

TRABAJO FIN DE MÁSTER



UCAM

UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE MURCIA

FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES Y DE LA COMUNICACIÓN

Máster Universitario en Formación del Profesorado de
Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato, Formación
Profesional y Enseñanzas de Idiomas

Adquisición de la visión espacial a través del Aprendizaje Basado en Proyectos utilizando la Realidad Aumentada

Autor: María Luisa Lorenzo Fernández

Director

Rafael Berenguer Vidal

Murcia, mayo de 2019

TRABAJO FIN DE MÁSTER



UCAM

UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE MURCIA

FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES Y DE LA COMUNICACIÓN

Máster Universitario en Formación del Profesorado de
Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato, Formación
Profesional y Enseñanzas de Idiomas

Adquisición de la visión espacial a través del Aprendizaje Basado en Proyectos utilizando la Realidad Aumentada

Autor: María Luisa Lorenzo Fernández

Director

Rafael Berenguer Vidal

Murcia, mayo de 2019

AUTORIZACIÓN PARA LA EDICIÓN ELECTRÓNICA Y DIVULGACIÓN EN ACCESO ABIERTO DE DOCUMENTOS EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE MURCIA

El autor, D. María Luisa Lorenzo Fernández (DNI 42.179.097-H), como Alumno de la UNIVERSIDAD CATÓLICA DE MURCIA, **DECLARA** que es el titular de los derechos de propiedad intelectual objeto de la presente cesión en relación con la obra (Indicar la referencia bibliográfica completa¹ y, si es una tesis doctoral, material docente, trabajo fin de Grado, trabajo fin de Master o cualquier otro trabajo que deba ser objeto de evaluación académica, indicarlo también)

Adquisición de la visión espacial a través del Aprendizaje Basado en Proyectos utilizando la Realidad Aumentada (trabajo fin de Master), que ésta es una obra original y que ostenta la condición de autor en el sentido que otorga la Ley de la Propiedad Intelectual como único titular o cotitular de la obra.

En caso de ser cotitular, el autor (firmante) declara asimismo que cuenta con el consentimiento de los restantes titulares para hacer la presente cesión. En caso de previa cesión a terceros de derechos de explotación de la obra, el autor declara que tiene la oportuna autorización de dichos titulares de derechos a los fines de esta cesión o bien que retiene la facultad de ceder estos derechos en la forma prevista en la presente cesión y así lo acredita.

2º. Objeto y fines de la cesión

Con el fin de dar la máxima difusión a la obra citada a través del Repositorio institucional de la Universidad y hacer posible su utilización de *forma libre y gratuita* por todos los usuarios del repositorio, el autor **CEDE** a la Universidad Católica de Murcia **de forma gratuita y no exclusiva**, por el máximo plazo legal y con ámbito universal, los derechos de reproducción, distribución, comunicación pública, incluido el derecho de puesta a disposición electrónica, y transformación sobre la obra indicada tal y como se describen en la Ley de Propiedad Intelectual.

3º. Condiciones de la cesión

Sin perjuicio de la titularidad de la obra, que sigue correspondiendo a su autor, la cesión de derechos contemplada en esta licencia permite al repositorio institucional:

- a) Transformarla en la medida en que ello sea necesario para adaptarla a cualquier tecnología susceptible de incorporación a internet; realizar las adaptaciones necesarias para hacer posible la utilización de la obra en formatos electrónicos, así como incorporar los metadatos necesarios para realizar el registro de la obra e incorporar también "marcas de agua" o cualquier otro sistema de seguridad o de protección.
- b) Reproducir la en un soporte digital para su incorporación a una base de datos electrónica, incluyendo el derecho de reproducir y almacenar la obra en servidores, a los efectos de garantizar su seguridad, conservación y preservar el formato.
- c) Distribuir a los usuarios copias electrónicas de la obra en un soporte digital.
- d) Su comunicación pública y su puesta a disposición a través de un archivo abierto institucional, accesible de modo libre y gratuito a través de Internet.

4º. Derechos del autor

El autor, en tanto que titular de una obra que cede con carácter no exclusivo a la Universidad por medio de su registro en el Repositorio Institucional tiene derecho a:

- a) A que la Universidad identifique claramente su nombre como el autor o propietario de los derechos del documento.
- b) Comunicar y dar publicidad a la obra en la versión que ceda y en otras posteriores a través

¹ Libros: autor o autores, título completo, editorial y año de edición.

Capítulos de libros: autor o autores y título del capítulo, autor y título de la obra completa, editorial, año de edición y páginas del capítulo.

Artículos de revistas: autor o autores del artículo, título completo, revista, número, año y páginas del artículo.

de cualquier medio. El autor es libre de comunicar y dar publicidad a la obra, en esta y en posteriores versiones, a través de los medios que estime oportunos.

- c) Solicitar la retirada de la obra del repositorio por causa justificada. A tal fin deberá ponerse en contacto con el responsable del mismo.
- d) Recibir notificación fehaciente de cualquier reclamación que puedan formular terceras personas en relación con la obra y, en particular, de reclamaciones relativas a los derechos de propiedad intelectual sobre ella.

5º. Deberes del autor

El autor se compromete a:

- a) Garantizar que el compromiso que adquiere mediante el presente escrito no infringe ningún derecho de terceros, ya sean de propiedad industrial, intelectual o cualquier otro.
- b) Garantizar que el contenido de las obras no atenta contra los derechos al honor, a la intimidad y a la imagen de terceros.
- c) Asumir toda reclamación o responsabilidad, incluyendo las indemnizaciones por daños, que pudieran ejercitarse contra la Universidad por terceros que vieran infringidos sus derechos e intereses a causa de la cesión.
- d) Asumir la responsabilidad en el caso de que las instituciones fueran condenadas por infracción de derechos derivada de las obras objeto de la cesión.

6º. Fines y funcionamiento del Repositorio Institucional

La obra se pondrá a disposición de los usuarios para que hagan de ella un uso justo y respetuoso con los derechos del autor, según lo permitido por la legislación aplicable, sea con fines de estudio, investigación, o cualquier otro fin lícito, y de acuerdo a las condiciones establecidas en la licencia de uso –modalidad “reconocimiento-no comercial-sin obra derivada” de modo que las obras puedan ser distribuidas, copiadas y exhibidas siempre que se cite su autoría, no se obtenga beneficio comercial, y no se realicen obras derivadas. Con dicha finalidad, la Universidad asume los siguientes deberes y se reserva las siguientes facultades:

a) Deberes del repositorio Institucional:

- La Universidad informará a los usuarios del archivo sobre los usos permitidos, y no garantiza ni asume responsabilidad alguna por otras formas en que los usuarios hagan un uso posterior de las obras no conforme con la legislación vigente. El uso posterior, más allá de la copia privada, requerirá que se cite la fuente y se reconozca la autoría, que no se obtenga beneficio comercial, y que no se realicen obras derivadas.

- La Universidad no revisará el contenido de las obras, que en todo caso permanecerá bajo la responsabilidad exclusiva del autor y no estará obligada a ejercitar acciones legales en nombre del autor en el supuesto de infracciones a derechos de propiedad intelectual derivados del depósito y archivo de las obras. El autor renuncia a cualquier reclamación frente a la Universidad por las formas no ajustadas a la legislación vigente en que los usuarios hagan uso de las obras.

- La Universidad adoptará las medidas necesarias para la preservación de la obra en un futuro. b) Derechos que se reserva el Repositorio institucional respecto de las obras en él registradas:

- Retirar la obra, previa notificación al autor, en supuestos suficientemente justificados, o en caso de reclamaciones de terceros.

Murcia, a 30 de mayo de 2019.

ACEPTA

Fdo.....



*"Esta obra se la dedica a:
Los habitantes del ESPACIO EN GENERAL
y a H. C. EN PARTICULAR
Un humilde nativo de Planilandia,
con la esperanza de que
aunque fue iniciado en los misterios
de las TRES dimensiones
habiendo estado familiarizado previamente
con SÓLO DOS
los ciudadanos de esta región celeste puedan
aspirar a elevarse más y más
hasta los secretos de CUATRO, CINCO O HASTA SEIS dimensiones
contribuyendo así a ampliar LA IMAGINACIÓN
y al posible desarrollo
del rarísimo y excelentísimo don de la MODESTIA
entre las razas superiores
de la HUMANIDAD SÓLIDA."*

Planilandia.
Edwin A. Abbott (1838-1926)

ÍNDICE

1. JUSTIFICACIÓN	1
2. MARCO TEÓRICO	2
2.1 ¿Qué es la Inteligencia Espacial?	2
2.2 ¿Qué es la Realidad Aumentada?	3
2.3 Niveles de RA	4
2.4 Realidad Aumentada y Educación	4
2.5 Aprendizaje basado en proyectos.	5
3. OBJETIVOS	7
3.1 Objetivo general.....	7
3.2 Objetivos específicos	7
4. METODOLOGÍA	8
4.1 Descripción del proyecto.....	8
4.2 Contenidos.....	9
4.3 Recursos.....	10
4.4 Actividades	13
4.4.1 Actividad 1. ¿cómo le describirías gráficamente el aula a tu amigo de la playa?	13
4.4.2 Actividad 2. Vocabulario espacial	14
4.4.3 Actividad 3. Jugamos con el espacio.....	14
4.4.4 Actividad 4. Construimos en el espacio I	17
4.4.5 Actividad 5. Construimos en el espacio II	18
4.4.6 Actividad 6. El lapicero en mis manos	18
4.5 Temporalización	18
5. EVALUACIÓN	20
6. REFLEXIÓN Y VALORACIÓN FINAL.....	24
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	26
8. ANEXOS	29

1. JUSTIFICACIÓN

Un problema que encontré en el aula de dibujo fue la dificultad que tienen muchos alumnos a la hora de representar un objeto o espacio sobre un papel o el de modelar algo que está en dos dimensiones. Esto no es más que ver o no en el espacio. Tener o no capacidad espacial de forma innata. El paso de 2D a 3D o a la inversa, es una habilidad que requiere tiempo y esfuerzo y que es muy frustrante si no se consigue, lo que puede generar desmotivación y abandono de planes de futuro.

En este proyecto trataré de mejorar la capacidad espacial del alumno a través del aprendizaje basado en proyectos e introduciendo como recurso didáctico la Realidad Aumentada en la clase Dibujo de Primero de Bachillerato, teniendo un carácter innovador ya que trataremos de conseguir que se adquiera con menos esfuerzo y en menos tiempo una habilidad que con los métodos actuales difícilmente se alcanza.

Facilitar la adquisición o mejora de la capacidad espacial es importante por varios motivos: este momento del aprendizaje del alumno se considera el más adecuado para hacerlo, dada su madurez, es el idóneo para adquirir la base de esta habilidad de cara a sus estudios universitarios y por otro lado, es una capacidad que se utiliza a diario desde el momento que intentamos imaginar un objeto en diferentes posiciones, reproducirlo mentalmente o cuando vamos de vacaciones a una nueva ciudad y utilizamos un mapa.

Según Gardner, Howard (2001), muchas profesiones, no solo arquitectos e ingenieros, necesitan la llamada Inteligencia Espacial, también médicos, pilotos, navegantes, diseñadores de videojuegos, etc., y es en el aula hoy, donde tenemos potencialmente todas esas profesiones y otras futuras que aun desconocemos, por eso, desarrollar esta habilidad considero que es tan importante como aprender a leer o escribir.

2. MARCO TEÓRICO

En el marco teórico se tratarán conceptos que tienen especial relevancia en este proyecto como son la Inteligencia o Visión Espaciales y la Realidad Aumentada (RA en adelante). Se hará mención del Aprendizaje Basado en Proyectos ya que será la metodología que se entiende más adecuada para desarrollarlo.

2.1 ¿Qué es la Inteligencia Espacial?

Hay alumnos que tienen una gran dificultad en el trimestre en el que se trata el Sistema Axonométrico de la asignatura de Dibujo Técnico, mientras que en el resto de la asignatura no presentan ningún problema. Esto confirma la teoría de las inteligencias múltiples de (Gardner, 2003) donde define la inteligencia como “la capacidad de resolver problemas o elaborar productos que sean valiosos en una o más culturas” esto conduce a que hay distintos tipos de inteligencia, se puede ser brillante como físico o como deportista de élite, sin embargo, no se puede decir que uno sea más inteligente que otro, la diferencia radica en la capacidad para resolver un tipo de problema u otro. Por otro lado, la define como una capacidad, por lo que es una destreza que si se trabaja se puede desarrollar.

Volviendo al estudiante de Dibujo, éste puede tener la capacidad técnica de resolver el resto de la asignatura, y sin embargo no tener la capacidad de visión espacial para afrontar la parte de Axonométrico donde debe pasar de objetos en 3D a 2D o a la inversa.

Gardner, en esta teoría afirma que existen ocho tipos de inteligencias, que todos las tenemos en mayor o menor medida, y que los individuos se diferenciarán en función del grado en el que se presentan estas capacidades y en cómo se combinan. Uno de estos tipos es la Inteligencia Espacial. Según Gardner (2003) ésta “es la capacidad para formarse un modelo mental de un mundo espacial para poder maniobrar y operar siguiendo este modelo” (p.26).

Una vez que se ha definido la Inteligencia Espacial, cabe plantearse que capacidades debe tener un individuo para tener este pensamiento espacial. Se puede hablar de:

- Capacidad para percibir el mundo visual.

- Capacidad para reproducir objetos que se han visto aun cuando estos ya no están presentes.
- Capacidad para transformar un objeto a partir de una percepción inicial.

Esto conlleva una serie de acciones como son reconocer, recrear y realizar. Para que estas acciones se lleven a cabo de forma eficaz es necesario introducir la comprensión entre el paso de la visión y la obtención del objeto a través de un acto cognitivo constructivista, tal y cómo se observa en la Figura 1.

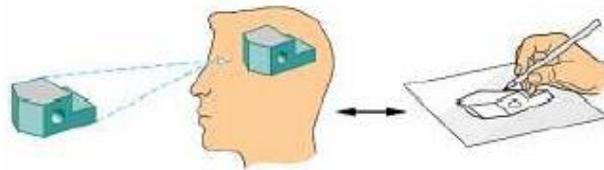


Figura 1. Proceso de representación de objetos tridimensionales.
(Bertoline, 1997, p. 241)

Rodrigo-Baños (2012) expone, haciendo referencia a Gardner, que la visión es el sentido que afianza y construye nuestro proceso cognitivo, y por el que se es capaz de crear una imagen mental de un proceso. Estas imágenes mentales no solo son un medio para ayudar a pensar, sino que se consideran la materia prima del conocimiento. Por lo tanto, estas imágenes mentales son imprescindibles para la comprensión espacial, así que, si se trabaja la creación de estas imágenes, se desarrollará la inteligencia espacial del alumno.

Para construir imágenes mentales de la tridimensionalidad del sistema axonométrico se utilizará la herramienta de la RA. Este ejercicio de creación de imágenes mentales con el sistema axonométrico será un recurso que quedará en la mente del alumno como herramienta para trabajar su inteligencia espacial, para “ver en el espacio”.

2.2 ¿Qué es la Realidad Aumentada?

Es una tecnología que permite al usuario ver el mundo real sobre un dispositivo, el cual le añade información virtual en tiempo real generando una realidad mixta.

No se debe confundir RA con realidad virtual, ya que, aunque ambas intentan incluir imágenes 2D y 3D en el campo de visión del usuario, la diferencia se encuentra en que la RA no intenta sustituir al mundo real, sino que superpone información virtual sobre el mundo real.

Son varias las definiciones que se pueden encontrar. Por ejemplo, De Pedro (2011) la define como:

“aquella tecnología capaz de complementar la percepción e interacción con el mundo real, brindando al usuario un escenario real aumentado con información adicional generada por ordenador. De este modo, la realidad física se combina con elementos virtuales disponiéndose de una realidad mixta en tiempo real” (p.301).

2.3 Niveles de RA

Algunos autores se ponen de acuerdo en establecer varios niveles de RA (Lens-Fitzgerald, 2009; Reinoso, 2012), para de alguna forma, clasificarla según la complejidad de la tecnología que se utilice o de la manera en la que se trabaje con ella. Reinoso (2014) señala cuatro niveles de RA:

- Nivel 0. Hiperenlaces en el mundo físico. Basados en códigos 2D como por ejemplo los códigos QR.
- Nivel 1. RA basado en marcadores (marker based AR)
- Nivel 2. RA markerless, sin marcadores, mediante el uso del GPS
- Nivel 3. Visión aumentada.

2.4 Realidad Aumentada y Educación

La RA se ha ido desarrollando y extendiendo a lo largo de las últimas décadas a diversos campos como la medicina, la publicidad, entretenimiento, etc., y se podría decir según Reinoso (2012) que en la educación se ha ido aplicando de forma experimental, siendo muchas las investigaciones que sugieren que la RA refuerza el aprendizaje e incrementa la motivación por aprender.

Se pueden encontrar autores reticentes a la utilización de la RA en el marco de la educación como Kaufmann (2003) que afirma que “la RA no puede ser la solución ideal para todas las necesidades de las aplicaciones educativas, pero es una opción a considerar” (p.1). Sin embargo, otros muchos valoran sus

ventajas, al encontrar en los dispositivos móviles una herramienta que agiliza el tiempo y el entorno de aprendizaje, además con un valor añadido como es la motivación que este tipo de aplicaciones genera en un estudiante. En este sentido González (2013) da tres razones por las que la RA puede ser una buena herramienta: “Posibilita contenidos didácticos que son inviables de otro modo. Nos ayuda a que exista una continuidad en el hogar. Aporta interactividad, juego, experimentación, colaboración, etc.” (p.1). Es una tecnología que por su interactividad resulta adecuada para que el alumno aprenda de una forma constructivista ya que puede probar ideas, modificarlas, construirlas, etc.

Autores como Fonseca, Navarro y Galindo (2014) confirman que la utilización de la RA en el aula favorece la adquisición de la habilidad espacial al comentar los siguiente:

“Gracias a los estudios de usuarios realizados, podemos afirmar que la inclusión de tecnologías de visualización como la RA en proyectos de investigación y en el día a día docente a nivel de bachillerato, no solo aporta un mayor interés por parte de los alumnos en los contenidos a estudiar, sino que permite la adquisición de competencias y habilidades espaciales y cooperativas de una forma más rápida y óptima que con sistemas tradicionales” (p.91)

Por último, Reinoso (2014) considera que la RA tiene seis aplicaciones significativas en educación entre las que se encuentra el Modelado de objetos 3D. Este concepto consiste en crear y visualizar modelos para luego girarlos, acercarlos, observarlos desde cualquier punto. Esto puede ayudar a generar las imágenes mentales necesarias que generan el conocimiento espacial y por ende la visión espacial que se está buscando.

2.5 Aprendizaje basado en proyectos.

El Aprendizaje Basado en Proyectos tiene su base en el constructivismo, enfoque en el que se distingue Bruner, Ausubel, Piaget y Vygotsky. Todos ellos consideran que el aprendizaje parte de construcciones mentales tal y como indican numerosos autores entre ellos Pérez (2008).

N. Postman y C. Weingartner a finales de los años 60, en su obra “*Teaching as a subversive activity*”, proponen un modelo de enseñanza diferente al de las clases magistrales que siempre acaban en examen. Este modelo

consiste en el planteamiento de preguntas y problemas abiertos de manera que se desarrolla la capacidad creativa del estudiante.

Este es, el denominado Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), y se basa en la utilización de proyectos reales enfocados a un tema en concreto, mediante los cuales los alumnos desarrollan diversas competencias.

El alumno es protagonista del proceso de enseñanza aprendizaje. Algunas de las ventajas de este método son la implicación en el diseño, la resolución del problema y, sobre todo, la toma de decisiones y la actividad investigadora que conlleva (Grahame, 2011).

Al comparar ámbitos de metodologías tradicionales con ámbitos en los que se aplica el ABP se ha demostrado que estos últimos tienen mayor capacidad para resolver problemas (Finkelstein et al., 2010) y son más autosuficientes y con más capacidad de atención (Thomas, 2000; Walker et al., 2009)

Otra de sus características es que fomenta el aprender a aprender en el alumno junto con el trabajo colaborativo para buscar soluciones al problema real que se plantea. En el caso de facilitar la capacidad de pensamiento espacial se considera el más adecuado dado el carácter práctico y colaborativo que tiene.

Hay un proverbio chino que define muy bien la esencia de esta metodología: “Dígame y olvido, muéstreme y recuerdo, involúcreme y comprendo”

3. OBJETIVOS

Se plantea un objetivo general cuya finalidad es la que busca el proyecto de innovación docente que se plantea, y una serie de objetivos específicos que derivan de él y que marcan el camino para alcanzarlo.

3.1 Objetivo general

- Facilitar la adquisición de la capacidad o pensamiento espacial a través de la metodología del Aprendizaje basado en Proyectos utilizando como herramienta la RA.

3.2 Objetivos específicos

- Desarrollar o mejorar la visión espacial del alumno.
- Desarrollar la habilidad para observar objetos cotidianos (3D) y representarlos sobre una superficie plana, generando en el alumno un pensamiento espacial necesario para la vida fuera del aula.
- Disminuir el tiempo que se necesita con la metodología tradicional para adquirir el pensamiento espacial.
- Aumentar la motivación del alumno a través de una herramienta atractiva y que agiliza el aprendizaje como es la RA.
- Aumentar la autoestima y la autonomía para aprender.

4. METODOLOGÍA

Tal y como se ha indicado en el marco teórico, en este proyecto de innovación docente se va a aplicar una metodología de ABP donde utilizaremos la RA como herramienta de apoyo. En los dos primeros puntos se presenta la descripción del proyecto y los contenidos que se desarrollan. En tercer lugar, se ha optado por indicar los recursos necesarios para la implementación del proyecto, ya que se considera importante conocer en que consisten para entender más fácilmente el desarrollo de las actividades que se desarrollan en el apartado 4. Por último, en el apartado 5 se establecerá la temporización del proyecto.

4.1 Descripción del proyecto

El proyecto surge de la observación en el aula de Dibujo de la dificultad para dibujar un objeto en 3D a partir de sus proyecciones en 2D, y de la misma manera, la imposibilidad de representar un objeto 3D sobre una superficie plana. Esto se considera que es debido a que su capacidad para ver en el espacio no ha sido desarrollada aún. Para solventar esta dificultad utilizaremos la metodología del ABP, apoyándonos en la herramienta de la RA que se considera adecuada para desarrollar esta habilidad visual.

Se propone el proyecto del diseño y construcción gráfica de un lapicero, un objeto sencillo con el que se podrá aprender las diferentes formas de representación y sus proyecciones. Se dividirá la clase en grupos de máximo cuatro componentes, y durante varias sesiones se hará una investigación de las formas de representación de un objeto, de cómo mostrarlo a otra persona para que lo entienda, etc. en este momento se utilizará la herramienta de la RA.

Luego se pasará al diseño, donde el grupo desarrollará la idea haciendo una lista de características necesarias para que el objeto funcione, material a utilizar, etc. Se realizará un boceto a mano alzada de la posible solución. A continuación, llega el momento de la creación de la solución, se utilizará el programa gratuito Tinkercad donde se construirá en tres dimensiones el modelo con formas básicas (prismas, pirámides, etc.). El archivo que se genere podrá visualizarse con la RA facilitando la comprensión.

Finalizada esta fase se expondrán en clase los trabajos, siendo un momento clave para observar el proceso de desarrollo de la capacidad espacial de los alumnos, ya que todos deben entender los objetos que se están exponiendo. Esto se llevará a cabo proyectando los archivos sobre la pared ya que se puede conectar el móvil del profesor al cañón y así toda la clase puede verlo en grande. La evaluación se llevará a cabo con un listado de criterios que se ha decidido previamente en clase y que son necesarios para que el objeto funcione. En esta sesión se reflexionará como podría mejorar o porque es la solución adecuada.

Esta forma de trabajo agilizará su capacidad para entender lo que ven ya que están en un intento continuo de “ver” y “representar” lo que hacen.

4.2 Contenidos

Los contenidos para desarrollar el proyecto se basarán en lo establecido para la asignatura de Dibujo Técnico I para 1º de Bachillerato en la Orden de 14 de julio de 2016, por la que se desarrolla el currículo correspondiente al Bachillerato en la Comunidad Autónoma de Andalucía, y que los divide en tres bloques: Bloque 1. Geometría y Dibujo Técnico; Bloque 2. Sistema de representación; Bloque 3. Normalización.

Dentro del Bloque 2: Sistema de representación, se establecen las siguientes unidades:

UNIDAD 7: Sistema de representación

UNIDAD 8: Sistema diédrico

UNIDAD 9: Sistema de planos acotados

UNIDAD 10: Sistema axonométrico

UNIDAD 11: Sistema de perspectiva Caballera

UNIDAD 12: Sistema cónico

UNIDAD 13: Perspectiva cónica

Se considera que la unidad más adecuada para desarrollar la “visión espacial” es la de Sistema de representación (Unidad 7) ya que en ella se introduce al alumno en la representación de formas tridimensionales sencillas a partir de perspectivas, fotografías, piezas reales, etc.

4.3 Recursos

Los denominados recursos o medios simbólicos son los que se utilizarán en las actividades ya que aproximan la realidad al estudiante a través de símbolos o imágenes, ya sea por medio de papel o por medio de la tecnología.

Para el desarrollo de la RA y del proyecto se necesitarán una serie de elementos y software informático que se indican en el siguiente esquema de la Figura 2 y que se explican a continuación.

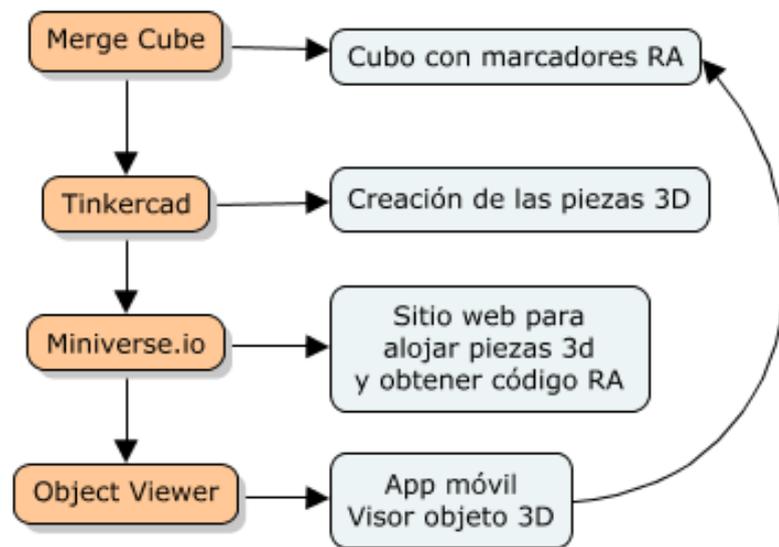


Figura 2. Esquema de elementos y software para desarrollo de RA
(Elaboración propia)

MERGE CUBE es un objeto con forma de cubo de la empresa “Merge”² que sirve para visualizar e interactuar con objetos virtuales. Dentro de las posibles aplicaciones existe una específica que es el “mundo de la educación”, que mediante un cubo facilita el aprendizaje activo, como el que se muestra en la Figura 3. La empresa facilita aplicaciones para utilizarlo, así como hay multitud de aplicaciones de terceros para sacar todo tipo rendimiento a esta herramienta. En nuestro caso se utilizará para visualizar una serie de objetos 3D como si los tuviéramos directamente en la mano. Para conseguir esto pasamos al siguiente recurso que es el software Tinkercad.

² Consultar: <https://www.mergevr.com>



Figura 3. Merge Cube. (Foto obtenida de la web)

TINKERCAD³ es un software gratuito de la empresa Autodesk que se utiliza online. Este software está preparado para un primer acercamiento al mundo de la creación en 3D (Figura 4). Mediante el uso de formas prismáticas básicas (cubos, esferas, pirámides, etc.) se pueden crear piezas complejas. La metodología de uso es ir añadiendo estas formas y las dimensiones necesarias, posteriormente se pueden hacer operaciones booleanas de adición o sustracción.

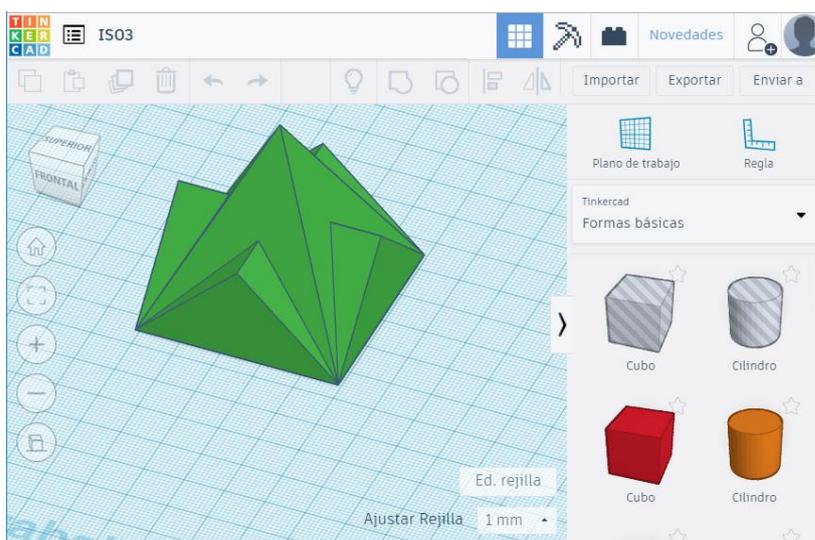


Figura 4. Interface del programa TINKDERCAD. (Creación propia)

Con este software se crean las piezas necesarias para las Actividades 1 a 4 y también será el que los alumnos utilicen para el diseño del lapicero.

MINIVERSE.IO⁴. Esta es la página donde se suben, de forma gratuita, los objetos que hemos creado con TINKERCAD. Una vez subidos, ésta le asigna un

³ Consultar: <https://www.tinkercad.com>

⁴ Consultar: <https://miniverse.io/home>

código que será el que se facilite a los alumnos para que puedan visualizar los objetos con la aplicación Object Viewer para Merge Cube. Como se observa en la Figura 5, también perteneciente a la empresa Merge.



Figura 5. Sitio web para subir figuras 3D y posterior RA
(Foto obtenida de la web)

OBJECT VIEWER⁵. Esta App es un visor de objetos de la Empresa Merge Cube, gratuita. Mediante esta App y el código generado anteriormente, los alumnos con el cubo físicamente en la mano y apuntando hacia el mismo con la App, visualizarán los distintos objetos de la misma forma que si los tuvieran en la mano, pudiendo rotarlos, girarlos, alejarlos, etc.



Figura 6. App visor de Objetos 3D para RA
(Foto obtenida de la web)

Además de estos recursos será necesario el uso de otros recursos físicos como son: un móvil o Tablet con conexión a internet, donde el alumno descargará la aplicación que le permitirá ver los objetos a través de la RA; un ordenador por grupo para realizar la construcción gráfica del objeto; papel milimetrado y material de dibujo (escuadra, cartabón, regla, etc.) para hacer los bocetos a mano alzada que van a desarrollar y si es posible un proyector o pizarra digital en la clase para exponer los resultados de los distintos proyectos.

⁵ Web de descarga: <https://miniverse.io/experience?e=object-viewer-for-merge-cube>

4.4 Actividades

Se plantean seis actividades para desarrollar el proyecto de innovación docente, cada una con un título específico que orienta sobre su objetivo. Muchas de ellas necesitarán varias sesiones para llevarse a cabo e incluso se finalizarán en casa como se expondrá en el apartado de la temporización.

4.4.1 Actividad 1. ¿Cómo le describirías gráficamente el aula a tu amigo de la playa?

En la primera sesión se hará una prueba inicial para conocer el nivel de visión espacial del que parte cada alumno, para lo que se les plantearán dos ejercicios. El primero consistirá en completar una ficha en la que aparece una pieza sencilla en 3D y sus proyecciones (planta, alzado o perfil). El alumno deberá completar la proyección que falte (Ficha 0 (ver Anexo III)).

El segundo ejercicio consistirá en dibujar el aula como ellos quieran, de tal manera que puedan enseñársela a una persona que no la haya visto nunca.

El objetivo de estos ejercicios es conocer que percepción tienen del espacio que les rodea y se observará si las representaciones del entorno que les rodea las hacen en 3D o 2D. Esto nos indicará su nivel de percepción espacial, ya que un alumno que solo utiliza imágenes planas sería un indicador de la dificultad que tiene para expresarse en 3D. Esta prueba también nos ayudará a evaluar al final del proyecto su eficacia, al compararlo con una prueba similar que se realizará en ese momento.

A continuación, se presentará el proyecto que se llevará a cabo en las siguientes sesiones y cuyo objetivo es facilitar la adquisición del pensamiento espacial o lo que es lo mismo, facilitar la visión espacial. Consistirá en el diseño y construcción gráfica de un lapicero mediante un programa informático de diseño 3D, que se desarrollará en grupos de cuatro personas.

La formación de estos grupos la harán los alumnos libremente. Al tratarse de alumnos de 1º de Bachillerato, las relaciones interpersonales son fuertes entre ellos, y como se ha observado en el periodo de prácticas en el colegio, los grupos ya surgen casi por naturaleza debido a las relaciones que han establecido con anterioridad. Por esto, se considera que trabajarán de una forma más cómoda y colaborativa si ellos mismos eligen sus compañeros de trabajo. Si

quedara algún alumno sin grupo, el profesor lo reubicaría teniendo en cuenta las características de este y el grupo en el que encajaría mejor.

4.4.2 Actividad 2. Vocabulario espacial

El objetivo de esta actividad será conocer como se ha representado la realidad a lo largo de la historia, como ha ido evolucionando y como se representa en la actualidad. Adquirir un cierto vocabulario de representación gráfica a través de la observación de lo existente.

Se empezará la clase con la proyección del plano de una ciudad en distintas épocas, por ejemplo, Sevilla en el S. XVI y hoy (ver Anexo I y II). La finalidad de este ejercicio es ver la evolución que ha habido en la forma de representar un mismo elemento, en este caso una ciudad. Los alumnos discutirán las diferencias de representación y se tratará de llegar a la conclusión de que la actual es mucho más clara y objetiva, siendo un lenguaje, el utilizado, que cualquier persona, con cierta formación, podría entender. Del mismo modo debemos ser capaces de, utilizando ese lenguaje universal del dibujo, contar el espacio que nos rodea o mostrar los que nuestra mente es capaz de generar.

A continuación, los grupos creados ya en la sesión anterior comenzarán el proceso de investigación para la realización del proyecto de construcción del lapicero. Para ello deberán responder a las siguientes cuestiones:

- Buscar imágenes de diferentes tipos de lapiceros.
- ¿Cuáles son las cualidades que tiene un lapicero para que funcione?
- ¿Cómo se puede representar un lapicero?
- ¿Qué representaciones se necesitan para que un taller pueda fabricarlo?

Esta fase es uno de los puntos fuertes del ABP donde investigarán modelos de representación, diseños existentes, etc. Se concluirá con una lista de requisitos tanto gráficos como funcionales que deban cumplir los lapiceros que se construyan y que servirán para evaluar si ha sido correcto o no el objeto creado.

4.4.3 Actividad 3. Jugamos con el espacio

El objetivo de esta actividad es despertar y trabajar la visión espacial que cada alumno lleva dentro, utilizando la RA al generar imágenes en tiempo real

que puede manejar, visualizar y analizar con sus propias manos, comprendiendo a su ritmo lo que ve.

Se seguirá trabajando con los mismos grupos creados en la clase anterior. Se les proporcionará los materiales para utilizar la RA, esto es el elemento en el que podrán ver los objetos en 3D y que se trata de un cubo⁶ (ya explicado en el apartado recursos) que contendrá los marcadores. Se les dará uno a cada grupo y al menos uno de sus componentes deberá descargarse en su móvil o Tablet la aplicación gratuita “Object Viewer for Merge Cube”⁷ que se va a utilizar (expuesta en el apartado recursos).

A lo largo de la clase se les irá dando en papel una serie de figuras que completarán la actividad. La sesión se dividirá en cuatro partes o niveles:

Nivel 1: IDENTIFICAR superficies en cada una de las proyecciones. Para ello se les dará la Ficha 1 (ver Anexo IV) y se activará la figura correspondiente en RA. Solo colocando el cubo con los marcadores delante del móvil, con la aplicación activada y el código que facilita el profesor, podrán ver la figura desde todos los ángulos e irse familiarizando con cada una de las proyecciones. La actividad consistirá en identificar e indicar sobre el papel cuales son cada una de las caras de la figura. En las Figuras 7 y 8 se pueden ver la ficha y el objeto en RA.

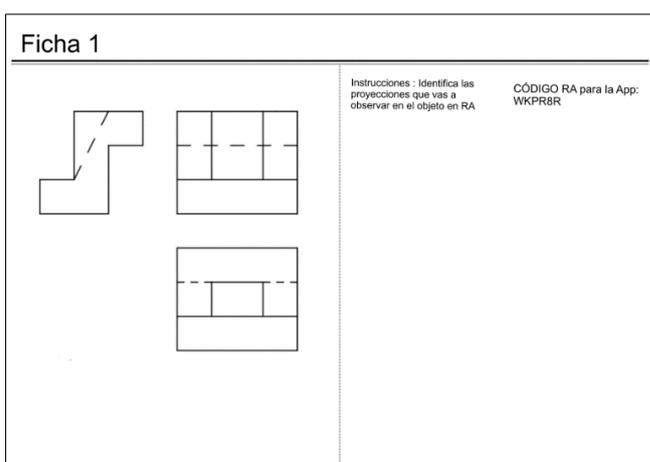


Figura 7. Ficha 1
(Elaboración propia)

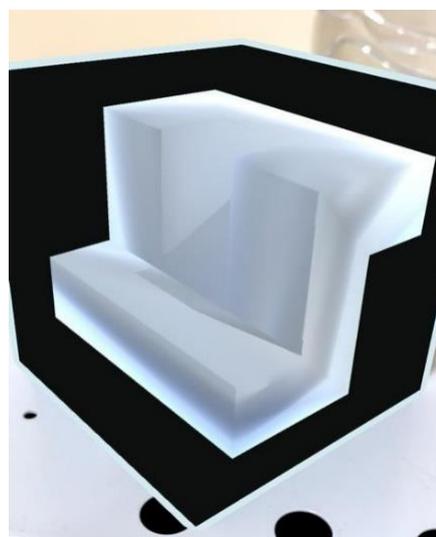


Figura 8. Objeto 3D RA
(Elaboración propia)

⁶ Consultar: <https://www.mergevr.com>

⁷ Web de descarga: <https://miniverse.io/experience?e=object-viewer-for-merge-cube>

Nivel 2: **COMPRENDER** identificando cuales son las vistas que corresponden a la pieza 3D que se está viendo cuando se visualiza con la RA. Para ello se les proporcionará la Ficha 2 (Anexo IV) en la que aparecen cuatro posibles soluciones y solo una es la correcta. En las Figuras 9 y 10 se pueden ver la ficha y el objeto en RA.

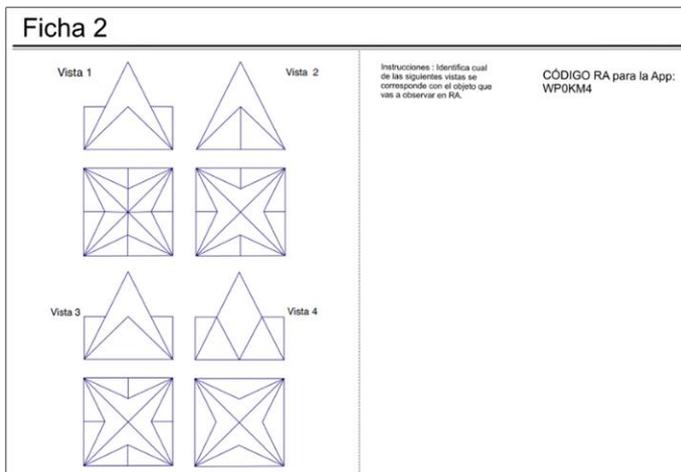


Figura 9. Ficha 2
(Elaboración propia)

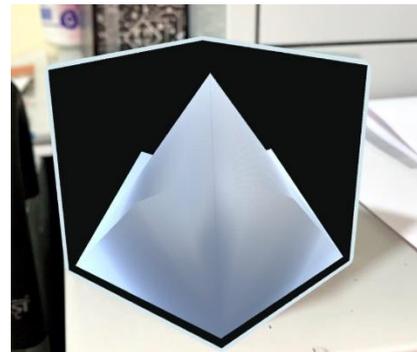


Figura 10. Objeto 3D RA
(Elaboración propia)

Nivel 3: **SINTESIS**: se les dará la Ficha 3 (Anexo IV) donde deben completar alguna de las proyecciones, en este caso el perfil, que falta de la figura que se visualiza con la RA. En las Figuras 11 y 12 se pueden ver la ficha y el objeto en RA.

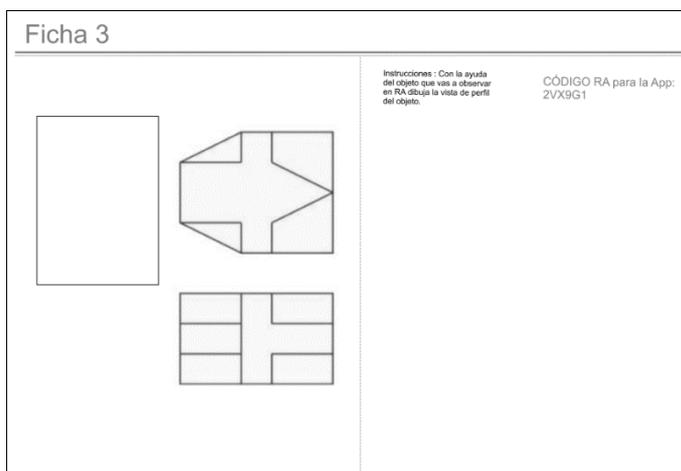


Figura 11. Ficha 3
(Elaboración propia)

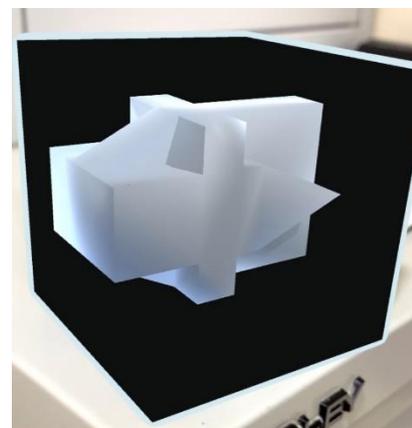


Figura 12. Objeto 3D RA
(Elaboración propia)

Nivel 4: DESARROLLO: se les dará la Ficha 4 (Anexo IV) que solo contiene el código de RA de la pieza y deberán dibujar las proyecciones de esta. En las Figuras 13 y 14 se pueden ver la ficha y el objeto en RA

Ficha 4

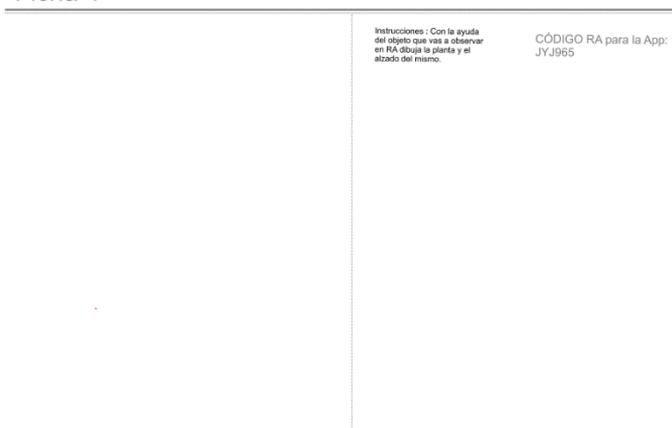


Figura 13. Ficha 4
(Elaboración propia)

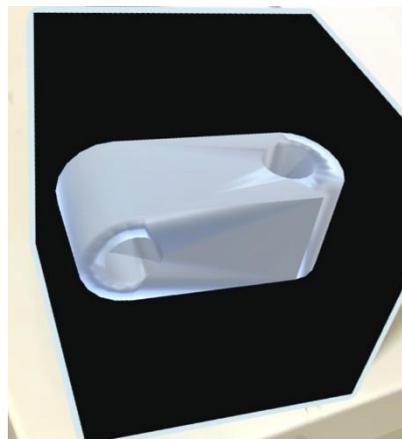


Figura 14. Objeto 3D RA
(Elaboración propia)

4.4.4 Actividad 4. Construimos en el espacio I

El objetivo en esta actividad es seguir utilizando la destreza de visión espacial adquirida con la RA y afianzarla. Una vez trabajada esta habilidad y de haber recopilado información sobre el lapicero en la fase de investigación llevada a cabo en la Actividad 2, se comenzará el diseño de este. Para ello el grupo comenzará con esbozos a mano alzada de las ideas que tienen e irán haciendo a la vez, anotaciones sobre características, dimensiones, etc. En este momento se enfrentarán a las dificultades de representar la imagen que están generando mentalmente del objeto y que tendrán que representar y contársela a sus compañeros de grupo, buscar en las destrezas que han adquirido en la actividad anterior la manera de hacerlo.

Finalmente acabarán dibujando en papel milimetrado, y a escala, las proyecciones necesarias para representar el objeto que han diseñado. Este trabajo debe de estar lo suficientemente definido como para que se pueda construir directamente en el siguiente paso.

Esta actividad acabará con la presentación, por parte del profesor, del programa de diseño gráfico Tinkercad⁸. Esta es una herramienta muy intuitiva

⁸ Consultar: <https://www.tinkercad.com>

que utilizarán para construir el objeto gráficamente y de la que ya se ha hablado en el apartado de recursos.

4.4.5 Actividad 5. Construimos en el espacio II

Esta actividad consistirá en la construcción del lapicero con el programa 3D, Tinkercad. El objetivo será que utilizando las proyecciones que dibujaron anteriormente lleguen a modelar el objeto. Con esto se darán cuenta si fueron correctas o no, o si por el contrario necesitan más información, o si están bien definidas, etc. para llegar a construir el lapicero.

Finalmente se hará el proceso de pasar el archivo a Miniverse.io⁹, la web para alojar el archivo 3D, como ya se ha comentado en el apartado de recursos y posteriormente a la aplicación Object Viewer y así el lapicero podrá acabar representado a través de la RA en sus propias manos.

4.4.6 Actividad 6. El lapicero en mis manos

Esta última actividad consistirá en una sesión crítica donde se expondrán los proyectos de cada grupo. Se hablará de las dificultades encontradas para representarlo que han tenido, de los descubrimientos que hayan hecho, etc.

Por último, se hará una prueba final (Ficha 5 (ver Anexo III)) con dos ejercicios muy similares a los de la primera actividad. El objetivo será observar la evolución de la capacidad de visión espacial que se ha producido durante la aplicación de la RA y de la realización del proyecto. El primero consistirá en completar en una ficha las proyecciones de una pieza 3D algo más compleja que las que han trabajado hasta el momento y un segundo ejercicio en el que tendrán que dibujar su habitación.

4.5 TEMPORALIZACIÓN

La asignatura de Dibujo Técnico de 1º de Bachillerato, se imparte 4 veces a la semana y cada clase es de 50 minutos. En este caso las dos primeras sesiones de la semana son seguidas con un descanso de 10 minutos entre ellas y las otras dos en días diferentes. Teniendo en cuenta esta distribución de

⁹ Consultar: <https://miniverse.io/home>

horario y el contenido de las actividades se ha realizado la temporización que se indica en la siguiente tabla:

ACTIVIDADES	CONTENIDO	SESIONES	SEMANAS
1. ¿Como le describirías gráficamente el aula a tu amigo de la playa?	-Prueba inicial -Presentación de proyecto -Formación de grupos	2 (Continuas)	Semana 1
2. Vocabulario espacial	-Teoría -Investigación	2	
3. Jugamos con el espacio.	- Realidad Aumentada	2 (Continuas)	Semana 2
4. Construimos en el espacio I.	-Diseño -Bocetos -Definición gráfica	2	
5. Construimos en el espacio II.	-Construcción gráfica en 3D	2 (Continuas)	Semana 3
6. El lapicero en mis manos.	-Sesión crítica -Prueba final	2	

Tabla 1. Temporización de las actividades. (Elaboración propia)

Se han distribuido las actividades de manera que queden continuas aquellas cuyo contenido necesita de una mayor concentración o sean más difíciles de retomar si se hicieran en sesiones separadas. Si esta distribución de horario no fuera posible por las necesidades del centro, solo sería necesario dedicar unos cinco minutos iniciales en cada sesión para retomar el hilo del día anterior.

5. EVALUACIÓN

En la evaluación se distinguirán dos tipos: la evaluación del alumno y la evaluación del propio proyecto de innovación educativo que se propone.

Evaluación del alumno

La evaluación del alumno se hará desde dos perspectivas: La individual y la grupal teniendo un porcentaje de valor distinto cada una.

En primer lugar, el profesor evaluará el trabajo final del grupo (valor del 40% sobre el total) con una rúbrica, donde responderá con valores de 1 a 3 (nada, poco, bastante) a una serie de hitos que el proyecto ha debido cumplir y así obtiene un valor numérico que valora su proyecto de grupo. Estos hitos se indican en la tabla 2.

HITOS	NADA	POCO	BASTANTE
¿Se ha recabado información suficiente sobre el diseño y elaboración de lapiceros?	1	2	3
¿Han sido suficientes y adecuados los dibujos previos para la representación del lapicero?	1	2	3
Nivel de limpieza de los dibujos previos.	1	2	3
¿Se ha conseguido representar el objeto en 3D?	1	2	3
¿Cumple con los requisitos que se han establecido para que funcione correctamente?	1	2	3

Tabla 2. Hitos para evaluación de proyecto de grupo. (Elaboración propia)

Por otro lado, la evaluación individual continuará con la valoración de dos aspectos: uno el de la adquisición o no de la habilidad de representación de las proyecciones de un objeto 3D (valor de 40%) y un segundo aspecto el de la actitud frente a la clase y el grupo (valor 20%).

Para ello se realizará la prueba final en la última actividad, como ya se ha indicado anteriormente, y en la que el alumno debe dibujar las proyecciones del objeto 3D. En segundo lugar, el profesor valorará su trabajo y actitud frente al grupo valorando nuevamente de 1 a 3 los hitos que se indican en la siguiente

tabla y de la que se obtiene otro valor numérico. Estos hitos se indican en la tabla 3.

HITOS	NADA	POCO	BASTANTE
Participa en las actividades	1	2	3
Colabora con los compañeros del grupo	1	2	3
Presenta interés en la elaboración de las actividades	1	2	3
Presta atención a las explicaciones del profesor	1	2	3
Trae el material necesario a clase	1	2	3

Tabla 3. Hitos para evaluación de la actitud. (Elaboración propia)

Evaluación del proyecto de innovación educativo:

Para evaluar el proyecto y el nivel que se ha alcanzado en el cumplimiento de los objetivos planteados, se analizarán tanto las consideraciones del profesor como de los alumnos.

Al final de la implantación de la metodología, como se comentó en el apartado de actividades, se realizará un test final, con dos pruebas similares a las realizadas en la primera actividad (Fichas 0 y 5 (ver Anexo III)), esta vez la figura 3D será un poco más compleja y el espacio que deben dibujar será su habitación. Estas pruebas le servirán al profesor para comparar la evolución, si la ha habido, del alumno en este periodo de tiempo sobre todo con la segunda parte del test, donde el alumno debe dibujar el espacio que le rodea. Puede que un alumno llegue a representar las proyecciones de un objeto porque encuentra mecanismos, más rápidos o no, para hacerlo, pero la verdadera prueba está en si “puede” o no representar un espacio que le rodea. Si consigue la primera parte su calificación es positiva, pero si además consigue la segunda se puede considerar que ha adquirido la habilidad de la visión espacial.

El profesor, una vez realizados los tests, y vistos los resultados, deberá rellenar un cuestionario donde responderá a preguntas que nos permitirán

analizar, junto con el que le hagamos a los alumnos, si es eficaz o no la metodología. Las posibles preguntas son:

- ¿El alumno es capaz de representar el espacio que le rodea?
- ¿Es capaz de distinguir correctamente las proyecciones del objeto 3D?

Con respecto a cursos anteriores:

- ¿Ha utilizado más o menos sesiones en explicar esta parte del temario?
- ¿Considera que los alumnos han tenido más o menos dificultades en alcanzar la visión espacial?
- El ambiente de la clase, ¿estaban más o menos implicados en las actividades?
- ¿Considera que el trabajo en equipo ha facilitado, de alguna manera, la adquisición de la visión espacial?
- ¿Le ha resultado difícil la utilización de la RA?
- ¿Utilizaría esta metodología para explicar otra parte de su asignatura?

Al alumno se le hará otra encuesta donde se podrá analizar el nivel de motivación, autoestima y autonomía de aprendizaje que ha alcanzado. Estos datos no los podemos cruzar con cursos anteriores, ya que el alumno es la primera vez que se enfrenta a estos conceptos y no puede comparar si ha sido más o menos fácil que con otra metodología. Pero si el nivel de valoración es alto se puede considerar que el método ha funcionado para ellos.

Esta encuesta se ha realizado con la aplicación Google Form¹⁰ para que el alumno la realice cuando quiera y de forma anónima, quedando registrada y así poder comparar los resultados en el futuro al volver a utilizar la metodología que se presenta. Las preguntas que se realizan son las siguientes:

¹⁰ Enlace a encuesta de elaboración propia: <https://forms.gle/f42ZnjgMYGzP6tEm6>

GRADO DE EFICACIA DE LA RA COMO HERRAMIENTA PARA LA ADQUISICIÓN DEL PENSAMIENTO ESPACIAL.					
1. ¿Has utilizado antes la RA alguna vez?	Si	No	NS/NC		
2. ¿En qué medida la utilización de la RA ha despertado en ti mayor interés por el desarrollo de la clase?	1	2	3	4	5
	Nada				Mucho
3. ¿Crees que la RA ha facilitado tu visión en el espacio?	1	2	3	4	5
	Nada				Mucho
4. ¿En qué medida el uso de la RA te ha ayudado a concentrarte más fácilmente que otras metodologías?	1	2	3	4	5
	Nada				Mucho
5. ¿Crees que ha sido una actividad motivadora?	Si	No	NS/NC		
6. ¿Crees que la RA es una herramienta que te ayuda a trabajar con tus compañeros?	1	2	3	4	5
	Nada				Mucho
7. ¿Te gustaría que se utilizara la RA para enseñar otros conceptos de la asignatura de Dibujo?	Si	No	NS/NC		
8. ¿Te gustaría aprender conceptos de otra asignatura utilizando la RA?	Si	No	NS/NC		
9. ¿Qué nivel de dificultad has encontrado en la utilización de la RA?	1	2	3	4	5
	Nada				Mucho
10. ¿Crees que la RA mejora tus habilidades para enfrentarte a la vida real?	1	2	3	4	5
	Nada				Mucho

Tabla 4. Encuesta sobre “Grado de eficacia de la RA como herramienta para la adquisición del pensamiento espacial”. (Fuente: elaboración propia)

6. REFLEXIÓN Y VALORACIÓN FINAL

La realización del trabajo ha tratado de facilitar la adquisición de la visión espacial al alumno, habilidad que presenta mayor dificultad para ser desarrollada que otras. A raíz del estudio sobre la Inteligencia Espacial se ve la necesidad de la creación de imágenes mentales que sean la base para la comprensión espacial que se busca. Con la metodología empleada el alumno, por si mismo, es capaz de crear imágenes mentales entre el objeto real y la proyección que produce. La RA les permite construir este modelo de una manera simple e intuitiva, de manipularlas a su ritmo y así adquirir esa capacidad no solo en el área de la asignatura sino más allá del aula.

La infraestructura necesaria para realizar el proyecto es bastante asequible por lo que las posibilidades de llevarlo a cabo en un aula son muy altas: las aplicaciones informáticas utilizadas son gratuitas y la mayoría de los alumnos poseen un móvil inteligente o Tablet. Por otro lado, sí es necesario la disponibilidad de ordenadores en clase y una predisposición del profesor a realizar los modelos previos para ser utilizados en las actividades.

Profesor y alumno se ven beneficiados por una metodología que agiliza el aprendizaje y motiva a la vez. Poder enseñar un constructo como la visión en el espacio puede ser materia imposible y disponer de una herramienta que lo facilite es alentador para el docente. Por parte del alumno, ser capaz de realizar las actividades por sí solo, puede ser una fuente de motivación para no abandonar la asignatura e incluso mantener abiertas otras metas de futuro.

El tiempo empleado por el alumno en alcanzar esta capacidad es muy inferior a la utilizada con un libro o una explicación en la pizarra ya que estos no llegan a tener el carácter práctico que le permite la RA de generar las imágenes mentales de forma directa, por lo que éste es el carácter innovador del trabajo: reducción de tiempo y esfuerzo en mejorar la capacidad de ver en el espacio.

La motivación y facilidad para aprender nuevos conceptos que permite esta metodología, se puede utilizar en otras partes de la asignatura y en otras materias. Es muy flexible a la hora de generar modelos y acercar otras realidades al alumno ya que crea las imágenes mentales necesarias para adquirir el propio conocimiento.

Como futura docente, asumo la necesidad de estar en un continuo aprendizaje de las tecnologías y metodologías que van surgiendo y consolidándose en el mundo de la educación. Considero que ésta será la clave para llegar al alumno y acompañarlo en el apasionante mundo del Aprendizaje.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- De Pedro, J. (2011). *Realidad Aumentada: un nuevo paradigma en la educación superior*. En E. Campo, M. García, E. Meziat y L. Bengochea (eds.). Educación y sociedad. (pp.300-307). Chile: Universidad La Serena.
- Estebanell, M., Ferrés, J., Cornellà, P. y Codina, D. (2012). *Realidad aumentada y códigos QR en educación*. En J. Hernández, M. Pennesi, D. Sobrino y A. Vázquez (Coords). Tendencias emergentes en educación con TIC. (pp.277-320). Barcelona: Editorial espiral.
- Fonseca, D., Navarro, I. y Galindo, A. (2014). *Nuevas estrategias docentes en Bachillerato. Uso de la Realidad Aumentada como herramienta tecnológica para la visualización de contenidos multimedia*. Comunicación y Pedagogía, (277-278), 91-97
- Gardner, H. (2001). *La inteligencia reformulada: las inteligencias múltiples en el siglo XXI* (No. 159.955 G171i Ej. 1 020338). Paidós.
- Gardner, H. (2003). *Inteligencias múltiples: La teoría en la práctica* (7^o ed.). Barcelona: Paidós.
- González, O. (2013). *Educación aumentada*. Centro de conocimiento de tecnologías aplicadas a la educación (CITA), 19. Recuperado de file. C:/Users/Aguilar/Downloads/articulos19. pdf.
- Grahame, S. D. (2011). *Science education in a rapidly changing world*. Nova Science Publishers.
- Grassa-Miranda, V., y Morell, R. V. G. (2010). *Aproximación al análisis del sistema diédrico español como lenguaje*. Ega Expresión Gráfica Arquitectónica, 15(15), 156-161.
- Kaufmann, H. (2003). *Collaborative augmented reality in education*. Institute of Software Technology and Interactive Systems, Vienna University of Technology.
- Lens-Fitzgerald, M. (2009). *Augmented Reality Hype Cycle*. Recuperado de <http://www.sprxmobile.com/the-augmented-realityhype-cycle.de>
- Liu, C. H., y Matthews, R. (2005). Vygotsky's Philosophy: Constructivism and Its Criticisms Examined. *International education journal*, 6(3), 386-399.
- Pérez, M. M. (2008). *Aprendizaje basado en proyectos colaborativos. Una experiencia en educación superior*. Laurus, 14 (28), 158-180.

- Postman, N., y Weingartner, C. (1969). *Teaching as a subversive activity*. Delacorte press, New York.
- Prendes Espinosa, C. (2015). *Realidad aumentada y educación: análisis de experiencias prácticas*. Píxel-Bit. Revista de Medios y Educación, 46, 187-203.
- Raúl Reinoso. (06:19:06 UTC). *Introducción Curso Realidad Aumentada y Educación*. Educación. Recuperado de <https://es.slideshare.net/tecnotic/introduccion-curso-realidad-aumentada-y-educacion>
- Reinoso, R. (2012). *Posibilidades de la realidad aumentada en educación*. En J. Hernández, M. Pennesi, D. Sobrino y A. Vázquez (Coords). *Tendencias emergentes en educación con TIC*. (pp.357-400). Barcelona: Editorial espiral.
- Rodrigo-Baños, C. (2012). *Libro tridimensional para el desarrollo de la visión espacial y la mejor comprensión del sistema diédrico*. Trabajo Fin de Máster. La Rioja: Universidad de la Rioja
- Thomas, J. W. (2000). *A review of research on project-based learning*.
- Vygotsky, L. S. (1997). *The collected works of LS Vygotsky: Problems of the theory and history of psychology* (Vol. 3). Springer Science y Business Media.
- Walker, A., y Leary, H. (2009). *A problem based learning meta analysis: Differences across problem types, implementation types, disciplines, and assessment levels*. *Interdisciplinary Journal of Problem-based Learning*, 3(1), 6

Materiales y recursos

- MERGE | AR/VR Learning y Creation. (s. f.). Recuperado 14 de mayo de 2019, de MERGE website: <https://www.mergevr.com>
- MERGE Miniverse | Aplicaciones y experiencias de RV y RA seleccionadas por MERGE. (s. f.). Recuperado 14 de mayo de 2019, de MERGE Miniverse website: <https://miniverse.io/home>

Object Viewer for MERGE Cube | MERGE Miniverse | MERGE. (s. f.).

Recuperado 14 de mayo de 2019, de MERGE Miniverse website:

<https://miniverse.io/experience?e=object-viewer-for-merge-cube>

Obtención de Planos de Situación — Gerencia de Urbanismo - Ayuntamiento de

Sevilla. (s. f.). Recuperado 15 de mayo de 2019, de

<https://www.urbanismosevilla.org/callejero-y-planos/obtencion-de-planos-de-situacion>

Plano de Sevilla en el Siglo XVI. (s. f.). Recuperado 15 de mayo de 2019, de

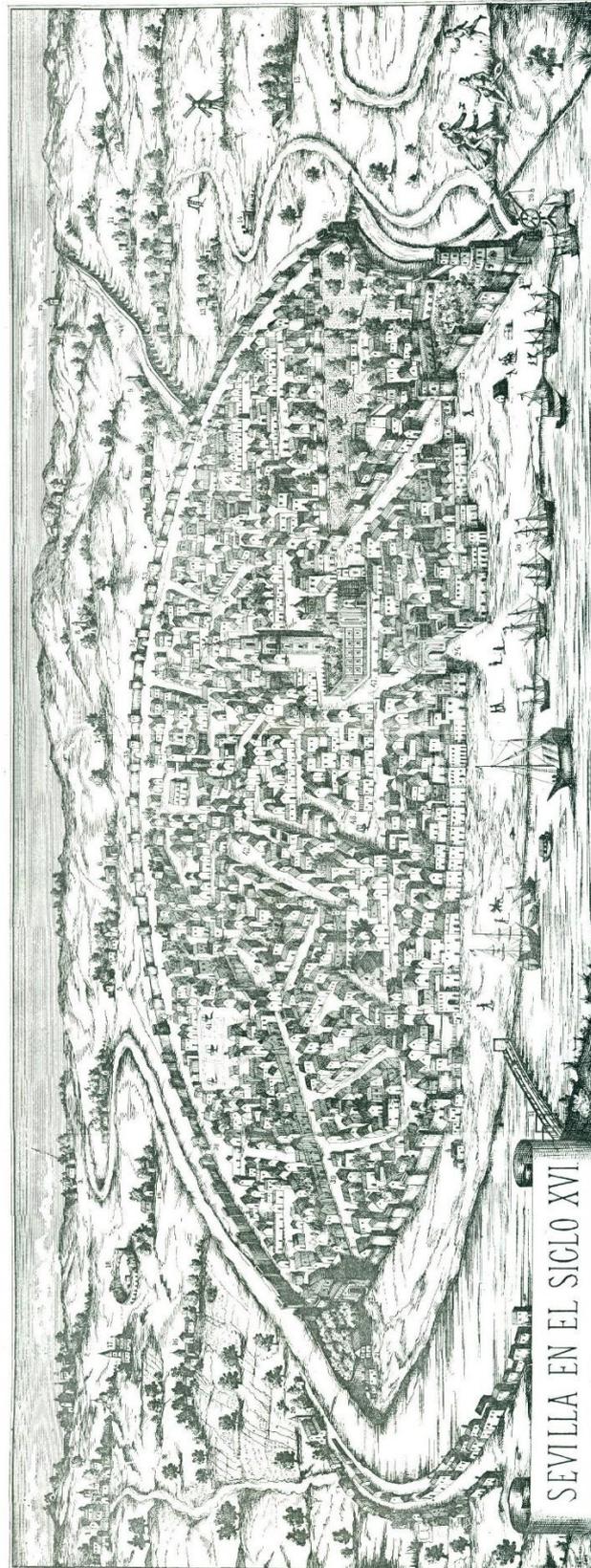
<https://www.publicconsulting.com/pages/astrana/tomol/images/402-403.htm>

Tinkercad | Create 3D digital designs with online CAD. (s. f.). Recuperado 14 de

mayo de 2019, de Tinkercad website: <https://www.tinkercad.com>

8. ANEXOS

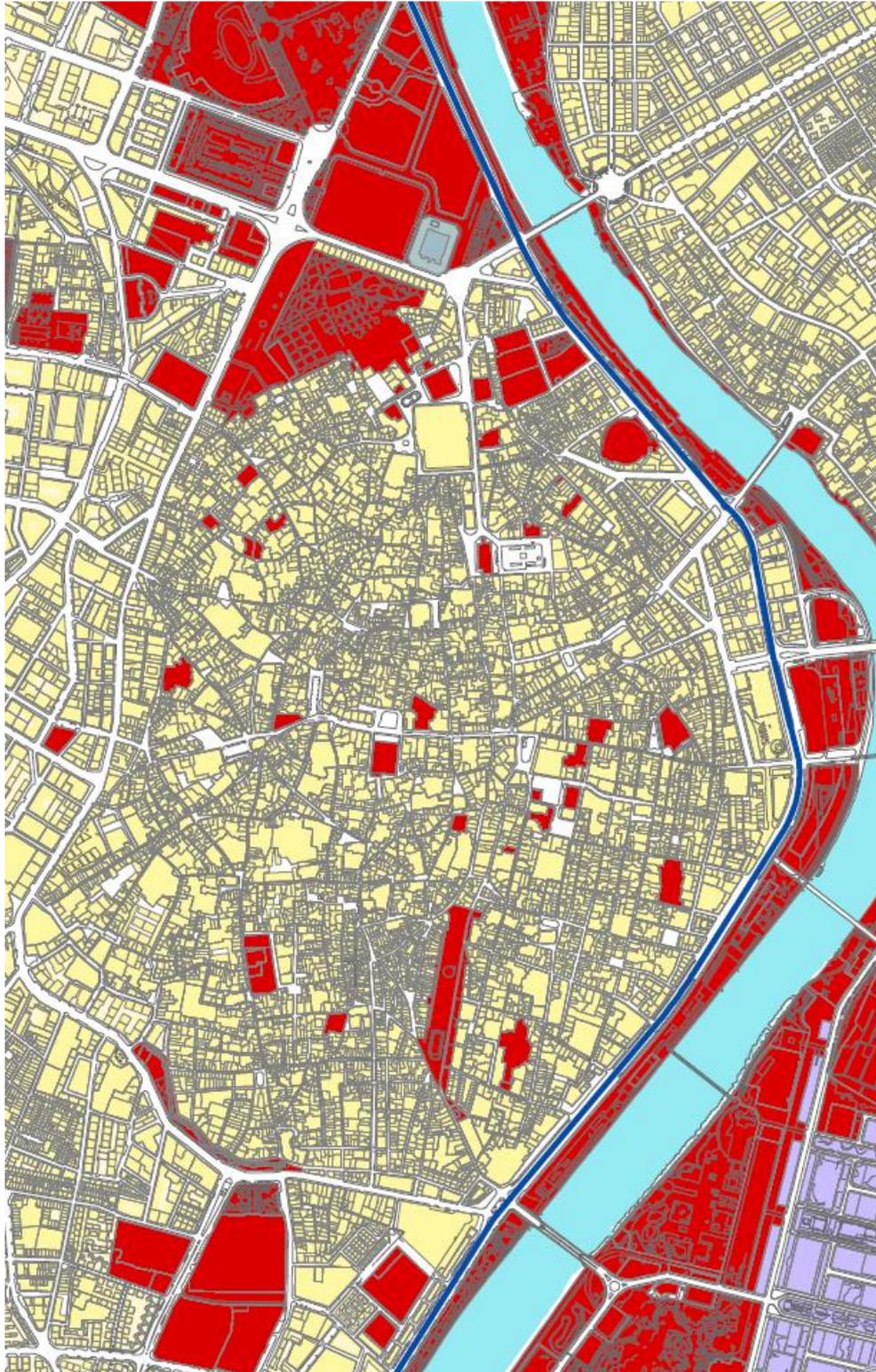
ANEXO I. Material para actividad 2. Plano de Sevilla SXVII



1. Castiella de la Cueta.—2. Castiella de Guzmán.—3. La Algalba.—4. La Rincón.—5. La Micarnya.—6. Hospital del Duque de Alcalá.—7. Hermita de Santos Justa y Rufina.—8. La Trinidad.—9. San Agustín.—10. La Cruz.—11. Fuera del Rey.—12. San Benito.—13. El Quisnógrafo.—14. El Mirador.—15. San Telmo.—16. Camas.—17. San Isidro.—18. Itálica.—19. Sumpson.—20. Monasterio de las Cuevas.—21. Fuera de Colón.—22. Puerta de Colón.—23. Puerta de Gótic.—24. Puerta de San Pablo.—25. Plaza de San Pedro.—26. Plaza de San Francisco.—27. Plaza de San Martín.—28. Plaza de San Francisco.—29. Plaza de San Sebastián.—30. Plaza de San Juan.—31. Plaza de San Pedro.—32. Plaza de San Francisco.—33. Plaza de San Martín.—34. Plaza de San Juan.—35. Plaza de San Sebastián.—36. Plaza de San Francisco.—37. Plaza de San Martín.—38. Plaza de San Juan.—39. Plaza de San Sebastián.—40. Plaza de San Francisco.—41. Plaza de San Martín.—42. Plaza de San Juan.—43. Plaza de San Sebastián.—44. Casas del Duque de Alcalá.—45. Plaza de Palaco.—46. Alcazar Real.—47. Iglesia Mayor.—48. Plaza Mayor.—49. Plaza de San Francisco.—50. Monasterio de San Pablo.—51. Puente sobre el Guadalquivir.—52. Puente de San Pablo.—53. Puente de San Francisco.—54. Puente de San Martín.—55. Puente de San Juan.—56. Puente de San Sebastián.—57. Puente de San Francisco.—58. Puente de San Martín.—59. Puente de San Juan.—60. Puente de San Sebastián.—61. Puente de San Francisco.—62. Puente de San Martín.—63. Puente de San Juan.—64. Puente de San Sebastián.—65. Puente de San Francisco.—66. Puente de San Martín.—67. Puente de San Juan.—68. Puente de San Sebastián.—69. Puente de San Francisco.—70. Puente de San Martín.—71. Puente de San Juan.—72. Puente de San Sebastián.—73. Puente de San Francisco.—74. Puente de San Martín.—75. Puente de San Juan.—76. Puente de San Sebastián.—77. Puente de San Francisco.—78. Puente de San Martín.—79. Puente de San Juan.—80. Puente de San Sebastián.—81. Puente de San Francisco.—82. Puente de San Martín.—83. Puente de San Juan.—84. Puente de San Sebastián.—85. Puente de San Francisco.—86. Puente de San Martín.—87. Puente de San Juan.—88. Puente de San Sebastián.—89. Puente de San Francisco.—90. Puente de San Martín.—91. Puente de San Juan.—92. Puente de San Sebastián.—93. Puente de San Francisco.—94. Puente de San Martín.—95. Puente de San Juan.—96. Puente de San Sebastián.—97. Puente de San Francisco.—98. Puente de San Martín.—99. Puente de San Juan.—100. Puente de San Sebastián.

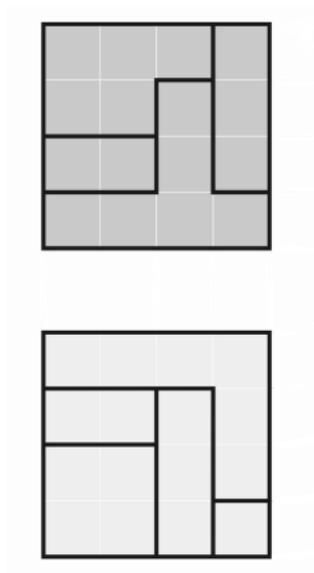
Grabado de Estampas de la Biblioteca Nacional.

ANEXO II. Material para actividad 2. Plano de Sevilla SXXI

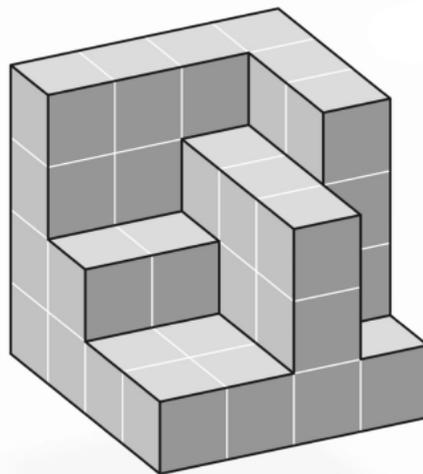


ANEXO III. Fichas para prueba inicial y final.

Ficha 0

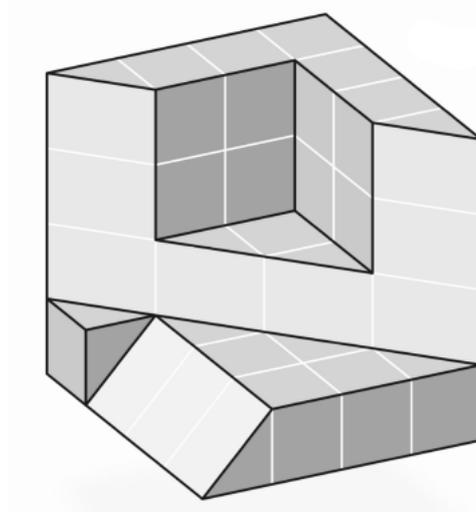


Instrucciones : A partir de la pieza en Isométrico abajo indicada dibuja el perfil derecho de la misma.



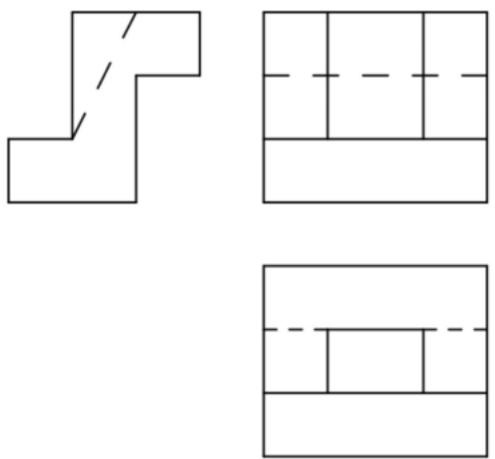
Ficha 5

Instrucciones : A partir de la pieza en Isométrico abajo indicada dibuja su planta , alzado y perfil derecho.



ANEXO IV. Fichas para actividades.

Ficha 1

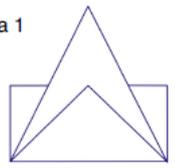


Instrucciones : Identifica las proyecciones que vas a observar en el objeto en RA

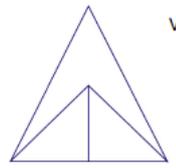
CÓDIGO RA para la App: WKPR8R

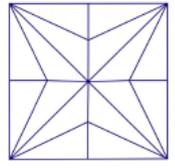
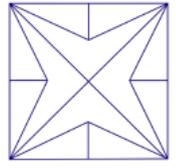
Ficha 2

Vista 1

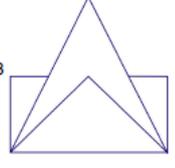


Vista 2

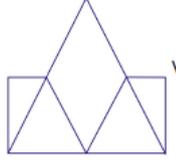


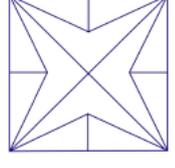
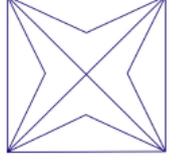



Vista 3



Vista 4

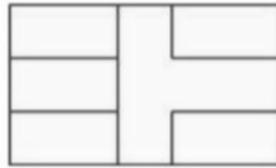
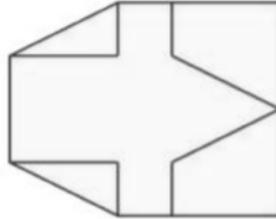


Instrucciones : Identifica cual de las siguientes vistas se corresponde con el objeto que vas a observar en RA.

CÓDIGO RA para la App: WP0KM4

Ficha 3



Instrucciones : Con la ayuda del objeto que vas a observar en RA dibuja la vista de perfil del objeto.

CÓDIGO RA para la App:
2VX9G1

Ficha 4

Instrucciones : Con la ayuda del objeto que vas a observar en RA dibuja la planta y el alzado del mismo.

CÓDIGO RA para la App:
JYJ965