el tamaño que debe contener el recurso.
<b>Color</b>	Determina el color que debe tener cada diseño.
<b>Material</b>	Determina opciones de material que se puede usar.
<b>Función</b>	Define el fin para el cual es creado y detalla cómo debe ser usado el recurso.
<b>Niveles de estudio</b>	Es una característica pedagógica que permite establecer las edades en las cuales se usa el recurso.
<b>Imagen / Prototipo</b>	Permite tener un boceto ya elaborado como imagen 2D, fotografías entre otras.

Fuente: autor.

Elaborado: autor.

### **3.2.3. Diseño**

Es una actividad que permite conseguir objetos únicos capaces de mostrar una expresión, una necesidad o un recurso, también genera modelados mediante un software que permite realizar dibujos en 3 dimensiones para luego ser convertidos en formato STL para su ejecución en la impresora 3D.

En esta fase del proceso el diseño debe tomar en cuenta los criterios de diseño expuestos en la tabla 4. Dentro de la etapa de diseño se selecciona el programa adecuado que nos permita realizar los prototipos, para conocer el programa más adecuado se puede tomar como referencia el estudio comparativo de algunos programas de diseño 3D que se muestran en el anexo 1. Para que el diseño sea bueno debe tener posteriormente una evaluación que permita conocer si es lo que el docente espera o si necesita algunas modificaciones antes de imprimir.

### **3.2.4. Evaluación previa (Previa a la impresión del recurso)**

Las evaluaciones previas involucran las tres fases anteriores tomando como fase central al diseño y comparándolo con los puntos de requerimientos y orientaciones propuestas por el docente, permite verificar que el diseño cumpla con los puntos establecidos por el docente y ayude a obtener algunas necesidades que no hayan sido consideradas anteriormente. Además, la revisión nos permite validar si el producto está listo para ser impreso o debe realizarse cambios.

### **3.2.5. Impresión**

La impresora funciona mediante la lectura de coordenadas de posicionamiento las cuales coloca capas sucesivas de material como se explica en el apartado 2.4.1 de este documento donde se explica la función de la impresora 3D.

Después de haber aprobado la fase de evaluación previa se procede a la impresión de recursos 3D, tomando en cuenta el material establecido por el docente en la fase dos del proceso. Para la impresión se puede seguir los pasos establecidos en el apartado 3.3.1 de este documento donde se detalla el proceso de configuración de archivos y configuración de la impresora 3D.

### **3.2.6. Evaluación Final**

La evaluación final nos permite obtener resultados acerca del impacto que tienen los recursos educativos impresos en 3D. La

Tabla 5 muestra algunos criterios de evaluación basados en la metodología de desarrollo de la función de Calidad con sus siglas en inglés QFD (Quality Function Development) que tiene como finalidad garantizar que los recursos cumplan todas las expectativas pedidas en los requerimientos. Cortés, Rodríguez y Peña mencionan criterios que evalúen los más mínimos requerimientos como acabados, producción y manejo de los recursos impresos en 3D. Por otro lado, Zulia, Mara y León proponen métricas basadas en funcionalidad, estética, costos, tamaños, manufactura, materiales y usuarios finales.

La evaluación final se realiza tanto a los maestros como a los alumnos para conocer el impacto que los recursos educativos.

#### **3.2.6.1. Evaluación final a maestros.**

Lima, Campos, y Werner establecen un procedimiento de evaluación de usabilidad valorado en un rango de 0 (insatisfactorio) y 10 (satisfactorio), los mismos que sugieren que las pruebas deben ser realizadas a no más de 5 usuarios. Para establecer un criterio final en los resultados de las evaluaciones se toma en cuenta que, si los valores mayores a 8 son satisfactorios, entre 5 y 7 son razonables y por debajo de 5 son insatisfactorio. De esta manera las evaluaciones permiten conocer los puntos fuertes y débiles.

**Tabla 5** Criterios de evaluación para los recursos educativos impresos en 3D.

Criterio de Evaluación	Valor Relativo	Observaciones
Precisión y exactitud	El valor relativo se refiere a la calificación asignada por el docente dependiendo a las consideraciones de cada uno de los recursos educativos, se califica sobre 10 puntos cada uno de los criterios de evaluación.	Se establece comentarios o sugerencias emitidas al momento de las evaluaciones finales de los recursos.
Acabado		
Creatividad		
Colores		
Tolerancia en dimensiones		
Referencia del material		
Economía		
Proceso de producción		
Diversidad en producción		
Movilidad		
Fácil manejo		
Interpretación de piezas.		
Apto para la edad.		

Fuente: autor.  
Elaborado: autor.

### 3.2.6.2. Evaluación final a alumnos

Moreno, G., Ojeda, E., y Hermman, A., establecen criterios dirigidos a usuario específicos con contextos específicos, estos criterios son medidos de acuerdo con la satisfacción del usuario final respecto al uso y experiencia con los recursos educativos como se muestra en la Tabla 6.

La valoración se realizará por medio de 5 estrellas, con valores del 1 al 5, rellenas dependiendo del caso, en caso de que el docente no tenga una respuesta se podrá asignar un valor de N/S que significa que no sabe o no tiene una calificación exacta para ese criterio.

- N/S= No Sabe
- 1=Muy Deficiente

- 2=Deficiente
- 3=Aceptable
- 4=Alta
- 5=Muy Alta

**Tabla 6** Criterios de evaluación para los recursos educativos impresos en 3D aplicado a alumnos.

Criterio de Evaluación	Valor Relativo	Observaciones
Presentación atractiva y original	El valor relativo se refiere a la calificación asignada por el docente de acuerdo con los resultados obtenidos con los estudiantes.	Se establece comentarios o sugerencias emitidas al momento de las evaluaciones finales de los recursos.
Información relevante: aporta información importante para ayudar a comprender los contenidos.		
Participación del alumno: explica claramente su participación en el uso de los recursos educativos.		
Nivel de interactividad: promover actividades abiertas, diversas maneras de resolver problemas, proporcionar realimentación.		
Promover el desarrollo e iniciativa y el aprendizaje autónomo.		
Nivel formativo adecuado a la situación educativa, por ejemplo: educación secundaria, etc.		
El tiempo de duración estimado en el desarrollo de la actividad es adecuado al tiempo disponible.		
Ayudan a reforzar los conceptos		
Presenta actividades de evaluación y práctica		

Fuente: autor.

Elaborado: autor.

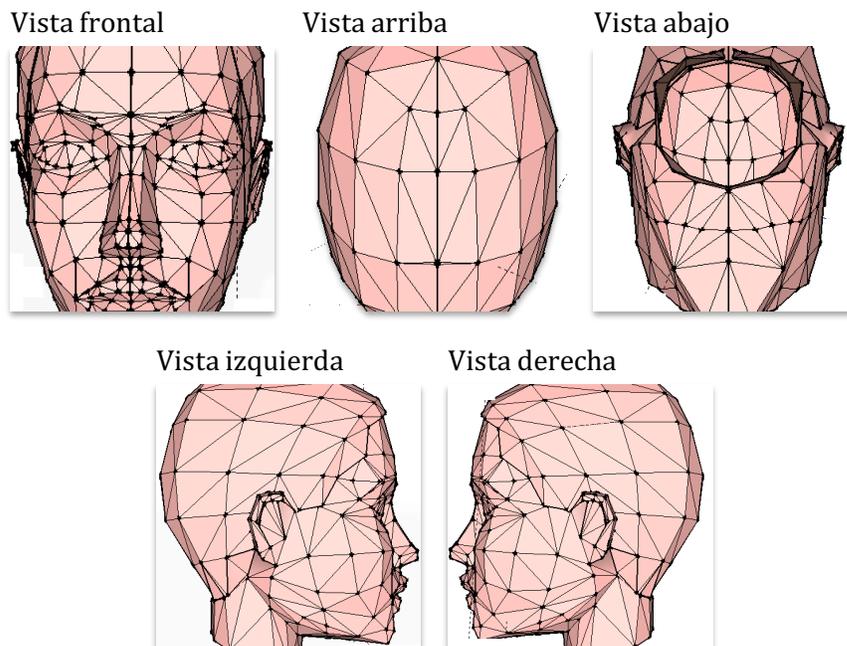
### 3.3 Propuestas de recursos educativos elaboradas con maestros.

Silicia, M. (2007), consideran que para que los materiales didácticos sean verdaderos recursos de aprendizaje se debe abarcar todos los contenidos posibles. A continuación, vamos a detallar cada uno de los recursos educativos diseñado para apoyar el proceso de enseñanza-aprendizaje. Las propuestas presentadas en este apartado fueron trabajadas con un conjunto de maestros, las propuestas preliminares son realizadas sin seguir el proceso de elaboración de recursos educativos.

### 3.3.1 Diseños preliminares

#### Recurso 1: Sentidos del cuerpo humano

Los sentidos del cuerpo humano permiten un estudio dinámico con el fin que los alumnos puedan realizar preguntas necesarias, como se establece en la Tabla 7 cumple con criterios basado en edades, actividades y procesos de pedagogía. En la ilustración 5 se puede observar los diseños tomados de todas las vistas que presenta el programa SketchUp.



**Ilustración 5** Diseño de cabeza en sketchUp  
Fuente: autor.

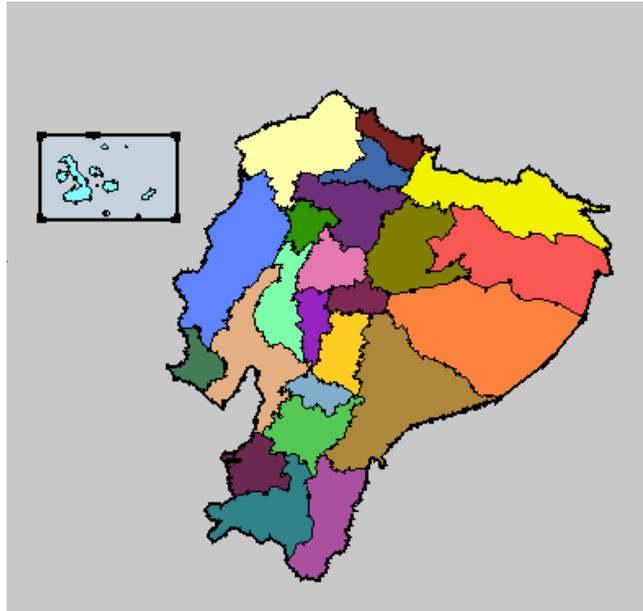
**Tabla 7** Aspectos pedagógicos acerca de los sentidos del cuerpo humano

<b>Niveles:</b>	Estudio en niños en edades entre 3 a 7 años.
<b>Partes del diseño:</b>	5 partes que conforman los sentidos: nariz, ojos, boca, orejas, también se implementa la forma de la cabeza con el fin de ir colocando las piezas.
<b>Actividades:</b>	Permite reconocer, manipular y manejar las piezas. Con el fin de que el alumno aprenda donde van ubicados, las formas, relaciones con sus sentidos y de esta manera lograr un aprendizaje más dinámico y duradero.
<b>Dimensiones pedagógicas:</b>	Aporta dos dimensiones importantes para los alumnos como son dimensión emocional y dimensión cognitiva.
<b>Características pedagógicas:</b>	Aportan al alumno características de simulación, percepción e interacción.

Fuente: Silicia, M. (2007).  
Elaborado: autor.

## Recurso 2: Mapa del Ecuador

El recurso tiene como objetivo conocer la conformación del Ecuador con sus 24 provincias. Poniendo al estudiante el desafío de armar la estructura del Ecuador pieza por pieza como lo muestra la Ilustración 6 Diseño de Ecuador con sus provincias 3D en sketchUp.



**Ilustración 6** Diseño de Ecuador con sus provincias 3D en sketchUp  
Fuente: Silicia, M. (2007).  
Elaboración: autor.

**Tabla 8** Aspectos pedagógicos acerca de las provincias del Ecuador

<b>Niveles:</b>	Estudio en niños en edades entre 5 a 9 años.
<b>Partes del diseño:</b>	Las 24 partes que representan las provincias del Ecuador: Azuay, Bolívar, Cañar, Carchi, Chimborazo, Cotopaxi, El Oro, Esmeraldas, Galápagos, Guayas, Imbabura, Loja, Los Ríos, Manabí, Morona Santiago, Napo, Orellana, Pastaza, Pichincha, Santa Elena, Santo Domingo de los Tsáchilas, Sucumbíos, Tungurahua, Zamora Chinchipe
<b>Actividades:</b>	Permite reconocer, manipular y manejar las piezas. Con el fin de que el alumno aprenda donde van ubicados, las formas y de esta manera lograr un aprendizaje más dinámico y duradero.
<b>Dimensiones pedagógicas:</b>	Aporta dos dimensiones importantes para los alumnos como son dimensión emocional y dimensión cognitiva, dimensión social.
<b>Características pedagógicas:</b>	Aportan al alumno características de simulación, percepción e interacción.

Fuente: Silicia, M. (2007).  
Elaborado: autor.

### 3.4 Aplicación del proceso de elaboración de recursos educativos

Estos diseños se han realizado después de una entrevista a docentes de secundaria, antes de realizar la entrevista primeramente se realizó una explicación acerca de impresión 3D y del trabajo de titulación para que el docente pueda entender el tema, posteriormente tomando en cuenta el proceso para elaboración de recursos representado en la ilustración 3 se empezó la entrevista al docente.

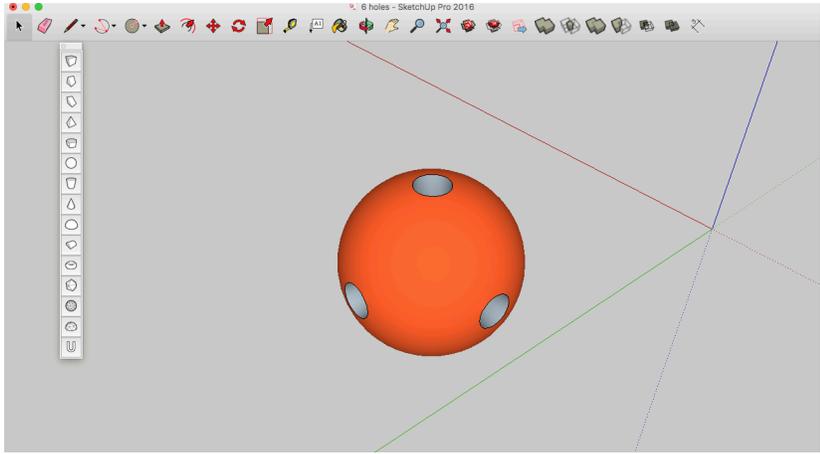
#### Recurso 3: Elementos que permite estudiar el uso de compuestos químicos

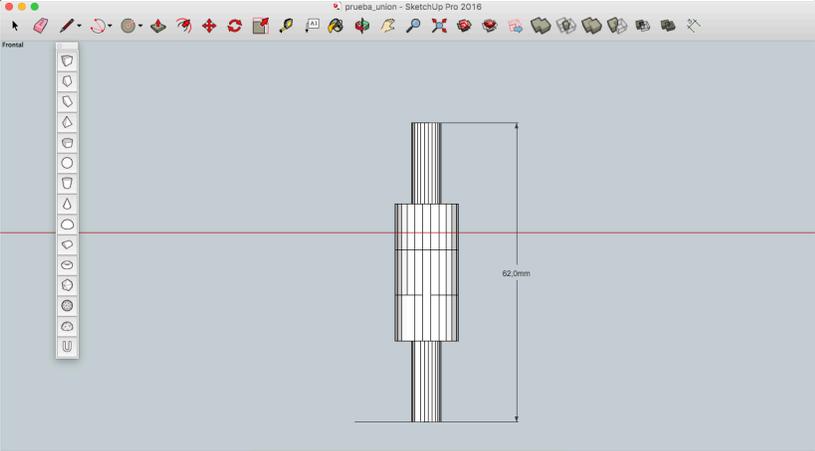
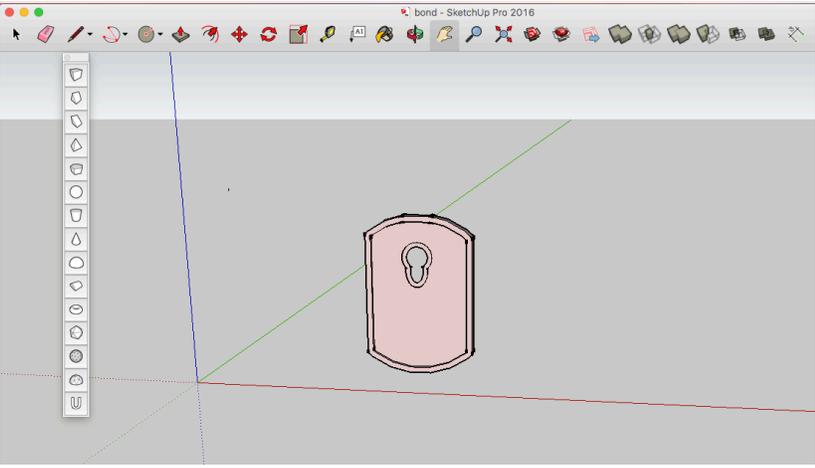
Este recurso educativo permite comprender como se hacen los arreglos químicos mediante la unión de algunos compuestos como carbón, hidrógeno, oxígeno entre otros. Para la obtener los requerimientos acerca del recurso educativo se realizó el proceso de diseño establecido en el apartado 3.2 donde se establece un modelo de diseño a seguir, por ello se estableció dos entrevistas con el docente la primera que permitió obtener datos e información importante respecto a los recursos a elaborar y la segunda entrevista que tuvo como finalidad la evaluación de los diseños y requerimientos adquiridos.

Para la elaboración de recursos educativos se desarrolló la etapa de obtención de requerimientos detallado en la primera fase del proceso de diseño de recursos educativos, esta fase permite estudiar qué tipo de recursos pueden ser renovados, modificados o creados. En este tipo de recursos educativos que es por piezas debe crearse una tabla para cada una de las piezas con el fin de cubrir todos los requerimientos. La tabla 9 muestra los requerimientos recolectados de forma general y seguidamente se desglosará cada una de las piezas que conforman este recurso educativo.

**Tabla 9** Proceso de diseño del recurso educativo correspondiente a compuestos químicos.

<b>Diseño o concepto</b>	Compuestos químicos
<b>Descripción</b>	Los recursos educativos permiten al alumno practicar las diversas combinaciones que pueden formar los compuestos químicos. Estos recursos deben plantearse mediante piezas individuales logrando obtener dinamismo en el proceso de enseñanza – aprendizaje.
<b>Características</b>	El recurso educativo contiene 3 piezas importantes como: componentes químicos representados por esferas, uniones y etiqueta que permiten identificar cada uno de los compuestos.
<b>Medida</b>	Las medidas deben estar entre los 5cm y 7cm para que puedan ser manejadas por los alumnos y pueden ser transportadas de un lugar a otro de manera sencilla.
<b>Color</b>	Cada uno de los componentes debe identificarse por un color específico y detallado
<b>Material</b>	El material no debe ser robusto para que puedan ser armado con facilidad.

<b>Función</b>	Debe representar un recurso armable que pueda realizar varias combinaciones logrando de esta manera un aprendizaje dinámico.																								
<b>Niveles de estudio</b>	Este tipo de recursos se emplea a los estudiantes de bachillerato.																								
<b>Diseño 1</b>																									
<b>Diseño o concepto</b>	Componentes químicos																								
<b>Descripción</b>	Representa cada uno de los compuestos químicos.																								
<b>Características</b>	Su aspecto es en forma de esfera, cada uno de estos recursos mantiene un color diferente y también debe contener agujeros que permitan armar cada uno de los compuestos.																								
<b>Medida</b>	Se considera que debe mantener medidas entre 5 y 10 cm de diámetro																								
<b>Color</b>	Los colores en estos recursos permiten identificar a que componente químico pertenece como se detallan a continuación: <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>Componente</th> <th>Color</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Carbono</td> <td>Café</td> </tr> <tr> <td>Hidrógeno</td> <td>Rosa</td> </tr> <tr> <td>Oxígeno</td> <td>Rojo</td> </tr> <tr> <td>Nitrógeno</td> <td>Azul</td> </tr> <tr> <td>Metal</td> <td>Dorado</td> </tr> <tr> <td>Fósforo</td> <td>Fucsia</td> </tr> <tr> <td>Iodo</td> <td>Morado</td> </tr> <tr> <td>Flúor</td> <td>Naranja</td> </tr> <tr> <td>Cloro</td> <td>Verde</td> </tr> <tr> <td>Azufre</td> <td>Amarillo</td> </tr> <tr> <td>Boro</td> <td>Beige</td> </tr> </tbody> </table>	Componente	Color	Carbono	Café	Hidrógeno	Rosa	Oxígeno	Rojo	Nitrógeno	Azul	Metal	Dorado	Fósforo	Fucsia	Iodo	Morado	Flúor	Naranja	Cloro	Verde	Azufre	Amarillo	Boro	Beige
Componente	Color																								
Carbono	Café																								
Hidrógeno	Rosa																								
Oxígeno	Rojo																								
Nitrógeno	Azul																								
Metal	Dorado																								
Fósforo	Fucsia																								
Iodo	Morado																								
Flúor	Naranja																								
Cloro	Verde																								
Azufre	Amarillo																								
Boro	Beige																								
<b>Material</b>	El material debe ser materiales plásticos, metálicos o madera.																								
<b>Función</b>	Tiene la función representar cada uno de los componentes químicos.																								
<b>Prototipo / imagen</b>																									
<b>Diseño 2</b>																									
<b>Diseño o concepto</b>	Uniones																								
<b>Descripción</b>	Como su nombre lo indica permite unir cada uno de los componentes químicos con el fin de obtener el compuesto final.																								
<b>Características</b>	Deben tener 3 tamaños diferentes para que sea más accesible al momento de unir las piezas, además debe tener el tamaño indicado para que entre en cada agujero.																								

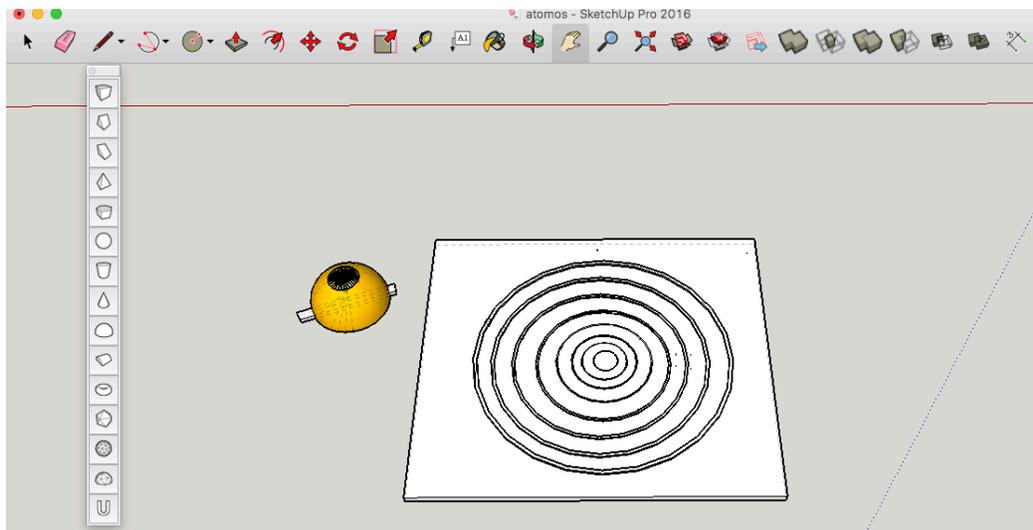
<b>Medida</b>	Se considera que la unión más pequeña sea de 3 cm de largo, la unión media debe tener 5 cm de largo y la unión más larga debe estar entre 7 y 10 cm.
<b>Color</b>	El color es opcional mientras no contenga ningún color de los componentes.
<b>Material</b>	El material debe ser materiales plásticos, metálicos o madera. Tomando en cuenta el material que se use en los componentes.
<b>Prototipo / imagen</b>	
<b>Diseño 3</b>	
<b>Diseño o concepto</b>	Etiqueta
<b>Descripción</b>	Estas etiquetas permiten identificar el compuesto químico final.
<b>Características</b>	Debe tener una forma ovalada con el fin de identificarla del resto de piezas, y un agujero por el cual pueda interceptar con las uniones.
<b>Medida</b>	Se ha establecido una medida de 4 cm.
<b>Color</b>	El color es opcional mientras sea distinto de los componentes químicos y uniones.
<b>Material</b>	El material debe ser materiales plásticos, metálicos o madera. Tomando en cuenta el material que se use en los componentes y en las uniones.
<b>Prototipo / imagen</b>	

Fuente: autor.  
Elaborado: autor.

#### Recurso 4: Elementos que permite estudiar los átomos

Este recurso educativo ayuda al aprendizaje de átomos mediante ejercicios propuestos por el docente, consiguiendo de esta forma iteración y comunicación entre el docente y el alumno. Los

átomos son estudiados en colegios y universidades en el área de biología. Como se puede observar en la ilustración 7 los átomos son representados por semiesferas que la parte inferior consta de dos ranuras que permiten la unión en una base plana. Las ranuras presentadas en la base permiten que los átomos se adhieran de tal manera que permita armar y desarmar para la realización de operaciones.



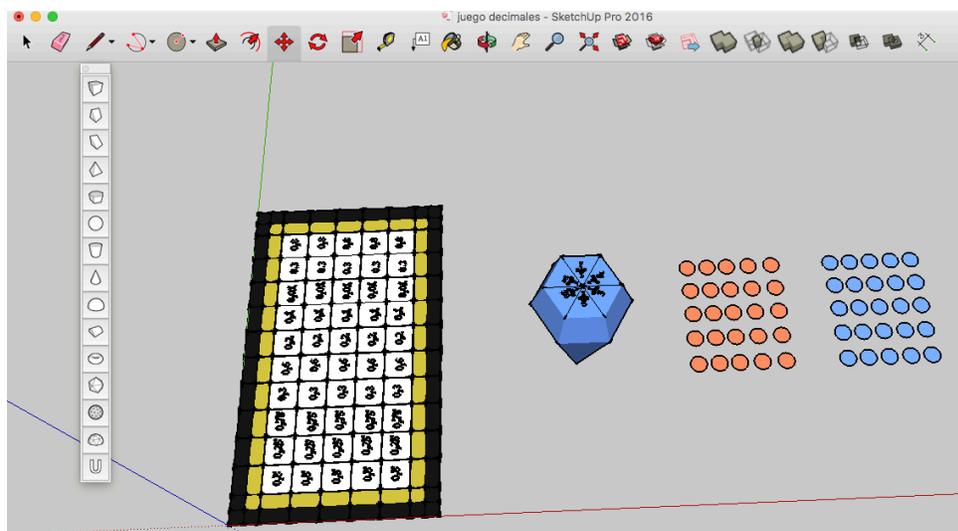
**Ilustración 7** Estudio de átomos 3D en sketchUp

Fuente: autor.

Elaboración: autor.

### **Recurso 5: Elementos que permite el estudio de problemas decimales y fraccionarios.**

Este recurso apoya el aprendizaje a estudiantes de educación básica permitiendo llevar una forma más divertida de estudiar matemáticas, el recurso educativo consta de dos partes importantes la primera es una base donde se encuentran los números decimales y un hexágono a manera de trompo que contiene los números fraccionarios. La dinámica del recurso es que cuando el trompo gire el lado que caída debe ser convertido a decimal y buscarse en la tabla. Para señalar cada una de las conversiones se considera piezas circulares que permiten identificar los valores obtenidos. La Ilustración 8 demuestra un prototipo acerca de este recurso.



**Ilustración 8** Juego de decimales y fracciones 3D en sketchUp

Fuente: autor.

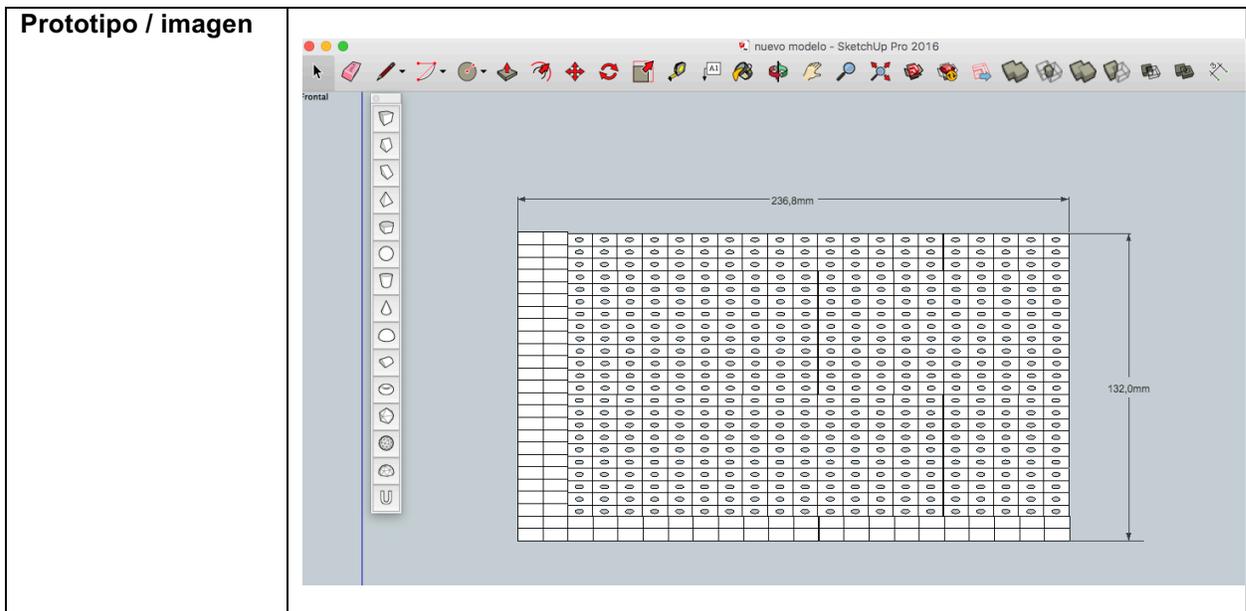
Elaboración: autor.

### Recurso 6: Elementos para la representación de problemas algebraicos

Los problemas algebraicos son comunes en estudiantes de secundaria por el cual el docente plantea una tabla a manera de plano cartesiano, cada centímetro es representado por un orificio el cual debe colocarse un identificativo que al finalizar forma una parábola o una línea de acuerdo con lo que se obtenga. La figura 11 muestra el diseño que antes mencionado.

**Tabla 10** Proceso de diseño del recurso educativo correspondiente a representación de algebraica.

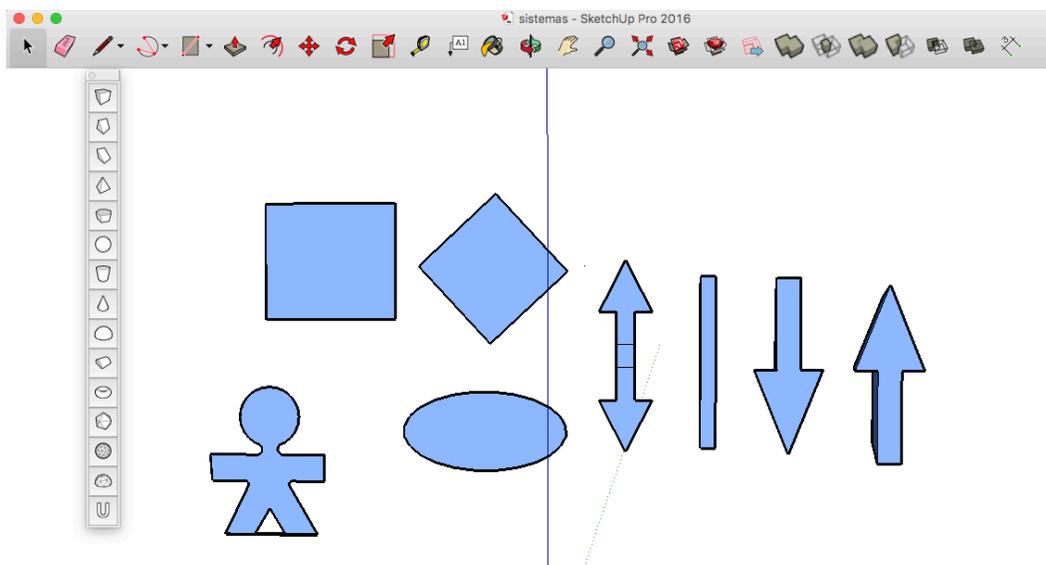
<b>Diseño o concepto</b>	Representación de problemas algebraicos
<b>Descripción</b>	El recurso educativo tiene como finalidad representar un plano cartesiano donde se puede ir graficando uno a uno los puntos del ejercicio algebraico.
<b>Características</b>	El recurso educativo tiene el aspecto de una placa con orificios, cada uno de los orificios representa un punto de 0.5 en la escala del plano cartesiano, para ir señalando cada uno de los puntos necesarios se necesita de una pieza con la misma medida del orificio, finalmente para unir cada uno de los puntos ya señalados se puede utilizar una liga que nos permita unir.
<b>Medida</b>	Se establece una distancia de 1cm entre cada uno de los orificios, los oricios deben estar en un rango de 1.5 cm a 2 cm de diámetro. La placa debe representar al menos 10 puntos del plano cartesiano.
<b>Color</b>	De preferencia el color debe ser blanco para poder combinar con cada uno de los puntos.
<b>Material</b>	El material debe ser fuerte con el fin de ser manipulado.
<b>Función</b>	Representa un plano cartesiano por el cual solo consta de dos piezas como son la placa y los recursos para señalar los puntos, logrando de esta manera apoyar al estudio de operaciones algebraicas.
<b>Niveles de estudio</b>	Este tipo de recursos se emplea a los estudiantes de bachillerato.



Fuente: autor.  
Elaborado: autor.

### Recurso 7: Componentes para representación de requerimientos.

La ilustración 9 muestra algunos componentes útiles para representar datos y situaciones dentro de un estudio de requerimientos, estos componentes pueden ser utilizados en la representación de base de datos, red semántica y representación de casos de uso. A continuación, se explica su utilidad y uso.



**Ilustración 9** Recursos para representaciones gráficas en SketchUp

Fuente: autor.  
Elaboración: autor.

Base de datos es una materia impartida en la carrera de Sistemas informáticos que permite aprender la manera que se relaciona tanto las entidades como los atributos para ello se establece una figura representativa como se observa en la ilustración 9 donde los rectángulos representan las entidades, los óvalos representan los atributos y el rombo figuran las relaciones entre entidades. Para ello también se establecen flechas simbólicas como flecha de una sola dirección que simula una relación de N:1, las flechas con doble dirección simbolizan una relación de 1:1, y finalmente una flecha sin dirección que significa una relación de N: M.

Los casos de usos son usados en un proceso de análisis el mismo que permite extraer información de las actividades necesaria para tener requerimientos de proyectos. La Ilustración 9 presenta recursos que se utilizan en los casos de usos entre ellos se encuentran actores representado por la silueta de una persona que tiene como significado un programa, una persona o una cosa; óvalos que tienen como significado el caso de uso y rectángulos que representan límites del sistema. Además, incluye flechas específicas que tienen significado como flecha sin dirección representa una asociación, flechas con una dirección determinan inclusión y extensión, flechas con una dirección y punta sin relleno representan herencia.

La web semántica es uno de los temas más recientes en la informática que ayuda a representar estructuras de conceptos o contenidos. La Ilustración 9 presenta diseños que permiten armar una red semántica, para ello se necesita de una esfera que representen los conceptos y flechas que indiquen las relaciones.

### **3.5 Impresión de los recursos educativos propuestos**

#### **3.5.1 Herramienta SketchUp**

Para el diseño de recursos educativos existen varias herramientas que permiten el diseño en 3D. SketchUp es una herramienta fácil de entender y usar por eso los diseños son realizados en dicha herramienta, esperando obtener diseños reales y de calidad.

#### **Interfaz de usuario**

SketchUp es un programa para crear diseño gráfico y modelado en 3D de manera sencilla, cuenta con plugin que apoyan al diseño en 3D.

### **Requerimientos técnicos**

- Disponible para Windows y Mac, no existe una versión para Linux.
- Computadora con procesador de 1GHz, 3000 MB de disco duro y 512 MB de memoria RAM.
- Tiene licencia de prueba de 30 días.

### **Consideraciones pedagógicas**

- Apoya al estudio de figuras geométricas.
- Permite el diseño de regiones geométricas y representaciones culturales.
- Permite al diseñador desarrollar creatividad.

### **Generalidades del Área de trabajo**

Comprende las herramientas básicas que permiten que el diseño se realice de forma sencilla, existen 5 partes fundamentales que conforman el área de trabajo:

1. Barra de menú: Permite acceder a componentes como: archivo, edición, cámara, dibujo y herramientas.
2. Barra de herramientas: está ubicada en la parte superior y contiene herramientas de manejo que podemos observarla en el anexo 2. Estas herramientas son esenciales pues facilita el diseño.
3. Modelo de referencia: representado por un componente en 2D que sirve de guía para los espacios que representan las tres dimensiones
4. Área de dibujo: presenta los ejes de diseño y sirve como ayuda en dirección del espacio en el que se está trabajando.
5. Cuadro de control de valores: presenta la descripción acerca de las actividades que se están realizando.

### **Plugin y extensiones utilizadas dentro de diseños**

#### **a) Plugin Joint Push Pull**

Es muy utilizado para extrudir y redondear en forma grupal, permite trabajar áreas redondas con mayor facilidad mediante la agrupación de lados llevándolos a mantener una forma paralela en los bordes.

**b) Plugin Instances**

Permite seleccionar los diseños replicados con el fin de trabajar a todos de un solo vez sin necesidad de recurrir a seleccionar uno a uno los diseños.

**c) Plugin Insolate / Reveal**

Este plugin trabaja con grupos geométricos idénticos, pero para facilitar su modificación al seleccionarlo solo permite trabajar sobre uno de ellos realizando de esta manera cambios sobre el resto de los recursos.

**d) Plugin Shape Bender**

Permite obtener figuras curvas desde figuras geométricas solo son realizar trazos paralelos permitiendo escalar los mismos tamaños. Este tipo de plugin es más común en recursos basados en objetos rectangulares.

**e) Plugin Mirror**

Como su nombre lo dice permite hacer componentes iguales en un solo paso, es muy usado en modelos simétricos y en la creación de partes.

**f) Plugin Solid Inspector**

Permite la unión de varios componentes convirtiéndolos en un solo componente, además ayuda a mantener un diseño tanto interno y externo durante el tiempo de edición

### **3.5.2 Impresora 3D**

La impresora que se usa en el proceso de producción de recursos educativos es Cubex 3D System con características presentadas en la Tabla 11. Hay q tener en cuenta que la impresora Cubex no cuenta con software específico para el diseño de recursos, pero si necesita un archivo stl que puede ser evaluado y generado en el software de la impresora Cubex generando un archivo cubex compatible con la impresora.

**Tabla 11** Características de impresora cubex

Característica	
Tecnología:	FDM - FFF, Plastic Jet Printing
Materiales:	PLA, ABS
Tamaño máximo de impresión:	275x265x240 mm
Tipos de archivo:	. stl
Formato de entrega:	Plug&Play

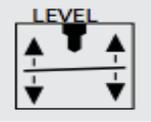
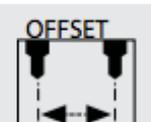
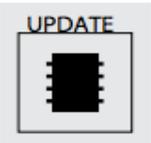
Fuente: Imprimalia3D

Elaborado: Imprimalia3D

La impresora Cubex permite llevar un proceso de configuración antes de su uso, con el fin de obtener recursos de calidad con buenos acabados y detalles de las piezas a imprimir. La impresora 3D cuenta con un menú principal que permite configurar placa(base), cabezales, temperatura y finalmente instalar el material con el que se desea trabajar, en la Tabla 12 se presenta los menús principales que nos ayudan a la configuración.

**Tabla 12** Menú de impresora 3D

Icono	Nombre	Función
	TOUCHSCREEN (PANTALLA TÁCTIL)	Pantalla táctil para dirigirse los menús principales utilizando las flechas que aparecen en las esquinas inferiores de la pantalla táctil.
	PRINT (IMPRIMIR)	Vea los archivos cubex guardados en la memoria extraíble y seleccione un archivo. cubex para imprimir.
	INFO (INFORMACIÓN)	Informa sobre el estado de los cartuchos de materiales y sobre el estado de impresión durante el proceso de impresión.
	PJ-MAP	Le permite revisar los chorros de impresión.
	PJ-CON	Le permite eyectar manualmente los chorros de impresión, proporcionándole el control sobre la temperatura y las RPM.
	MOVE (MOVER)	Mueve manualmente el cartucho del chorro de impresión hacia las direcciones X, Y y Z.

Icono	Nombre	Función
	HOME (INICIO)	Envía el cartucho del chorro de impresión a su posición inicial ubicada en la esquina posterior izquierda de la impresora.
	LEVEL (NIVELACIÓN)	Nivela la placa de impresión en relación con los cabezales de impresión.
	Z-GAP (ESPACIO-Z)	Establece la distancia entre la placa de impresión y los cabezales de impresión durante el proceso de impresión de la primera capa.
	OFFSET (INCLINACIÓN)	Establece la distancia relativa entre cada cabezal de impresión.
	UPDATE (ACTUALIZAR)	Se usa para actualizar el firmware de la impresora CubeX

Fuente: Impresora cubex 3D  
Elaborado: Impresora cubex 3D

### 3.5.3 Configuración del archivo stl a cubex.

Samaniego (2017), presenta detalladamente este plugging que ayuda a exportar los diseños a un formato global aceptado por varias herramientas. Para la impresión 3D se usa el software Cubex que permite validar el diseño exportado en stl, para generar el archivo cubex compatible con la impresora se debe realizar los siguientes pasos:

Los primeros pasos por realizarse son cargar el archivo y establecer el tipo de material a utilizar:

1. Abrir el archivo stl
2. Seleccionar Builder
3. Seleccionar material PLA (se recomienda seleccionar tal PLA al utilizar material negro, pues presenta mejor acabado)
4. Establecer Scala 100%.

Seguidamente se establecerá la configuración del recurso a imprimir con los siguientes pasos:

1. Seleccionar opción **Bullid** que se presenta en el proceso de configuración, esta opción aparece en el lado derecho del menú principal.
2. Establecer tipo de acabado (Layor thinckness) con **0.1** para mejor acabado, para generar archivos de prueba se establece **0.5**
3. Densidad (Fast density) es recomendable establecer **median**
4. Seleccionar el soporte del material, este punto depende del diseño que se va a ejecutar si el diseño es alto se establece PLA para tener un soporte tipo malla al momento de la impresión, pero si el diseño es plano se selecciona la opción **none**.
5. Soporte del Material
6. Tipo de soporte se establece points para diseños no lineales y estructure para diseños lineales dependiendo del recurso.
7. Finalmente se selecciona el check fine details.

Al realizar esta configuración y el diseño se encuentra bien estructurado el software genera un archivo cubex que puede ser impreso.

### **3.5.4 Configuración de la impresora 3D.**

La impresión 3D necesita de una configuración previa mediante su menú antes explicado en la tabla 12, para ello se debe hacer las siguientes configuraciones:

1. Calentar el cabezal a 160° aproximadamente
2. Configurar el **Z-graph** que establece la base o también conocida como cama, para ellos se debe calibrar moviendo la base al cabezal dejando una distancia mínima que permite que pueda moverse una hoja de papel
3. Reemplazar el material mediante la opción **replace** que aparece en el menú principal, este proceso primeramente desecha un poco de material estableciendo que la impresora está derritiendo el material, luego hala el material que será utilizado durante el proceso de impresión. Este proceso tarda algunos minutos.
4. Cargar la imagen cubex mediante la tecla **Print**, finalmente la impresora reconoce el tiempo que necesita para su impresión y empieza el proceso.

### **3.6 Comentarios Finales**

El capítulo establece un proceso de elaboración de recursos 3D que consta de 6 fases cada uno explicado de manera detallada. Cada fase establece criterios y métodos recomendados por otros trabajos con la finalidad de obtener un proceso de calidad. Los maestros con los que se realiza cada una de las propuestas mencionan que el proceso de elaboración planteado ha tenido acogida positiva, debido a que permite que cada fase sea validada de forma eficiente obteniendo hasta los más mínimos detalles para crear recursos de calidad.

En la parte final se explica el uso, beneficio y recomendaciones de la herramienta SketchUp, así como también un análisis de comparación con otras herramientas puesto que SketchUp es una herramienta que se actualiza constantemente y se puede reformar mediante plugins de acuerdo con sus necesidades. Además de contener pautas específicas acerca de la impresora 3D y su funcionamiento.

**CAPITULO IV**  
**RESULTADOS**

En el capítulo 4 se valida la fase de evaluaciones finales de los recursos 3D, en esta fase se valoran los criterios de evaluación propuestos en el apartado 3.5 acerca de criterios de evaluación final del documento, en este apartado se presenta las impresiones realizadas tanto a los docentes como a los alumnos.

#### 4.1. Evaluación de recursos educativos aplicada a docentes.

Las validaciones permiten conocer el nivel de aceptación mediante la calificación de 1 a 10 de los recursos educativos a los distintos docentes y alumnos. Esta fase corresponde a la validación final de los recursos impresos y se realizan mediante criterios propuestos en la tabla 6 de este documento.

Para llevar a cabo la impresión de los recursos educativos se han seleccionado dos tipos de recursos educativos propuestos en el capítulo anterior, las propuestas a imprimir han sido seleccionados con los maestros debido a que no se cuenta con los recursos necesarios para imprimir todos los diseños.

##### 4.1.1 Recurso 3: Elementos que permite estudiar el uso de compuestos químicos

Se procedió a validar nuevamente el proceso con nuestros colaboradores Dr. Edwin Medina y la Lic. Noralma Chicaiza, quienes después de seguir paso a paso el proceso para el diseño de recursos educativos detallado en la tabla 9 del documento, el cual consiste en la creación de recursos educativos que apoyan al estudio de compuestos químicos como se observa en la Ilustración 10.



**Ilustración 10** Impresión de componentes químicos  
Fuente: autor.

Este tipo de recurso educativo está conformado por 2 partes importantes como son las esferas y las uniones de los componentes químicos, las esferas simbolizan los distintos componentes químicos representados por varios colores y miden 5cm de diámetro. Por otra parte, las uniones miden 5cm de largo y constan de un color distinto a las esferas para que puedan dar un contraste al momento de armar el recurso. Se debe recalcar que para este recurso se han realizado algunos cambios al momento de las impresiones debido a que no se contaba con los colores solicitados al inicio del establecimiento de requerimientos.

La Tabla 13 y la Tabla 14 muestran los resultados finales aplicados a los maestros en el área de química y biología, estos resultados se obtuvieron tomando los criterios de evaluación establecidos en la fase de evaluación final en el proceso de elaboración de recursos educativos. El documento que respalda la validación de los recursos educativos se puede encontrar en el anexo 4 del documento.

**Tabla 13** Resultados de evaluación correspondiente a compuestos químicas.

<b>Criterio de Evaluación</b>	<b>Valor Relativo /10</b>	<b>Observaciones</b>
Precisión y exactitud	10	Los diseños son idénticos a lo que se había solicitado.
Acabado	8	El acabado de los recursos es muy bueno, aunque se podría mejorar realizando piezas más estilizadas.
Colores	7	Los colores no son los que se habían establecidos, pero sirven muy bien ya que son colores distintos y se puede restablecer los significados.
Tolerancia en dimensiones	10	Las dimensiones sirven para trabajos en grupos en clases, sin embargo, sería bueno recursos más grandes que ayuden al docente a dictar las clases.
Referencia del material	10	El material es muy bueno puesto que no es desechable y puede resistir temperaturas que algunos otros recursos no lo hacen, además puede servir de gran ayuda para exposiciones o concursos a los que se asista.

Criterio de Evaluación	Valor Relativo /10	Observaciones
Economía	7	Aunque los precios si son un poco costosos, es un valor accesible o habría una mejor opción de adquirir una impresora 3D que nos permita producir nuestros recursos educativos.
Movilidad	10	Los recursos pueden ser transportados o guardados de manera fácil, sin ocupar espacio significativo y pueden ser portables de forma sencilla ya que su material es resistente.
Fácil manejo	10	El manejo es fácil después de una explicación o conocimiento acerca de lo que está tratando.
Interpretación de piezas.	8	Las piezas en este caso por ser esferas y tubos deben ser explicadas con anticipación ya que si alguien no conoce a que se refiere puede confundirlas con otros temas.
Apto para la edad.	10	Son aptos para las edades donde se dicta la materia de química.

Fuente: autor.  
Elaboración: autor.

La Tabla 13 tiene buena aceptación debido a que sus valores no son menores a 7, los valores equivalentes a 7 se plantean debido a que en el área local no se cuenta con impresoras que permitan incluir más de dos colores en un mismo diseño ni tampoco se cuenta con variedad de material que permita representar todos los elementos de este recurso educativo. Por otra parte, el maestro Edwin Medina comenta que los valores si le parecen un poco altos pero que sin embargo podrían conseguir apoyo para crear recursos educativos impresos en 3D debido a la calidad de los recursos.

**Tabla 14** Resultados de evaluación correspondiente a compuestos químicas aplicados al segundo maestro.

Criterio de Evaluación	Valor Relativo /10	Observaciones
Precisión y exactitud	8	Los son figuras normales, sin embargo, se puede diseñar un identificativo para cada pieza.
Acabado	10	Los recursos tienen buena presentación, fácil de usar y de utilizar.
Creatividad	9	Lo mejor de esta tecnología es que permite realizar piezas a nuestra elección y a las medidas que nosotras necesitamos.
Colores	7	Los colores son buenos sin embargo para este tipo de recursos se necesita de una amplia gama de colores que por el contrario se debería usar otros recursos.

Criterio de Evaluación	Valor Relativo /10	Observaciones
Referencia del material	10	El material es muy bueno puesto que permite utilizarlo y reutilizarlo, es más permite realizar otras actividades de la misma materia.
Economía	7	Los precios son un poco elevados, pero se podría gestionar con el colegio debido a que son buenos recursos para el alumno.
Proceso de producción	9	El proceso de producción a simple vista es bueno, aunque se debería tener mínimo dos opiniones por cada recurso educativo.
Movilidad	10	No existe inconveniente en la movilidad ya que son recursos fuertes y tamaños pequeños.
Fácil manejo	10	Tiene fácil manejo y apoya a que los estudiantes sean más participativos.
Interpretación de piezas.	9	Para su uso primero debe haberse tratado el tema y el maestro explicar la dinámica de la actividad.
Apto para la edad.	9	Se podría realizar recursos llamativos para que el estudiante tenga una mejor comprensión.

Fuente: autor.  
Elaboración: autor.

La Tabla 14 al igual que la tabla 13 muestran los mismos limitantes respecto a colores y costos, no obstante, esta segunda evaluación obtuvo calificaciones más altas en la mayoría de sus criterios teniendo como resultado un gran impacto de los recursos impresos en 3D.

#### 4.1.2 Recursos 1: Estudio de sentidos del cuerpo humano.

Los sentidos del cuerpo humano pueden ser estudiados en la primaria sin embargo nos sirven como retroalimentación a los primeros años de educación secundaria y sobre todo permite tener un ejemplo del alcance que puede llegar a tener la impresión 3D.

Por eso se evaluó con el Dr. Edwin quien está en la parte de química y biología en la institución que labora, manifiesta que le parece un tema que apoya mucho al área en la que se desempeña debido a que usan recursos visuales para dictar las clases y que el uso de recursos tangibles ayuda a que sus clases se desarrollen de forma dinámica y de esta

manera el alumno retenga mayor tiempo los conocimientos. La Ilustración 11 muestra los recursos impresos 3D.



**Ilustración 11** Impresión de cabeza en 3D

Fuente: autor.  
Elaboración: autor.

La tabla 15 detalla los resultados obtenidos en la evaluación del recurso educativo que apoya al estudio del área biológica.

**Tabla 15** Resultados de evaluación correspondiente a sentidos del cuerpo humano

Criterio de Evaluación	Valor Relativo /10	Observaciones
Precisión y exactitud	8	Los diseños necesitan un poco más de precisión debido a que algunos recursos son demasiado pequeños, además el diseño necesita corregir algunos espacios huecos.
Acabado	8	El acabado de los recursos no es muy bueno, puesto que necesita dar un mejor refinamiento.
Creatividad	8	Para que el recurso obtenga un mayor valor de creatividad sería necesario realizar piezas armables que den el aspecto de un rompecabezas expuesto en 3 dimensiones. Sin embargo, el uso de recursos impresos en 3D aporta un grado de innovación a la educación.
Colores	8	El color es bueno, aunque para tener un mayor dinamismo sería necesario establecer un color distinto a cada una de las piezas.

<b>Criterio de Evaluación</b>	<b>Valor Relativo /10</b>	<b>Observaciones</b>
Tolerancia en dimensiones	8	El tamaño es muy pequeño para dictar clases es necesario realizar recursos más grandes que permitan visualizarse a largas distancias.
Referencia del material	7	Para este tipo de recursos se debería utilizar un material más suave que a futuro permita realizar otro tipo de impresiones como órganos u otras partes del cuerpo humano, sin embargo, es un material resistente para realizar otro tipo de recursos.
Economía	7	Los costos son accesibles tomando en cuenta que son recursos que se pueden reutilizar, existen recursos ya disponibles pero este proceso de elaboración de recursos educativos permite modificarlo de acuerdo con nuestras necesidades.
Proceso de producción	10	El recurso educativo que representa los sentidos del cuerpo humano a diferencia de los demás diseños propuestos no cumplió con el proceso de elaboración de recursos educativos, pero no obstante nos permite evaluar que el proceso establecido en el apartado 3.1. Nos ayuda a obtener los requerimientos necesarios que el docente especifique para imprimir recursos que sean necesarios.
Movilidad	10	En este recurso en particular los recursos deben ser transportados con mucho cuidado debido a que las piezas son pequeñas.
Fácil manejo	10	Si los alumnos ya tienen conocimiento del tema, al tener estos recursos será fácil reconocer de que se trata.
Interpretación de piezas.	10	Cada una de las piezas tienen un diseño que puede ser reconocido a simple vista.
Apto para la edad.	10	El recurso necesita de recursos con escalas más grandes para ser aptos a las edades destinadas.

Fuente: autor.  
Elaboración: autor.

La Tabla 15 equivalente a la validación realizada a maestros de biología obtiene gran aceptación puesto que de los 12 criterios planteados 5 obtienen una calificación de 10 puntos, es decir que el proceso de elaboración ha tenido un análisis minucioso. Por otra parte, al igual que el recurso anterior una de las limitantes son el manejo de colores debido a que en el área local se encuentran poca variedad de colores.

La ilustración 12 muestra la evaluación de los recursos educativos por parte del Dr. Edwin Medida con quien se realizó todo el proceso establecido en la tabla 9 de este documento para finalmente obtener una evaluación final donde el docente evaluó cada uno de los criterios propuestos, la evaluación de dichos criterios está plasmados en la tabla 9 del documento.



**Ilustración 12** Evaluación de recursos para el área de química y biología

Fuente: autor.

Elaboración: autor.

La ilustración 13 muestra la evaluación de los recursos educativos por parte de la Lic. Noralma Chicaiza para obtener resultados evaluando cada uno de los criterios plasmados en la tabla 9 del documento.



**Ilustración 13** Evaluación de recursos para el área de química.

Fuente: autor.

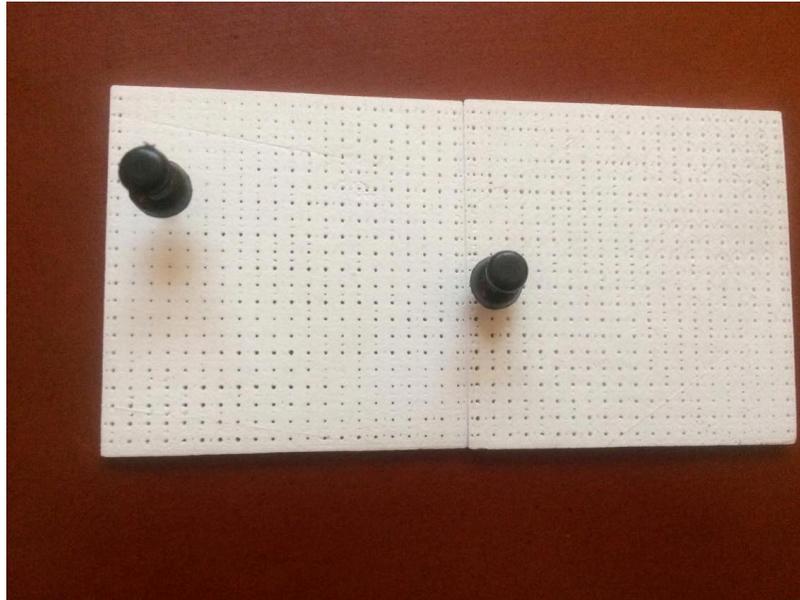
Elaboración: autor.

#### **4.1.3**      **Recurso 6:** *Elementos para la representación de problemas algebraicos*

El área de matemática tiene como finalidad usar nuevos recursos educativos que permitan forjar clases dinámicas cambiando el concepto que algunos alumnos han creado con respecto a las matemáticas y mostrándoles que las matemáticas pueden ser divertidas. Además, el diseño propuesto a continuación permite al alumno manipular y visualizar de forma tridimensional el plano cartesiano y cada una de sus representaciones.

Luego de haber obtenido los requerimientos establecido en la tabla 10 de este documento donde se recolecto toda la información necesaria para el diseño se realizó la impresión del recurso educativo con las medidas y colores solicitados como podemos ver en la ilustración 14. Donde la distancia de cada orificio es de 1,5 mm y los orificios tienen un diámetro de 1.4

mm siendo esta las medidas iniciales, sin embargo, al momento de realizar las evaluaciones se solicitó cambiar las medidas debido a que los tamaños eran muy pequeños y no era muy factible para las representaciones.



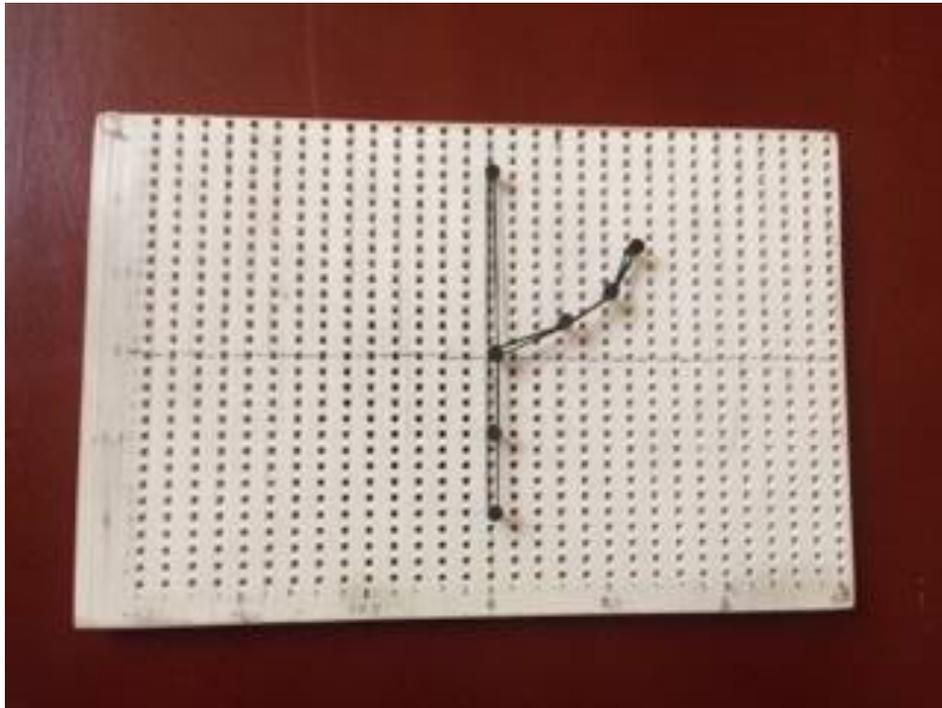
**Ilustración 14** Impresión de plano cartesiano en 3D.

Fuente: autor.

Elaboración: autor.

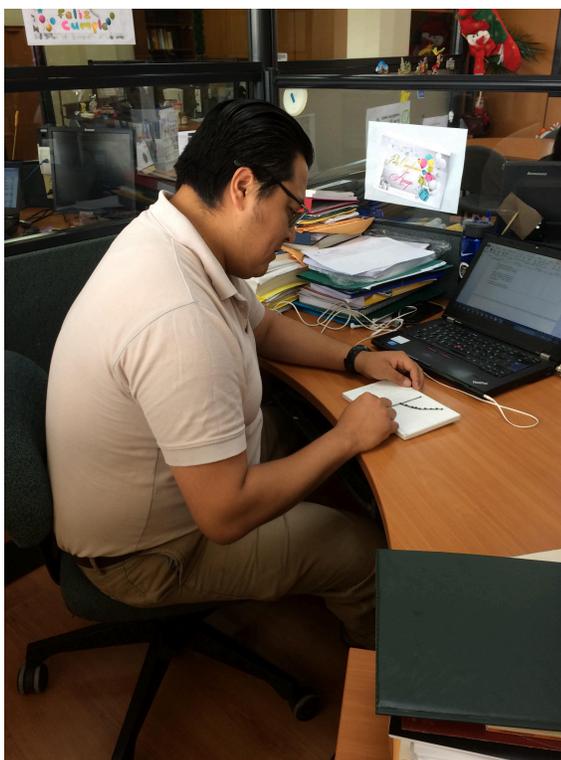
### **Corrección del diseño.**

El diseño del recurso educativo representa el plano cartesiano fue modificado para tener un recurso factible y útil, en el cual se realizó una ampliación en la escala de este diseño a un 10% como se puede observar en la ilustración 15 teniendo como resultado un recurso educativo de 60 mm de ancho y 50mm de largo, los orificios tienen un diámetro de 2,8 y la distancia entre puntos de 2 mm.



**Ilustración 15** Impresión corregida del plano cartesiano en 3D  
Fuente: autor.  
Elaboración: autor.

La ilustración 16 muestra la evaluación de los recursos educativos por parte del Ing. Ricardo Blacio con quien se realizó todo el proceso establecido en la tabla 10 de este documento para finalmente obtener una evaluación final donde el docente evaluó cada uno de los criterios propuestos, la evaluación de dichos criterios está plasmados en la tabla 10 del documento. El documento que respalda la validación de los recursos educativos se puede encontrar en el anexo 5 del documento.



**Ilustración 16** Evaluación 1 del plano cartesiano en 3D.

Fuente: autor.

Elaboración: autor.

La tabla 16 muestra los resultados finales que se obtuvieron tomando los criterios de evaluación establecidos en la fase de evaluación final en el proceso de elaboración de recursos educativos. El documento que respalda la validación de los recursos educativos se puede encontrar en el anexo 5 del documento.

**Tabla 16** Resultados de evaluación correspondiente a representaciones algebraicas.

Criterio de Evaluación	Valor Relativo /10	Observaciones
Precisión y exactitud	8	Se debe tener en cuenta el tamaño de las filas y columnas para formar un plano cartesiano.
Acabado	8	Se debería cuidar que las piezas sean más específicas.
Creatividad	7	El diseño es simple pero apto para trabajar de manera dinámica.
Colores	7	Para traer mejor la atención deben usar colores cálidos, el color del recurso tiende a formar manchas.

<b>Criterio de Evaluación</b>	<b>Valor Relativo /10</b>	<b>Observaciones</b>
Tolerancia en dimensiones	7	El recurso es bueno, pero permite realizar representaciones pequeñas debido a su dimensión pequeña.
Referencia del material	7	El material debe ser un poco más resistente ya que tienen como fin manipulación constante.
Economía	10	Teniendo en cuenta que no es un recurso desechable, los costos son razonables.
Proceso de producción	9	El proceso para la elaboración de este recurso educativo es bueno debido a que cuenta desde una fase de requerimientos hasta evoluciones antes de la impresión y después de la impresión.
Movilidad	10	Es muy buena por su tamaño, peso y diseño del recurso educativo.
Fácil manejo	9	Es fácil de usar debido a que no es un recurso difícil de entender.
Interpretación de piezas.	8	Para un buen uso de las piezas se debe dar una breve introducción acerca del recurso educativo.
Apto para la edad.	5	Se pretende obtener un recurso que sea utilizable en varios niveles educativos, es por ello por lo que el uso de objeto puntosos o ligas pueden resultar peligroso.

Fuente: autor.

Elaboración: autor.

La Tabla 16 muestra que dentro de la fase de validación existen valores menores a 7 es decir que los recursos educativos deben ser adheribles a cada una de las etapas de estudio, en este tipo de recursos se deseaba realizar un recurso que pueda ser usado dentro de los tres niveles educativos. Sin embargo, en los demás criterios se ha logrado un grado de aceptabilidad bueno debido a que cuenta con valores no menores a 7.

La ilustración 17 representa la evaluación final que se desarrolló al Lic. Humberto Cárdenas con quien se evaluó los recursos educativos pertenecientes al área de matemáticas con el fin de evaluar los criterios de usabilidad del recurso educativo. El documento que respalda la validación de los recursos educativos se puede encontrar en el anexo 5 del documento.



**Ilustración 17** Evaluación 2 del plano cartesiano en 3D

Fuente: autor.

Elaboración: autor.

La tabla 17 presenta la evaluación final del recurso educativo que representa el plano cartesiano, el mismo que fue evaluado por el Lic. Humberto Cárdenas obteniendo la evaluación de cada uno de los criterios establecidos en la tabla 10 de este documento.

**Tabla 17** Resultados de evaluación final acerca de representaciones algebraicas.

Criterio de Evaluación	Valor Relativo /10	Observaciones
Precisión y exactitud	9	El recurso está bien definido, sin embargo, se podría ampliar el tamaño del recurso.
Acabado	8	Se debe procurar realizar piezas bien estilizadas.
Creatividad	10	Tiene un diseño sencillo pero muy útil para las actividades necesarios teniendo en cuenta que es fácil de manejar y llevar para los alumnos.

Criterio de Evaluación	Valor Relativo /10	Observaciones
Colores	9	Los colores son muy identificativos, sin embargo, se podría utilizar otros tipos de colores para las señales de cada punto.
Tolerancia en dimensiones	7	Es necesario realizar piezas más grandes para que permita realizar ejercicios complejos.
Referencia del material	8	El material es bueno dependiendo del grosor que tenga, se observó dos piezas una de ellas no resistió a la caída sin embargo la pieza más gruesa sí.
Economía	7	Las piezas tienen costos elevados ya que se puede realizar en materias menos costosas.
Proceso de producción	9	El proceso de producción permite aclarar y mejorar los recursos para tener recursos de calidad.
Movilidad	10	Es un recurso fácil de manejar por su modelo, tamaño y material.
Fácil manejo	9	Todos los recursos educativos deben contar con indicaciones previas.
Interpretación de piezas.	8	Para un buen uso de las piezas se debe dar una breve introducción acerca del recurso educativo.
Apto para la edad.	9	Los recursos pueden ser usados en 3 grados de estudio octavo, noveno o décimo año.

Fuente: autor.

Elaboración: autor.

La Tabla 17 al igual que las demás evaluaciones ha tenido gran acogida por parte de los maestros, sin embargo, existen valores de 7 que han sido obtenidos debido a que los recursos educativos han sido impresos a manera de prototipos con el fin de obtener resultados que nos permitan conocer el nivel de aceptación que tienen cada uno de los recursos impresos en 3D.

#### **4.2. Validaciones de recursos educativos realizados por estudiantes.**

Las validaciones a los alumnos permiten saber la utilidad y uso de los recursos impresos en 3D, además muestra el impacto que tienen los recursos impresos en 3D al ser manipulados por los alumnos y conocer de qué manera apoya al proceso de enseñanza – aprendizaje.

##### **4.2.1 Recurso 6: Elementos para la representación de problemas algebraicos**

Los recursos educativos impresos en 3 dimensiones correspondientes al área de matemáticas fueron aplicadas a un grupo de estudiantes pertenecientes al noveno año de educación general básica, la evaluación se aplicó a un grupo de 20 alumnos, cada

estudiante fue utilizando el recurso educativo que representa un plano cartesiano. Siguiendo el modelo pedagógico plasmado en el anexo 1 de este documento, donde se establecen un guía para introducción de impresión 3D.

La ilustración 18 muestra la participación de los estudiantes con los recursos educativos que representa las actividades en el plano cartesiano, donde se pudo estimar los criterios de evaluación plasmados en la Tabla 6 de este documento.



**Ilustración 18** Evaluación del plano cartesiano en 3D a estudiantes.  
Fuente: autor.  
Elaboración: autor.

La tabla 18 muestra los resultados obtenidos al evaluar los recursos educativos a los alumnos, tomando en cuenta los siguientes criterios de usabilidad y factibilidad, donde se asigna una calificación dependiendo de 6 parámetros como se indica en el apartado 3.5 de este documento acerca de criterios de evaluación de recursos educativos a estudiantes como son:

- N/S= No Sabe
- 1=Muy Deficiente
- 2=Deficiente
- 3=Aceptable
- 4=Alta
- 5=Muy Alta.

**Tabla 18** Resultados de evaluación de recurso educativo acerca de operaciones algebraicas.

Criterio de Evaluación	Calificación	Observaciones
Presentación atractiva y original	4	El recurso es bueno ya que permite a los alumnos manipular el plano cartesiano. Además, es un recurso innovador e interactivo.
Información relevante	3	No permite contener información alguna, sin embargo, permite estudiar primero el tema y luego ser practicado en el plano cartesiano en 3D.
Participación del alumno	5	Motiva y ayuda al estudiante a ser más participativo, pues el recurso crea curiosidad en el alumno.
Nivel de interactividad	5	Permite trabajar tanto al maestro como al alumno de manera conjunta, pero también permite trabajar entre alumnos. De esta manera se van creando dudas y permite una clase más dinámica.
Promover el desarrollo e iniciativa y el aprendizaje autónomo.	4	Ayuda a que los estudiantes realicen más dinámica en los recursos educativos, de esta manera crea dudas que puedan ser contestadas por el maestro.
Nivel formativo adecuado a la situación educativa	4	El recurso educativo puede ser adaptado para algunos niveles tanto primarios o secundarios.
Tiempo de duración estimado en el desarrollo de la actividad es adecuado al tiempo disponible.	5	El tiempo de empleo es bueno ya que los alumnos se motivaron a participar y de esta manera se llevó de manera rápida la demostración.
Ayudan a reforzar los conceptos	3	Apoya a reforzar temas que van surgiendo en el proceso de representación.
Presenta actividades de evaluación y práctica	5	Este recurso es bueno puede ser usado de manera practica en las tareas o sirve para su uso en las evaluaciones.

Fuente: autor.  
Elaboración: autor.

La Tabla 18 muestra las validaciones establecidas a los alumnos, teniendo como resultados calificaciones a partir de 3 puntos lo que significa que son recursos aceptables por los alumnos, estos recursos que son de actividades de dinamismo por lo general necesitan una explicación previa por lo cual no aportan actividades de autonomía y refuerzo de conceptos en su totalidad más bien ayudan a aplicar los conocimientos previos estudiados.

El documento que respalda la validación de los recursos educativos se puede encontrar en el anexo 6 del documento.

#### **4.2.2 Recursos 3: Elementos que permite estudiar el uso de compuestos químicos**

Los recursos educativos que representan el estudio de compuestos químicos fueron evaluado a un grupo 20 alumnos pertenecientes al segundo año de bachillerato, siguiendo el modelo pedagógico plasmado en el anexo 1 de este documento donde está establecido el modelo pedagógico para introducción de impresión 3D.

La ilustración 19 muestra la participación de los estudiantes con los recursos educativos, donde se pudo estimar los criterios de evaluación plasmados en la Tabla 6 de este documento.





**Ilustración 19** Evaluación de componentes químicos en 3D a alumnos.

Fuente: autor.

Elaboración: autor.

La tabla 19 presenta los resultados conseguidos al evaluar los recursos educativos a los alumnos, tomando en cuenta los criterios de usabilidad y factibilidad, donde se asigna una calificación dependiendo de 6 parámetros como se indica en el apartado 3.2 de este documento acerca de criterios de evaluación de recursos educativos a estudiantes como son:

- N/S= No Sabe
- 1=Muy Deficiente
- 2=Deficiente
- 3=Aceptable
- 4=Alta
- 5=Muy Alta.

**Tabla 19** Resultados de evaluación de recurso educativo acerca de operaciones algebraicas.

Criterio de Evaluación	Calificación	Observaciones
Presentación atractiva y original	3	El recurso educativo es demasiado sencillo se puede considerar realizar representaciones un poco más originales.
Información relevante	3	No permiten tener ningún tipo de información a simple vista, sin embargo, si se establece una explicación previa puede ser muy bien comprendida.
Participación del alumno	5	Permite al maestro mantener mayor tiempo la atención del alumno, puesto que es una manera diferente de estudiar y componer química.

<b>Criterio de Evaluación</b>	<b>Calificación</b>	<b>Observaciones</b>
Nivel de interactividad	5	Es un recurso que permite crear un vínculo entre el alumno y los compañeros, este recurso ayudo a que los estudiantes quisieran realizar algunas actividades.
Nivel formativo adecuado a la situación educativa	4	Es preciso para el segundo año de bachillerato, pues la materia es propia de este nivel educativo.
El tiempo de duración estimado en el desarrollo de la actividad es adecuado al tiempo disponible.	4	El tiempo fue un poco rápido teniendo en cuenta el número de estudiantes y la limitación de los recursos existentes para realizar ejercicios grandes.
Ayudan a reforzar los conceptos	3	No ayuda a demasiado a reforzar conceptos ya que la materia necesita tener buenas bases para realizar las actividades con este tipo de recursos, estos recursos sirven de apoya en refuerzos de práctica.
Presenta actividades de evaluación y práctica	5	Este recurso es útil para realizar las actividades en clases, extra clases, pero es de apoyo en actividades de evaluación ya que permite al maestro conocer el aprendizaje del tema.

Fuente: autor.

Elaboración: autor.

La Tabla 19 muestra resultados aceptables, sin embargo, el objetivo de estos recursos educativos es crear recursos de calidad capaces de incentivar al alumno a un aprendizaje dinámico que permita desarrollar destrezas y habilidades con cada una de las actividades. Este recurso educativo necesita implementar partes llamativas que logren captar la atención del estudiante. El documento que respalda la validación de los recursos educativos se puede encontrar en el anexo 6.

### **4.3. Resultados de la aplicación del proceso propuesto**

A partir del análisis cualitativo a diferentes criterios de utilidad, usabilidad y calidad de los recursos educativos en 3D. Se divide en dos grupos de análisis una correspondiente a la evaluación de usabilidad y calidad por parte de los maestros y por otra parte los resultados obtenidos por los alumnos respecto a criterios de utilidad y usabilidad. Con la finalidad de contestar las hipótesis planteadas en el TFT.

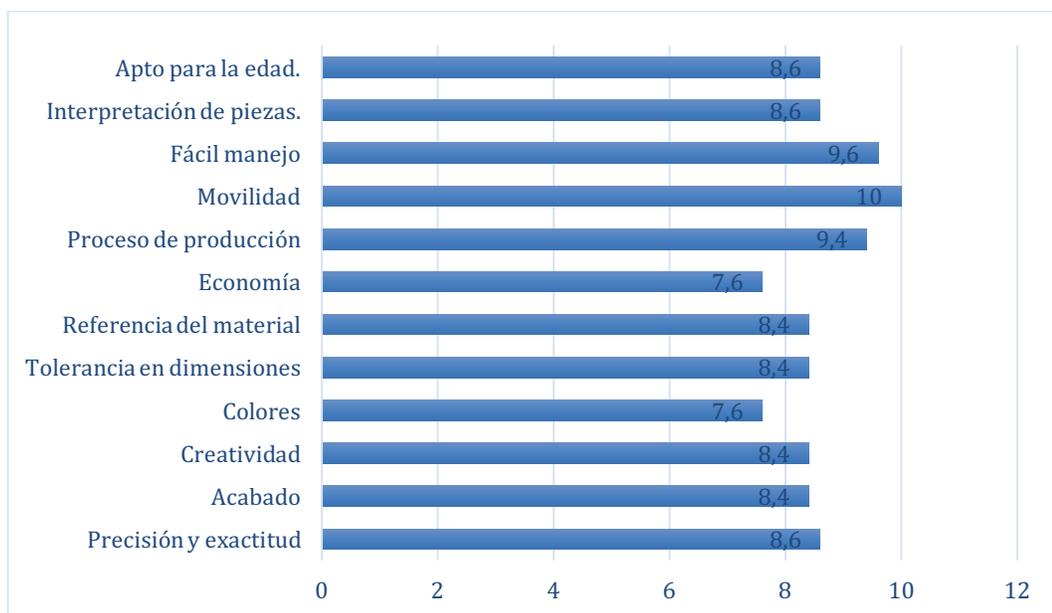
#### 4.3.1. Resultados de criterios de calidad de la validación realizada por los docentes.

La tabla 20 se presentan las calificaciones obtenidas en las 5 evaluaciones realizadas a los maestros, estos parámetros se representan por las letras E1 hasta las letras E5. Ya establecidos los valores se realiza una suma por cada uno de los criterios para obtener un promedio entre las 5 evaluaciones.

**Tabla 20** Resultados de criterios de calidad aplicada a maestros

Criterio de Evaluación	E1	E2	E3	E4	E5	Suma	Promedio
Precisión y exactitud	10	8	8	8	9	43	8,6
Acabado	8	10	8	8	8	42	8,4
Creatividad	8	9	8	7	10	42	8,4
Colores	7	7	8	7	9	38	7,6
Tolerancia en dimensiones	10	10	8	7	7	42	8,4
Referencia del material	10	10	7	7	8	42	8,4
Economía	7	7	7	10	7	38	7,6
Proceso de producción	10	9	10	9	9	47	9,4
Movilidad	10	10	10	10	10	50	10
Fácil manejo	10	10	10	9	9	48	9,6
Interpretación de piezas.	8	9	10	8	8	43	8,6
Apto para la edad.	10	9	10	5	9	43	8,6

Fuente: autor.  
Elaboración: autor.



**Ilustración 20** Resultados de calidad aplicado a maestros

Fuente: autor.

Elaboración: autor.

La ilustración 20 presenta los resultados finales establecidos en la

Tabla 20 notando que los recursos educativos tienen gran impacto en el proceso de elaboración, debido a que cuenta con un promedio que sobrepasa los 8 puntos (8 sobre 10) en casi todos los criterios de evaluación planteados en el proceso de elaboración de recursos educativos. Sin embargo, los dos criterios que obtuvieron promedio menor a 8 (7,6 sobre 10) no son de gran trascendencia puesto que los valores a partir de 7 entran en el rango de aceptabilidad promoviendo la creación de recursos educativos en las distintas áreas de educación teniendo en cuenta aspectos y modelos pedagógicos.

#### 4.3.2. Resultados de utilidad de recursos educativos.

Para evaluar los criterios de utilidad fue necesario probar los recursos educativos ya impresos a alumnos con el fin de conocer su comportamiento mediante la manipulación. Para las evaluaciones se tomó una muestra de 20 alumnos por salón de clases, cada sesión se realizó con sus maestros los mismos que detectaron los valores presentados en la tabla 21. Para evaluar la utilidad de los recursos educativos se utiliza los parámetros de calificación establecidos anteriormente que son:

- N/S= No Sabe
- 1=Muy Deficiente

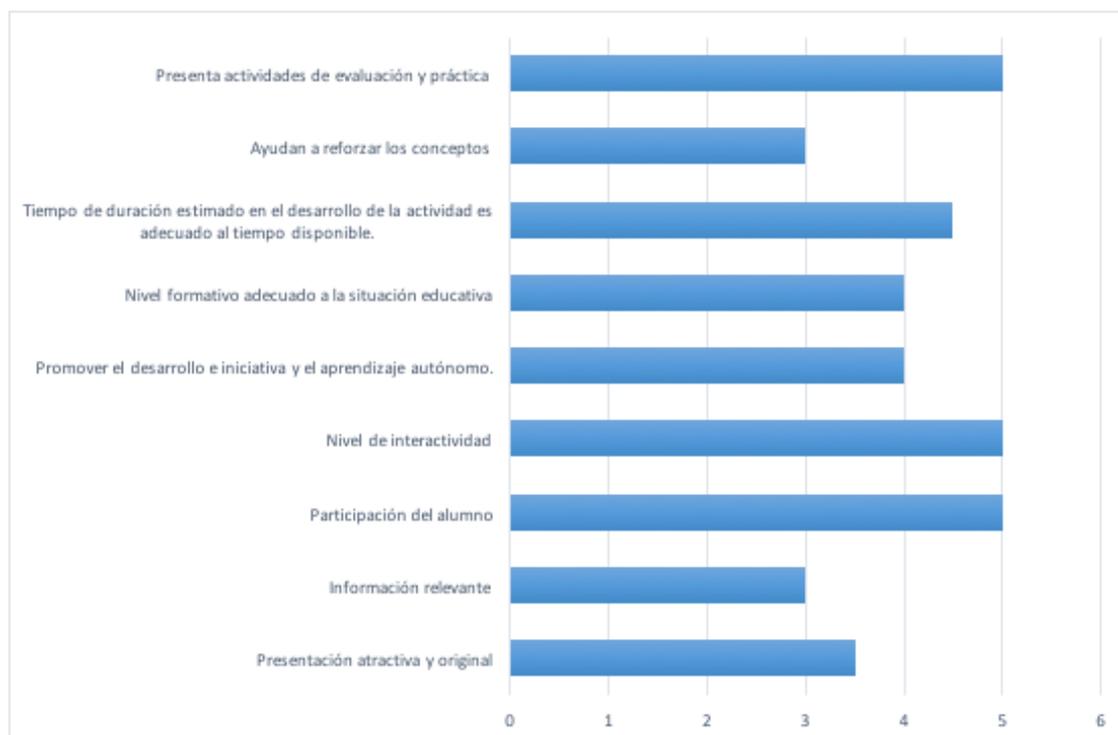
- 2=Deficiente
- 3=Aceptable
- 4=Alta
- 5=Muy Alta.

**Tabla 21** Resultados de criterios de utilidad aplicada a alumnos

Criterio de Evaluación	E1	E2	Suma	Promedio
Presentación atractiva y original	4	3	7	3,5
Información relevante	3	3	6	3
Participación del alumno	5	5	10	5
Nivel de interactividad	5	5	10	5
Promover el desarrollo e iniciativa y el aprendizaje autónomo.	4	4	8	4
Nivel formativo adecuado a la situación educativa	4	4	8	4
Tiempo de duración estimado en el desarrollo de la actividad es adecuado al tiempo disponible.	5	4	9	4,5
Ayudan a reforzar los conceptos	3	3	6	3
Presenta actividades de evaluación y práctica	5	5	10	5

Fuente: autor.

Elaboración: autor.



**Ilustración 21** Resultados de utilidad aplicado a alumnos

Fuente: autor.

Elaboración: autor.

La Ilustración 21 representa la utilidad de los recursos educativos presentados en la Tabla 21 es aceptable debido a que su menor puntuación está en 3 (3 sobre 5) y la mayor puntuación es 5, es decir la observación y manipulación de recursos impresos en 3D tuvo buena acogida por parte de los alumnos promoviendo nuevas iniciativas en el proceso de enseñanza – aprendizaje.

Como podemos observar en las tablas anteriores los criterios fueron valorados positivamente ya que las menores puntuaciones se encuentran en el rango de aceptabilidad. Para medir el impacto logrado con la elaboración de los recursos educativos se evaluó y probó uno a uno los recursos a cada uno de los alumnos.

#### **4.3.3. Resultados de utilidad de recursos educativos por parte de los alumnos.**

En el recurso educativo que representa las operaciones algebraicas mediante uso de plano cartesiano se obtuvo los siguientes valores:

- Criterio 1: El 75% de los alumnos consideran que es un recursos original y atractivo para la realización de actividades y evaluaciones.
- Criterio 2: El 65% de alumnos creen que el recurso educativo no aporta ningún tipo de información debido que es para la utilización de actividades.
- Criterio 3: El 90% de alumnos se sentían motivados a participar con la finalidad de manipular y conocer un poco más la dinámica mediante el uso de recursos educativos.
- Criterio 4: Los alumnos interactuaron de manera dinámica con el maestro y entre compañeros, estableciendo así que el 100% realice las actividades de interacción.
- Criterio 5: El aprendizaje autónomo fue realizado de manera voluntaria, logrando alcanzar un 90% de aceptación de parte de los alumnos.
- Criterio 6: El 65% de alumnos consideran que el recurso educativo está acorde a una actividad en específica y a su nivel de estudio.
- Criterio 7: El 95% de los alumnos piensan que la dinámica establecida mediante recursos educativos en 3D les ayuda a realizar las representaciones en un menor.
- Criterio 8: El 50% de alumnos suponen que el recurso educativo no les aporta en el aprendizaje de conocimientos, más bien les ayuda en la práctica.
- Criterio 9: El 100% de alumnos consideran que este tipo de recursos debe ser usado para sus actividades en clases y para las evaluaciones.

En la evaluación del recurso educativo que representa las actividades de compuestos químicos se obtuvo los siguientes valores:

- Criterio 1: El 90% de los alumnos creen que el recurso no es atractivo y que se puede mejorar su diseño y presentación.
- Criterio 2: Todos los estudiantes están de acuerdo que el recurso educativo no refleja ningún tipo de información puesto que puede ser confundido.
- Criterio 3: El 80% de alumnos piensan que el recurso educativo permite realizar actividades que suelen ser un poco aburridas, pero al usar el recurso educativo tienen mayor satisfacción de realizar las actividades.
- Criterio 4: El 80% de alumnos piensan que el recurso educativo al ser manipulado incentiva a interactuar ya sea con los compañeros o con los maestros.
- Criterio 5: el 95% de alumnos consideran que el recurso educativo les impulsa a manejar los objetos ya sea como curiosidad o como actividad.
- Criterio 6: El 100% de alumnos creen que el recurso educativo es apto para su edad.
- Criterio 7: El 100% de alumnos opinan la manipulación de objetos les facilita la realización de actividades por tal motivo los tiempos son menores.
- Criterio 8: El 75% de alumnos estiman que el recurso educativo no les permite reforzar conceptos ya que se trata de actividades manipulables.
- Criterio 9: El 100% de alumnos creen que sería bueno implementar el uso de este recurso educativo en las evaluaciones, así como en las actividades normales.

#### **4.4. Comentarios Finales**

El capítulo 4 establece los resultados obtenidos en las evaluaciones finales, los criterios evaluados en los recursos impresos en 3D valoran usabilidad, economía, proceso de elaboración y factibilidad de los recursos impresos en 3D. Presentar dos tipos de evaluaciones una de ellas aplicadas a docentes y otra aplicado a alumnos, teniendo como resultado la aceptación por ambas partes y logrando conocer el impacto que han causado en el ámbito educativo.

Analizando cada uno de los resultados obtenidos podemos concluir que los recursos educativos propuesto han tenido un impacto mínimo del 70%, es decir que está dentro de los valores de

aceptabilidad propuestos en la fase de evaluación. Tanto los maestros como los estudiantes han determinado que los recursos educativos impresos en 3D permiten actividades de aprendizaje dinámicas logrando que los alumnos se interesen más por el tema a tratarse.

## TRABAJOS FUTUROS

Los trabajos a futuro mencionados en este apartado acerca de impresión 3D sirven como apoyo a todas las personas que deseen inmiscuirse en la creación de recursos en 3D en cualquier ámbito. Además, pueden tener como referencia las investigaciones, procesos, diseños y evaluaciones realizadas en este trabajo de titulación puesto que muestra información para la elaboración de recursos impresos en 3D. A continuación, se detallan algunas áreas de aplicación donde la impresión 3D sería muy bien utilizada.

**Ingeniería:** creación de piezas que sirvan como repuestos para complementar la creación de herramientas o prototipos, mediante el uso del proceso propuesto en este documento se puede descubrir OERs que se encuentren expresados en investigaciones mediante las búsquedas semánticas que nos ayuden asociar metadatos de acuerdo con cada necesidad. Por otra parte, mediante el proceso de investigación del TFT se pudo observar el interés por construir recursos impresos en 3D combinados con componentes eléctricos que permiten dar movimiento e identificativos mediante una serie de acciones.

**Arquitectura:** creación de réplicas o diseños arquitectónicos que permitan realizar trabajos de estudio, exposiciones y presentaciones más reales. Utilizando plugins propios que apoyan la construcción de objetos planos para facilitar el manejo de este tipo de recursos.

**Arte:** permite representar piezas reconocidas que son difíciles de figurar, aportando de esta manera a mantener el valor que tienen cada una de estas piezas y llevando a su reproducción con el fin que pueda ser manipuladas y estudiadas. Por otra parte, se puede apoyar a la construcción de recursos que ayuden al turismo mediante creación de piezas que reflejen los monumentos representativos de cada lugar.

**Medicina:** inclusión de recursos que apoyen al estudio anatómico del ser humano mediante la manipulación y reconocimiento de cada una de las partes. Por otra parte, se pueden crear recursos que suplanten herramientas necesarias dentro de procesos médicos y que sean difíciles de adquirir.

**Estándar ISO 9004:** permite adaptar el modelo propuesto a distintas áreas sujeto a la norma ISO 9004 que identifica y gestiona los recursos basados en procesos de control, orientada a gestionar la calidad de las actividades de una organización.

## CONCLUSIONES

Partiendo de los resultados obtenidos en el capítulo 4 de evaluaciones finales a recursos educativos impresos en 3D, a continuación, se establece las conclusiones que se han detectado en el trabajo de titulación.

- Mediante técnicas de observación en las aulas de clases se concluye el impacto que han tenido los recursos educativos tanto para los alumnos como para los maestros ha sido enriquecedor debido a que ayuda a mantener interacción en las aulas de clases logrando formar un ambiente participativo y práctico.
- Según las validaciones realizadas un 80% de los alumnos logran mantener mayor tiempo concentración en las actividades que se está tratando, de esta manera se genera en los alumnos interrogantes que pueden ser resueltas por el maestro.
- Con un 75% obtenido en las validaciones finales se determina que los recursos educativos han logrado reforzar conocimientos mediante actividades que logran que los alumnos sean participativos y tengan la iniciativa hacia un aprendizaje autónomo.
- Los maestros denotan que el 90% de los recursos educativos impresos son recursos fáciles de manejar y llevar, convirtiéndolos en material práctico tanto para las clases como para evaluaciones, además consideran que los recursos educativos en 3D ayudan a que los alumnos realicen sus actividades en tiempos más cortos y retienen mayor tiempo lo aprendido.
- A través de entrevistas a distintos maestros se puede conocer que la falta de conocimiento de nuevas tecnologías son un punto en contra en el proceso educativo, sin embargo, las personas que estuvieron inmersas en el proceso de elaboración de recursos educativos experimentaron una nueva tecnología que les ayuda en sus clases.
- El proceso de investigación sobre recursos educativos impresos en 3D, permitió esclarecer que en la educación falta apoyo en la adquisición de recursos educativos actualizados así lo implanta, debido a que los maestros siguen usando métodos tradicionales ya sea por desconocimiento o por falta de presupuesto.

- En el transcurso de las impresiones 3D respecto a piezas pequeñas se conoció que los acabados no son muy buenos, dificultando reconocer todos los detalles del recurso. Sin embargo, en la fase de validación se obtuvo un 80% de aceptabilidad en acabados, estos valores fueron obtenidos mediante entrevistas realizadas a los maestros.
- En la parte de evaluación final de recursos educativos se obtuvo que los costos de impresión 3D son altos para las instituciones, sin embargo, el 70% de docentes estarían dispuestos a conseguir recursos para la creación de este tipo de recursos debido a que pueden ser creados y modificados según sus necesidades.
- Debido a que los recursos validados han obtenido un grado de aceptación con el 80% de acuerdo con su utilidad, se necesitan que abarque actividades y ejercicios más complejos logrando de esta manera crear conocimientos más amplios en los temas que se están tratando.

## RECOMENDACIONES

Dentro de las recomendaciones se han registrado las siguientes:

- Al diseñar los recursos se debe considerar que las dimensiones deben ser mayor a 5mm de ancho, de 5mm a 7mm de largo, y 3mm a 5mm de profundidad para tener un mejor acabado, los colores deben ser consultados antes de enviar a imprimir y finalmente que el tipo de material sea el indicado a lo que se está trabajando.
- Uno de los materiales más usados son el PLA y ABS para este tipo de recursos se recomienda la utilización de ABS ya que nos permite tener recursos más robustos, de esta manera poder manipularlos sin ningún inconveniente.
- Se recomienda que los recursos que son de manipulación tengan un grosor no menor a 1cm debido a que pueden ser frágiles, o en su lugar se puede lograr un relleno grueso capaz de soportar la manipulación.
- Para la creación de recursos con detalles pequeños o que abarquen piezas muy detalladas se debe encontrar una impresora que permita lograr acabados eficaces para que el recurso impreso tenga en lo posible mayor similitud al diseño planteado en la herramienta.
- Para lograr recursos que emplean distintos colores en una misma pieza se recomienda utilizar impresoras que tengan más de un cabezal de esta manera la impresora irá combinando el material de acuerdo con los diseños planteados.
- Se recomienda que para tener mejores acabados en una impresión 3D la impresora esté bien calibrada y sin residuos de material, estos son dos factores que dañan el acabado de un recurso.
- La aplicación de los recursos en el ámbito educativo ha permitido conocer que la impresión 3D tienen mucha acogida dentro del área de la salud dentro de nuestro entorno, sin embargo, es una tecnología que puede ser usada dentro de varias áreas

apoyando el proceso de enseñanza - aprendizaje. Así lo implantan maestros con los cuales se trabajó propuestas de recursos educativos.

- Finalmente se recomienda dar a conocer un poco más este tipo de recursos educativos, ya que las personas que han logrado conocer un poco del tema han tenido buenas observaciones. Se puede realizar mediante exposiciones, ferias de tecnologías, congresos y capacitaciones no solo de tecnología sino también los que tratan temas de educación.

## BIBLIOGRAFÍA

- Castro, D. (n.d.). 4WindGame : Un juego de Armado de Piezas Asistido con una impresora 3D, 441–451.
- Lima, T., Campos, B., Santos, R., & Werner, C. (2012). UbiRE: A game for teaching requirements in the context of ubiquitous systems. 38th Latin America Conference on Informatics, CLEI 2012 - Conference Proceedings. <https://doi.org/10.1109/CLEI.2012.6427140>
- Herrera Batista, M. Á. (2006). Consideraciones para el diseño didáctico de ambientes virtuales de aprendizaje: una propuesta basada en las funciones cognitivas del aprendizaje. *Revista Iberoamericana de Educación*, 38, 2. Retrieved from <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=1959493&info=resumen>
- Fernández, M., & Viviana, G. G. M. (n.d.). Integración de materiales didácticos en 3D para el Aprendizaje Basado en Problemas en la enseñanza de Artes, 1338–1346.
- UCSMP. (2016). Vector 3D. The University of Chicago School Mathematics Project.
- Villavicencio, M., Revelo, H. V., & Pincay, J. (2016). Towards the evaluation of open educational resources for learning software engineering. 2016 XLII Latin American Computing Conference (CLEI), 1–9. <https://doi.org/10.1109/CLEI.2016.7833338>
- Fernández, C., & Salinero, M. (2006). Las competencias en el marco de la convergencia europea: Un nuevo concepto para el diseño de programas educativos. *Encounters on Education*, 7, 131–153. Retrieved from <https://queens.scholarsportal.info/ojs-archive/index.php/encounters/article/viewFile/603/3500>
- Martínez, J. M. (2010). Orientaciones básicas para el diseño de estrategias didácticas. *Tendencias Pedagógicas.*, N°16(16), 221–236.
- Moreno García, A. M. (2016). Para la enseñanza. Impresión en 3d para la enseñanza de la geometría en 5º de primaria. trabajo.

- Zulia, U., Mara, A., León, H. De, Mateo, C., Para, L., Elaboración, L. A., ... Fijo, P. (2006). Multiciencias Lineamientos para la elaboración de módulos de aprendizaje multimediales en arquitectura, 6.
- Cortés, E., Rodríguez, E., & Peña, C. (2015). Desarrollo de un robot paralelo 5R para la impresión en 3D., (1), 12–22.
- Paredes, K. (2016). Atributos y criterios de diseño sustentable para el desarrollo de un módulo de azotea verde extensivo / mixto en Zapopan. Atributos Y Criterios de Diseño Sustentable Para El Desarrollo de Un Módulo de Azotea Verde Extensivo / Mixto En Zapopan. Retrieved from <http://hdl.handle.net/11117/3552>
- Selma Tamarit, C. (2016). Makit Humbot S: Robot open-source basado en Arduino e impreso en 3D. Retrieved from <http://openaccess.uoc.edu/webapps/o2/handle/10609/53089>
- Arraiza, M. (2016). El uso de TIC y recursos manipulativos para mejorar la visión espacial y la enseñanza-aprendizaje del sistema diédrico en alumnos de 3º de la ESO. El Uso de TIC Y Recursos Manipulativos Para Mejorar La Visión Espacial Y La Enseñanza-Aprendizaje Del Sistema Diédrico En Alumnos.
- Fernandez, M., & Viviana, G. G. M. (n.d.). Integración de materiales didácticos en 3D para el Aprendizaje Basado en Problemas en la enseñanza de Artes, 1338–1346.
- Berenguer Alés, M. (n.d.). TUTOR: M<sup>a</sup> Jesús Ferrer García. LA IMPRESIÓN 3D COMO ELEMENTO TRANSVERSAL EN EN LA EDUCACIÓN SECUNDARIA.
- Saorín, J. L., Torre-cantero, J. De, Meier, C., Díaz, D. M., Castillo, R., & León, A. B. De. (2016). Creación, visualización e impresión 3D de colecciones online de modelos educativos tridimensionales con tecnologías de bajo coste. Caso práctico del patrimonio fósil marino de Canarias Creation, Visualization and 3D Printing of Online Collections of Th, 17, 14201.
- De La Torre-Cantero, J., Saorín, J. L., Meier, C., & Drago-Díaz, M. (2015). Creación de réplicas de patrimonio escultórico mediante reconstrucción 3D e impresoras 3D de bajo coste para uso en entornos educativos Creating replicas of scultural heritage through 3D reconstruction and low cost 3D printer in Education, 27(3), 427–444. [https://doi.org/10.5209/rev\\_ARIS.2015.v27.n3.45864](https://doi.org/10.5209/rev_ARIS.2015.v27.n3.45864)

- Hilario, C., & Collado, J. M. (n.d.). Basada en modelos de contornos activos y visión estéreo.
- Rocha, M., Pereira, J. P., & de Castro, A. V. (2011). 3D modeling mechanisms for educational resources in medical and health area. *Information Systems and Technologies (CISTI), 2011 6th Iberian Conference on*, 1–6.
- Fan Yang, Feng Lin, Chi Zhou, Zhanpeng Jin, and W. X. (2016). PBench: A Benchmark Suite for Characterizing 3D Printing Prefabrication. *liswc Ri, Usa*, 95–104.
- Cortés, D. (2013). Implementación de un algoritmo para el reconocimiento y análisis de peatones utilizando visión por computador, (c).
- Barba, L. (2015). Universidad Politécnica De Madrid. Utilización de Métodos de Visión Artificial Para PC Como Apoyo En La Automoción, 52.
- Bharti, N., Gonzalez, S., & Buhler, A. (2015). 3D technology in libraries: Applications for teaching and research. *2015 4th International Symposium on Emerging Trends and Technologies in Libraries and Information Services, ETTLIS 2015 - Proceedings*, 161–166. <https://doi.org/10.1109/ETTLIS.2015.7048191>
- Acuña, F., Rivas, D., Chancusi, S., & Navarrete, P. (n.d.). Diseño y Construcción de una Impresora 3D Auto- replicable Controlada Inalámbicamente para el Prototipado de Piezas Plásticas, mediante Software Libre.
- Ángel, I., Gómez, A., & Martínez, J. F. (2016). elementos del cuerpo y acelerado con GPU con pruebas.
- Quiroga, J., Romero, N., García, C., & Parra, C. (2011). Adquisición de variables de tráfico peatonal utilizando visión por computador. *Revista Facultad de Ingeniería*, (60), 51–61.
- S, E. L. A. S. L. S. Y., De, P., & Miecénicas, S. (2006). Escuela politécnica nacional, 1–126.
- Kalal, Z., Mikolajczyk, K., Matas, J., & Republic, C. (2010). Forward-Backward Error: Autonomous Identification of Tracking Failures, 23–26. <https://doi.org/10.1109/ICPR.2010.675>

- Kalal, Z., Matas, J., & Mikolajczyk, K. (2008). Weighted Sampling for Large-Scale Boosting. *Methods*, 1(16), 42.1-42.10. <https://doi.org/10.5244/C.22.42>
- Paisitkriangkrai, S., Shen, C., & Zhang, J. (2008). Fast pedestrian detection using a cascade of boosted covariance features. *IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology*, 18(8), 1140–1151. <https://doi.org/10.1109/TCSVT.2008.928213>
- Peres, P., & Mesquita, A. (2015). Games and innovative teaching methods: GAIN TIME in Portugal. 2015 10th Iberian Conference on Information Systems and Technologies, CISTI 2015. <https://doi.org/10.1109/CISTI.2015.7170409>
- León C., I. J. de. (2005). Los estilos de enseñanza pedagógicos: una propuesta de criterios para su determinación. *Revista de Investigación*, (57), 69–98. Retrieved from <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2053492&info=resumen&idioma=SPA>
- Vahtivuori-Hänninen, S., Karaharju-Suvanto, T., & Suomalainen, K. (2007). Characteristics of pedagogical models in the mobile teaching-studying- learning (TSL) environments: Preliminary findings of the I-trace project. 1st International Workshop on Pen-Based Learning Technologies, PLT 2007. <https://doi.org/10.1109/PLT.2007.5>
- Navarro, E., Elena, C., & Ortegón, G. (2010). Recursos didácticos para la educación a distancia : hacia la contribución de la realidad aumentada. *Ide@s CONCYTEG*, 5(61), 702–715.
- Sicilia, M.-Á. (2007). Más allá de los contenidos: compartiendo el diseño de los recursos educativos abiertos. *Revista de Universidad Y Sociedad Del Conocimiento*, 4, 26–35. <https://doi.org/ISSN 1698-580x>
- Maina, M., & Guárdia, L. (2012). Diseño de Recursos Educativos Abiertos para el aprendizaje social, 1–15.
- Lobej, R. (2013). Technologic resources for the classroom. *TABANQUE Revista Pedagógica*, 26, 185–208. <https://doi.org/0214-7742>
- tics leer.pdf. (2008).

- Cabero Almenara, J. (2005). Las TIC y las universidades: retos, posibilidades y preocupaciones. *Revista de La Educación Superior*, 34, 77–100. <https://doi.org/CurricularTICs.pdf>
- Ballester Vellorí, A. (2005). El aprendizaje significativo en la práctica. Equipos de investigación y ejemplos en didáctica de la geografía. V Congreso Internacional Virtual de Educación, 1–9. Retroceded from [http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/24385/Documento\\_completo.pdf?sequence=1](http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/24385/Documento_completo.pdf?sequence=1)
- Trevelyan, J. (2010). Engineering students need to learn to teach. *Proceedings - Frontiers in Education Conference, FIE*, 1–6. <https://doi.org/10.1109/FIE.2010.5673616>
- America, M. F. (2013). Teacher Resources for the Classroom, 26, 185–208. Retrieved from <http://www.mathforamerica.org/teacher-resources/classroom>
- Cacheiro, M. (2011). Recursos educativos TIC de información, colaboración y aprendizaje. *Pixel-Bit*, 39, 69–81.
- Moreira, M. A. (2008). La innovación pedagógica con TIC y el desarrollo de las competencias informacionales y digitales. *Investigación En La Escuela*. Laguna: Facultad de Educación Universidad de laguna. <https://doi.org/ISSN 0213-7771, No 64>,
- Salinas, J. (2004). Innovación docente y uso de las TIC en la enseñanza universitaria. *Innovación Docente Y Uso de Las TIC En La Enseñanza Universitaria*, 1–16.
- Samaniego Ramón, C. M. (2017). La Universidad Católica de Loja. Impresión de Mapas 3D Con Marcas Braille Como Apoyo a La Accesibilidad.
- Ragsodie, G. (1981). Prevenir Las Desigualdades Escolares Mediante Una Pedagogía Diferenciada: A Propósito De Una Investigación-Acción En La Enseñanza Primaria Ginebrina. *Infancia Y Aprendizaje*, 4(14). <https://doi.org/10.1080/02103702.1981.10821843>
- Campo, M. Á., Castro-Pañeda, P., Álvarez-Martino, E., Álvarez-Hernández, M., & Torres-Manzanera, E. (2010). The performance of school integration according to the perception of specialist teachers in therapeutic pedagogy | Funcionamiento de la integración en la enseñanza según la percepción de los maestros especialistas en pedagogía terapéutica. *Psicothema*, 22(4).

Piedra, N., Chicaiza, J., López, J., & Caro, E. T. (2016). Integrating OER in the design of educational material: Blended learning and linked-open-educational-resources-data approach. IEEE Global Engineering Education Conference, EDUCON, 10-13-NaN-2016(April), 1179–1187. <https://doi.org/10.1109/EDUCON.2016.7474706>

Chicaiza, J., Piedra, N., López-Vargas, J., & Tovar-Caro, E. (2017). Recommendation of open educational resources. An approach based on linked open data. 2017 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON), (April), 1316–1321. <https://doi.org/10.1109/EDUCON.2017.7943018>

Piedra, N., Chicaiza, J., López, J., Romero, A., & Tovar, E. (2010). Measuring collaboration and creativity skills through rubrics: Experience from UTPL collaborative social networks course. 2010 IEEE Education Engineering Conference, EDUCON 2010, 1511–1516. <https://doi.org/10.1109/EDUCON.2010.5492349>

## **ANEXOS**

**Anexo 1: Modelo Pedagógico para introducción de impresión 3D**

	<b>Modelo Pedagógico</b>	<b>Evento de Instrucción</b>	<b>Proceso cognitivo</b>	<b>Personal involucrado</b>	<b>Observación</b>
Paso 1	Instructor explica la adopción de la tecnología de impresión 3D en la tarea de aprendizaje y agrupa a todos los estudiantes en equipo de tres a seis.	1. Llamado de atención	Atención: Alerta	Instructor	El enfoque de aprendizaje colaborativo ha demostrado ser eficaz para mejorar la creatividad.
Paso 2	El instructor explica los objetivos de la tarea de aprendizaje y realiza un breve seminario introductorio sobre tecnologías de impresión 3D	2. Informar al alumno del objetivo: activar la motivación	Expectativa.	Instructor y Director de Laboratorio (opcional)	Activar la motivación de los estudiantes utilizando ejemplos y aplicaciones reales
Paso 3	Tutores entrenan al equipo individual en la creación de diseños 3D imprimibles usando CAD	3. Estimular el recuerdo del conocimiento previo 4. Presentación del material de estímulo 5. Proporcionar orientación para el aprendizaje	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recuperación de la memoria de trabajo.</li> <li>• Percepción selectiva.</li> <li>• Codificación: Entrada al almacenamiento de memoria a largo plazo.</li> </ul>	Tutores	El estudiante "avanzado" dentro del equipo puede ayudar a entrenar a su compañero de equipo

	<b>Modelo Pedagógico</b>	<b>Evento de Instrucción</b>	<b>Proceso cognitivo</b>	<b>Personal involucrado</b>	<b>Observación</b>
Paso 4	Los estudiantes crean / revisan sus propios diseños en el laboratorio de computación en la escuela o en casa		<ul style="list-style-type: none"> <li>Codificación: Entrada al almacenamiento de memoria a largo plazo</li> </ul>		Enfoque de autoaprendizaje para proporcionar flexibilidad para adaptarse al estilo de aprendizaje de cada estudiante y necesidad
Paso 5	Cada vez que los estudiantes encuentran dificultad técnica, pueden visitar a los tutores de servicio para solucionar sus problemas de diseño y también realizar una prueba preliminar de reglas de control (DRC, por sus siglas en inglés)	6. Proporcionar orientación para el aprendizaje 7. Obtención de rendimiento 8. Proporcionar comentarios	<ul style="list-style-type: none"> <li>Codificación: Entrada al almacenamiento de memoria a largo plazo.</li> <li>Respondiendo.</li> <li>Reforzamiento.</li> </ul>		Los estudiantes con habilidades técnicas débiles pueden recibir ayuda adicional de los tutores y ponerse al día con el resto de la clase (el enfoque de Aprendizaje de Maestría)
Paso 6	Los estudiantes envían sus diseños finales para un DRC detallado y reciben comentarios técnicos del gerente del laboratorio.	9. Evaluación del rendimiento	Recuperación	Gerente de laboratorio	

	<b>Modelo Pedagógico</b>	<b>Evento de Instrucción</b>	<b>Proceso cognitivo</b>	<b>Personal involucrado</b>	<b>Observación</b>
Paso 7	El director de laboratorio combina varios diseños en un solo archivo para imprimir. Los estudiantes reciben los objetos en 3D y evalúan los productos con el instructor	10. Mejorar la retención y la transferencia	Generalización	Gerente de Laboratorio e Instructor	La impresión por lotes facilita la presión sobre el tiempo de impresión largo, en comparación con la impresión en serie

Fuente: Hong Kong SAR.

Elaborado: City University of Hong Kong.

**Anexo 2:** Tabla comparativa de herramientas de diseño en 3D.

Características	SketchUp	Blender	TinkerCAD
<b>Uso profesional y/o comercial</b>	Permite periodo de prueba de 30 días	Es software Libre	Tienen componentes libres para su uso sin embargo también cuenta con componentes pagados.
<b>Soporte técnico oficial y gratuito</b>	Tiene ayuda y soporte en línea	Tiene ayuda y soporte en línea	No cuenta con soporte en línea
<b>Todas las herramientas de sólidos: unión, intersección, diferencia, etc.</b>	Cuenta con extensiones y plugins que permiten estas características.	Al finalizar el diseño se debe seguir un proceso que permite hacer el diseño sólido.	Los componentes con los que se trabaja son sólidos.
<b>Componentes dinámicos</b>	Permite dinamismo en cada una de las herramientas, sin embargo, cuenta con extensiones que permiten hacerlo en menor tiempo.	Permite dinamismo, pero lleva un poco más de trabajo para realizarlo.	No tiene mucho dinamismo ya que trabaja con componentes ya establecidos.
<b>Importar/exportar a otros formatos 2d/3d</b>	Si permite	Si permite	Si permite

Fuente: autor.

Elaborado: autor.

## Anexo 2: Guía de referencias rápida de SketchUp



Fuente: Soporte SkethUp.

Elaborado: Soporte SkethUp.

## Anexo 3: Herramientas SketchUp

Herramienta	Operación	Instrucciones
Aro (A)	Curvatura	especifica el valor de la curvatura: introduce un número y pulsa Intro
	Radio	especifica el radio: introduce un número y R, y pulsa Intro
	Segmentos	especifica el número de segmentos: introduce un número y S, y pulsa Intro
Círculo (C)	Mayús	bloquea en el plano actual
	Radio	especifica el radio: introduce un número y pulsa Intro
	Segmentos	especifica el número de segmentos: introduce un número y S, y pulsa Intro
Borrar (E)	Ctrl	susviza/lisa (utiliza en las aristas para que las caras adyacentes aparezcan curvadas)
	Mayús	oculta
	Ctrl+Mayús	deja de susvizar/lisar
Sígueme	Alt	utiliza el perímetro de la cara como trayectoria de extrusión
	Más fácil	seleccione la trayectoria, elige la herramienta "Sígueme" y haz clic en la cara a extrudir
Línea (L)	Mayús	bloquea en la dirección de inferencia actual
	Flechas	arriba o abajo: bloquea en la dirección azul; dcha.: en la roja; izq.: en la verde
	Longitud	especifica la longitud: introduce un número y pulsa Intro
Girar	Altura del ojo	especifica la altura del ojo: introduce un número y pulsa Intro
Mover (M)	Ctrl	mueve una copia
	Mayús	mantén pulsada para bloquear en la dirección de inferencia actual
	Alt	autoplegado (permite el movimiento aunque se deben añadir aristas y caras adicionales)
	Flechas	arriba o abajo: bloquea en la dirección azul; dcha.: en la roja; izq.: en la verde
	Distancia	especifica la distancia del movimiento: introduce un número y pulsa Intro
	Series externas	n copias en fila: mueve la primera copia, introduce un número y X, y pulsa Intro
	Series internas	n copias entre dos elementos: mueve la primera copia, introduce un número y /, y pulsa Intro
Equidistancia (F)	Doble clic	aplica el último valor de equidistancia a esta cara
	Distancia	especifica una distancia de equidistancia: introduce un número y pulsa Intro
Orbital (O)	Ctrl	mantén pulsada para desactivar la orbitación con peso gravitatorio
	Mayús	mantén pulsada para activar la herramienta Desplazar
Pintar (B)	Ctrl	pinta todas las caras adyacentes coincidentes
	Mayús	pinta todas las caras coincidentes del modelo
	Ctrl+Mayús	pinta todas las caras adyacentes del mismo objeto
	Alt	mantén pulsada para tomar una muestra del material
Empujar/tirar (P)	Ctrl	empuja/tira una copia de la cara (dejando la cara original en su lugar)
	Doble clic	aplica el último valor de empujar/tirar a esta cara
	Distancia	especifica el valor de empujar/tirar: introduce un número y pulsa Intro
Rectángulo (R)	Dimensiones	especifica dimensiones: introduce longitud y anchura, y pulsa Intro, p. ej. 20;40
Rotar (Q)	Ctrl	rota una copia
	Ángulo	especifica un ángulo: introduce un número y pulsa Intro
	Pendiente	especifica un ángulo como pendiente: introduce inclinación/longitud y pulsa Intro, p. ej. 3;12
Escala (S)	Ctrl	mantén pulsada para modificar la escala desde el centro
	Mayús	mantén pulsada para modificar la escala uniformemente (sin distorsionar)
	Cantidad	especifica un factor de escala: introduce un número y pulsa Intro, p. ej. 1,5 - 150%
	Longitud	especifica un factor de longitud: introduce un número y una unidad, y pulsa Intro, p. ej. 10m
Seleccionar (espacio)	Ctrl	añade a la selección
	Mayús	añade/elimina de la selección
	Ctrl+Mayús	elimina de la selección
Medir (T)	Ctrl	crea una guía nueva
	Flechas	arriba o abajo: bloquea en la dirección azul; dcha.: en la roja; izq.: en la verde
	Cambiar tamaño	cambia el tamaño del modelo: mide una distancia, introduce el tamaño deseado y pulsa Intro
Zoom (Z)	Mayús	mantén pulsada y haz clic-arrastre el ratón para cambiar el campo visual

© 2010 Google Inc.

Fuente: Soporte SkethUp.

Elaborado: Soporte SkethUp.

## Anexo 4: Documento de evaluación final para maestros de matemáticas.

### Validación final de recursos educativos

Docente colaborador: *Humberto Cárdenas Motte.*  
 Unidad educativa: Unidad Educativa Particular "Cordillera"  
 Recursos educativo: representación algebraica  
 Área: Matemáticas

El documento presenta criterios de evaluación final con el fin de evaluar el impacto y calidad de los recursos educativos impresos en 3D, la calificación se realiza de la siguiente manera:

- N/S= No Sabe
- 1=Muy Deficiente
- 2=Deficiente
- 3=Aceptable
- 4=Alta
- 5=Muy Alta.

Estos criterios deben ser aplicados a estudiantes en las aulas de clases.

Criterio de Evaluación	Valor Relativo	Observaciones
Presentación atractiva y original: capta la atención de los estudiantes y mantener el interés.	4	Buen recurso, permite a los alumnos manipular. Además es un recurso nuevo.
Información relevante: fácil de comprender los contenidos que se están representando	3	El recurso en sí no permite información en simple vista. El tema debe ser aprendido antes.
Participación del alumno: explica claramente su participación en el uso de los recursos educativos.	5	Motiva y ayuda a que el alumno quiera participar.
Nivel de interactividad: promover actividades abiertas, diversas maneras de resolver problemas, proporcionar realimentación.	5	Permite trabajar entre compañeros y resolver dudas mediante el docente.
Promover el desarrollo e iniciativa y el aprendizaje autónomo.	4	Ayuda a que las clases sean dinámicas e ir resolviendo dudas.
Nivel formativo adecuado a la situación educativa.	4	Es un recurso adaptable para diferentes niveles.
El tiempo de duración estimado en el desarrollo de la actividad es adecuado al tiempo disponible.	5	Tiene tiempos cortos que pueden realizarse mediante sesiones.
Ayudan a reforzar los conceptos	3	Apoya como refuerzo al ir encontrando complejidad.
Presenta actividades de evaluación y práctica	3	Puede ser en la práctica o en evaluaciones.

*J. J. J.*  
 Firma docente

### Validación final de recursos educativos

Docente colaborador: *Ricardo Blacio*  
Unidad educativa: Universidad Técnica Particular de Loja.  
Recursos educativos: representación algebraica  
Área: Matemáticas

El documento presenta criterios de evaluación final con el fin de evaluar el impacto y calidad de los recursos educativos impresos en 3D, la calificación se realiza sobre 10 puntos.

Criterio de Evaluación	Valor Relativo /10	Observaciones
Precisión y exactitud	8	Se debe tener en cuenta las filas y columnas.
Acabado	8	Se debe determinar un mejor acabado
Creatividad	7	El diseño es simple pero apto para trabajar de manera
Colores	7	Se debe tener mayor cuidado en colores, usando colores cálidos.
Tolerancia en dimensiones	7	El recurso es limitada, porque permite realizar representaciones pequeñas.
Referencia del material	7	Se requiere de un material más fuerte o un recurso más grueso
Economía	10	Teniendo en cuenta que los recursos no son desechables, es razonable
Proceso de producción	9	El proceso es muy buena ya que cuenta desde requerimientos.
Movilidad	10	Es buena por su tamaño, peso y diseño de recursos.
Fácil manejo	9	Es fácil de usar y entender.
Interpretación de piezas.	8	Antes de su uso es bueno conocer de que se trata.
Apto para la edad.	8	El recurso es bueno ya que no usa piezas filosas.

\*Este documento es aplicado a docentes pertinentes

Firma docente

**Anexo 5: Documento de evaluación final para maestros de química.**

**Validación final de recursos educativos**

Docente colaborador: *Abelardo Rodríguez*  
 Unidad educativa: Unidad San Juan Bautista  
 Recursos educativos: Representación de componentes químicos  
 Área: Química y Biología

El documento presenta criterios de evaluación final con el fin de evaluar el impacto y calidad de los recursos educativos impresos en CD, la calificación se realiza entre 10 puntos.

Criterio de Evaluación	Valor máximo (10)	Observaciones
Precisión y exactitud	5	La imagen muestra una página de un libro con los recursos en formato PDF.
Actualidad	5	El material parece ser nuevo.
Coherencia	5	Se ve bien que los puntos cumplen de forma de un representante.
Claridad	5	Los colores son muy claros, el texto es muy claro y se puede leer con el apoyo de un lector de pantalla.
Exhaustividad en dimensiones	5	Los dibujos son muy buenos, los colores son claros y se puede leer con el apoyo de un lector de pantalla.
Referencia del material	5	El material es bueno ya que es muy atractivo.
Estructura	5	Hay un buen diseño en un color atractivo, un gráfico y la calidad del gráfico es buena ya que permite un control directo al proceso.
Proceso de producción	10	Como cualquier recurso en formato electrónico.
Utilidad	10	Como cualquier recurso en formato electrónico.
Facil manejo	10	Como cualquier recurso en formato electrónico.
Interpretación de datos	10	Como cualquier recurso en formato electrónico.
Apto para su edad	10	Como cualquier recurso en formato electrónico.

\*Este documento es válido a donde pertenezca

*[Firma]*  
Firma docente

### Validación final de recursos educativos

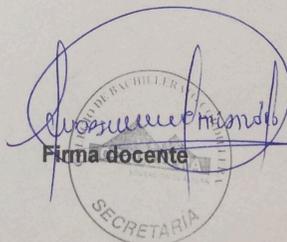
Docente colaborador: *Nora Alma Chicarse G.*  
 Unidad educativa: Unidad Educativa Particular "Cordillera"  
 Recursos educativos: Representación de componentes químicos  
 Área: Química y Biología

El documento presenta criterios de evaluación final con el fin de evaluar el impacto y calidad de los recursos educativos impresos en 3D, la calificación se realiza de la siguiente manera:

- N/S= No Sabe
- 1=Muy Deficiente
- 2=Deficiente
- 3=Aceptable
- 4=Alta
- 5=Muy Alta.

Estos criterios deben ser aplicados a estudiantes en las aulas de clases.

Criterio de Evaluación	Valor Relativo	Observaciones
Presentación atractiva y original: capta la atención de los estudiantes y mantener el interés.	3	Se puede establecer otro tipos de diseños que ayuden a la identificación.
Información relevante: fácil de comprender los contenidos que se están representando	3	A simple vista no muestra ningún tipo de información.
Participación del alumno: explica claramente su participación en el uso de los recursos educativos.	5	Ayudo a mantener mayor tiempo la atención de los estudiantes.
Nivel de interactividad: promover actividades abiertas, diversas maneras de resolver problemas, proporcionar realimentación.	5	funciona de buena manera ya que anima a los estudiantes a participar.
Promover el desarrollo e iniciativa y el aprendizaje autónomo.	4	los alumnos se estimulan de manera cognitiva.
Nivel formativo adecuado a la situación educativa.	4	Es precisa para el segundo año de bachillerato.
El tiempo de duración estimado en el desarrollo de la actividad es adecuado al tiempo disponible.	4	Debido a la limitaciones de los recursos, no se logró realizar ejercicios grandes.
Ayudan a reforzar los conceptos	3	No ayudo a reforzar teorías porque debido a la complejidad.
Presenta actividades de evaluación y práctica	5	Es un excelente recurso para practicar ejercicios.

  
**Firma docente**

## Anexo 6: Documento de evaluación final para alumnos de matemáticas

### Validación final de recursos educativos

Docente colaborador: *Humberto Cárdenas Motta.*  
 Unidad educativa: Unidad Educativa Particular "Cordillera"  
 Recursos educativo: representación algebraica  
 Área: Matemáticas

El documento presenta criterios de evaluación final con el fin de evaluar el impacto y calidad de los recursos educativos impresos en 3D, la calificación se realiza de la siguiente manera:

- N/S= No Sabe
- 1=Muy Deficiente
- 2=Deficiente
- 3=Aceptable
- 4=Alta
- 5=Muy Alta.

Estos criterios deben ser aplicados a estudiantes en las aulas de clases.

Criterio de Evaluación	Valor Relativo	Observaciones
Presentación atractiva y original: capta la atención de los estudiantes y mantener el interés.	4	Buen recurso, permite a los alumnos manipular. Además es un recurso nuevo.
Información relevante: fácil de comprender los contenidos que se están representando	3	El recurso en sí no permite información a simple vista. El tema debe ser aprendido antes.
Participación del alumno: explica claramente su participación en el uso de los recursos educativos.	5	Motiva y ayuda a que el alumno quiera participar.
Nivel de interactividad: promover actividades abiertas, diversas maneras de resolver problemas, proporcionar realimentación.	5	Permite trabajar entre compañeros y resolver dudas mediante el debate.
Promover el desarrollo e iniciativa y el aprendizaje autónomo.	4	Ayuda a que las clases sean dinámicas e ir resolviendo dudas.
Nivel formativo adecuado a la situación educativa.	4	Es un recurso adaptable para diferentes niveles.
El tiempo de duración estimado en el desarrollo de la actividad es adecuado al tiempo disponible.	5	Tiene tiempos cortos que pueden realizarse mediante sesiones.
Ayudan a reforzar los conceptos	3	Apoya como refuerzo al ir encontrando complejidad.
Presenta actividades de evaluación y práctica	3	Puede ser en la práctica o en evaluaciones.

*Jauaff*  
**Firma docente**

## Anexo 7: Documento de evaluación final para alumnos de química.

### Validación final de recursos educativos

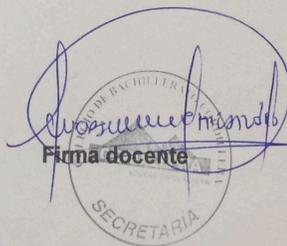
Docente colaborador: *Noralma Chicasso G.*  
 Unidad educativa: Unidad Educativa Particular "Cordillera"  
 Recursos educativos: Representación de componentes químicos  
 Área: Química y Biología

El documento presenta criterios de evaluación final con el fin de evaluar el impacto y calidad de los recursos educativos impresos en 3D, la calificación se realiza de la siguiente manera:

- N/S= No Sabe
- 1=Muy Deficiente
- 2=Deficiente
- 3=Aceptable
- 4=Alta
- 5=Muy Alta.

Estos criterios deben ser aplicados a estudiantes en las aulas de clases.

Criterio de Evaluación	Valor Relativo	Observaciones
Presentación atractiva y original: capta la atención de los estudiantes y mantener el interés.	3	Se puede establecer otro tipos de diseños que ayuden a la identificación.
Información relevante: fácil de comprender los contenidos que se están representando	3	A simple vista no muestra ningún tipo de información.
Participación del alumno: explica claramente su participación en el uso de los recursos educativos.	5	Ayudo a mantener mayor tiempo la atención de los estudiantes.
Nivel de interactividad: promover actividades abiertas, diversas maneras de resolver problemas, proporcionar realimentación.	5	funciona de buena manera ya que anima a los estudiantes a participar.
Promover el desarrollo e iniciativa y el aprendizaje autónomo.	4	Los alumnos se estimulan de manera cognitiva.
Nivel formativo adecuado a la situación educativa.	4	Es preciso para el segundo año de bachillerato.
El tiempo de duración estimado en el desarrollo de la actividad es adecuado al tiempo disponible.	4	Debido a las limitaciones de los recursos, no se logró realizar ejercicios grandes.
Ayudan a reforzar los conceptos	3	No ayudo a reforzar teoría por ser de mucha complejidad.
Presenta actividades de evaluación y práctica	5	Es un excelente recurso para practicar ejercicios.

  
**Firma docente**