



La realitat
augmentada, la
realitat virtual i
el metavers en
la societat.
Impacte a
l'educació



Primera edició: Setembre 2024

Edició: Institut de Desenvolupament Professional-ICE. Universitat de Barcelona

Pg. Vall d'Hebron, 171 (Campus de Mundet) - 08035 Barcelona

Tel. (+34) 934 035 175; idp.ice@ub.edu

Consell Editorial: Maria Rosa Buxarrais, Isabel Paula, Jordi Andreu, Mercè Gracenea

Correcció de text: Mercè Gracenea

amb el suport de / con el apoyo de:



UNIVERSITAT DE
BARCELONA

Aquesta obra està subjecta a la llicència CreativeCommons 3.0 de Reconeixement-NoComercial-SenseObresDerivades. Consulta de la llicència completa a: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/es/deed.ca>



Esta obra está sujeta a la licencia CreativeCommons 3.0 de Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada. Consulta de la licencia completa en: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/es/deed.ca>

Arbués Garcia del Moral, J., Codesal Patiño, M.B., Cuadrado Sáez, M.L., Ferré-Huguet, N., García Taravilla, V.M., Garcia Vega, A., Lorenzo Galés, N., Molina Ayuso, A., Moreiras Mosquera, R., Muñoz Nicolau, J., Nadal Rius, F., Navarro Delgado, I., Pallach Pascual, R., Pérez Vázquez, L., Ribera Puchades, J.M., Rotger García, L., Sanjurjo Poveda, M.J., Suñé Suñé, X., Vega Paipo, M., Vercher Ribis, E., Yubero Trenado, D. La realitat augmentada, la realitat virtual i el metavers en la societat. Impacte a l'educació. Universitat de Barcelona (Institut de Desenvolupament Professional), 2024. Document electrònic. [Disponible a:]

ISBN:

URI:

[Coordinadors]

Francesc Nadal Rius
Docent d'Economia a secundària des de l'any 2003, actualment a l'Institut de Palamós. Professor col·laborador de la UOC. Assessor tècnic docent: mentor digital. Formador de professorat. Experiència professional a la UB, empreses i persones amb risc d'exclusió social.

Jesús Arbués García del Moral
Professor emèrit de Visual i Plàstica de secundària. Institut Vilatzara, Vilassar de Mar. Formador de docents. Creador d'aplicacions multimèdia, cursos telemàtics i diversos materials tecnològics per a la inclusió. Ambador de *Cospaces*, *Merge Cube* i *Quiver Vision*.

Isidro Navarro Delgado
Doctor Arquitecte, professor lector a l'ETSAB-UPC. Professor en graus i màster en aplicació de la RA i RV a les universitats ENTI-UB, EUSES-UdG, La SALLE-URL, ELISAVA-UPF, EAE i ESADE. Investigador del grup QURBIS de la UPC.

Xavier Suñé Suñé
Codirector de l'Observatori d'Innovació Educativa i Cultura Digital (ODITE) de l'Associació Espiral i cofundador de la consultora CEL Working. Formador de docents en tecnologia educativa i en postgraus de la UOC i la URV. Ha estat professor d'Informàtica d'FP i tècnic docent a l'Àrea de Cultura Digital del Departament d'Educació de la Generalitat de Catalunya.

Juanmi Muñoz Micolau
Mestre i pedagog ocupat en la millora de l'educació. Expresident d'Espiral i actualment codirector de l'ODITE. Ha estat professor col·laborador de la UOC (Universitat Oberta de Catalunya). Cofundador de la consultora CEL Working i membre del Comitè Científic d'Educació Demà Fundació Bofill.

Neus Lorenzo Galés
Vicepresidenta de la "Societat Catalana de Pedagogia - l'Institut d'Estudis Catalans", co-presidenta del Grupo de Investigación de Transformación Educativa de la WFATE (Federación Mundial de Asociaciones de Educación del Profesorado), profesora colaboradora de la Universidad de Andorra y miembro de la Junta de ODITE-ESPIRAL. Tiene numerosas publicaciones sobre tecnología educativa, comunicación y liderazgo pedagógico, y ha participado en la gestión del Sistema educativo de Catalunya como Subdirectora General de Transformación Educativa, Jefe de Servicios de Lenguas y Jefe Adjunta de Evaluación y Programas en la Subdirección de la Inspección de Educación.

[Autors]

Elena Vercher Ribis - Escola Sant Jordi -
Ametlla de Mar / Universitat Rovira i
Virgili

Andrés García Vega - Escola La Mercè –
Martorell

Jesús Arbués García del Moral - Institut
Vilatzara - Vilassar de Mar

Marta Vega Paipo - Escola d'Educació
Especial Can Vila - Mollet del Vallès

Daniel Yubero Trenado - Colegio Santa
Ana - Caspe / UNED

María Luisa Cuadrado Sáez,
Lucía Rotger García,
Juan Miguel Ribera Puchades
IES Doctor Faustí Barberà - Comunitat
Valenciana
Departament de Ciències Matemàtiques
i Informàtica
Universitat de les Illes Balears

Álvaro Molina Ayuso
IES Blas Infante, Córdoba

Nuria Ferré-Huguet,
Rafel Pallach Pascual,
Victor Manuel García Taravilla
Centro educativo que coordina el
proyecto:
Institut Comte de Rius (Tarragona).
Centros participantes
Centro de Formación Somorrostro
(Muskiz, Bizkaia
CIFP La Laboral (Gijón)
IES A Sardiñeira (La Coruña).
Empresa participante: REPSOL.
Colaboradores: AEQT, Parc Químic de
Tarragona y Vigaphic.

Francesc Nadal Rius
Institut de Palamós

Isidro Navarro Delgado
Universitat Politècnica de Catalunya

Luz Pérez Vázquez,
María Jose Sanjurjo Poveda,
Rosa Moreiras Mosquera,
María Begoña Codesal Patiño
CEIP Ponte dos Brozos, Arteixo
A Coruña

Aquest llibre s'ha editat en el marc de l'Observatori d'Innovació Educativa i Cultura Digital
(ODITE) de l'Associació Espiral, Educació i Tecnologia.

Capítol 1: Fonaments	3
Introducció	3
Conceptes	3
Context. La realitat augmentada, la realitat virtual i el metavers en la societat i l'impacte a l'educació	4
Capítol 2: Realitat Augmentada (RA)	5
Introducció	5
Història i antecedents de la Realitat Augmentada	5
Com funciona la Realitat Augmentada?	5
Exemples d'aplicacions de la RA a l'educació a totes les etapes	6
Visualització d'objectes 3D amb RA	10
Llibres enriquits i altres recursos de RA	11
Capítol 3: Realitat Virtual (RV)	13
Introducció	13
Història i antecedents de la Realitat Virtual	13
Com funciona la Realitat Virtual?	14
Eines i recursos per treballar amb la Realitat Virtual en contextos educatius	15
Conclusions	23
Capítol 4: El Metavers	24
Introducció	24
Història i antecedents del Metavers	24
Disseny d'un avatar	25
Principals eines de metavers	26
Conclusions	29
Capítol 5. Experiències a l'aula i tendències actuals, per a la formació docent universitària i l'aplicació a l'aula	31
L'experiència didàctica del "Joc dels Animals Vertebrats i Invertebrats" en Realitat Augmentada amb Cospaces i Merge Cube	36
Explorant Castells Medievals: un projecte interactiu amb 3D, RA i RV per la didàctica de l'educació precoç i l'aula d'educació Primària	42
Taller de Realitat Augmentada a la Casa del Xuklis	47
Realitats a l'Educació Especial	52
Porfolio digital de situaciones de aprendizaje con Realidad Aumentada	58
Propuestas inclusivas para la visualización 3D en matemáticas desde diferentes realidades digitales	63
Ponte con el desarrollo sostenible.	69
Experiencia STEAM con CoSpaces Edu para el trabajo en proyectos Erasmus+	74
Revolucionando la formación en mantenimiento industrial con Digital Twin Boxes	81
El metavers com a canal de comunicació educativa	87
Metaverso aplicado a Máster Europeo en Estudios Empresariales de la Universidad de León	92

Introducció

Per començar, ens introduïrem en el món de la Realitat Augmentada (RA o AR en anglès), la Realitat Virtual (RV o VR) i el Metavers. Aquests són termes cada vegada més freqüents en el nostre entorn tecnològic i tenen un impacte significatiu en diversos àmbits, especialment en l'educació. Comencem explorant i definint cadascun d'aquests conceptes per comprendre millor la seva essència i possibles aplicacions.

Conceptes

En primer lloc, convé distingir les particularitats de la RA, la RV i el Metavers. La Realitat Augmentada és una tecnologia que combina el món real amb elements virtuals, sobreposant imatges o informació digital a la nostra visió del món real a través d'un dispositiu, com ara un telèfon intel·ligent o unes ulleres especials. La Realitat Augmentada afegeix informació a la realitat: una imatge, un so, un arxiu en tres dimensions... de manera instantània. No són efectes especials que s'editin a posteriori. Podríem dir, en aquest sentit, que augmenta o enriqueix el món que observem. La Realitat Virtual, en canvi, substitueix completament la realitat que perceben els nostres sentits per una altra d'alternativa, és immersiva. En efecte, la RV ens submergeix en un entorn virtual totalment immersiu i interactiu. Proporciona als usuaris una experiència simulada de la realitat mitjançant dispositius com ulleres de RV o consoles de videojocs. Finalment, el Metavers és un espai virtual compartit i persistent on els usuaris poden interactuar entre si i amb objectes virtuals en temps real tot creant una experiència col·laborativa.

Cadascun d'aquests conceptes té característiques úniques que els diferencien, si bé no s'exclou la combinació entre elles (Realitat Mixta) o els enllaços amb altres tecnologies com per exemple la intel·ligència artificial. Podríem afirmar que la Realitat Augmentada enriqueix la realitat física amb informació virtual. La Realitat Virtual, en canvi, ofereix una immersió total en un entorn artificial, amb la possibilitat d'explorar i interactuar-hi. El Metavers, d'altra banda, és un espai virtual compartit on els usuaris poden interactuar amb els avatars d'altres persones i amb objectes digitals tot creant una comunitat.

Context. La realitat augmentada, la realitat virtual i el metavers en la societat i l'impacte a l'educació

La influència de la Realitat Augmentada, la Realitat Virtual i el Metavers en la societat actual és cada vegada més notòria. Aquestes tecnologies no només són utilitzades en l'àmbit de l'entreteniment, sinó que poden generar un impacte significatiu en l'educació. El seu ús pot potenciar l'aprenentatge i l'ensenyament tot proporcionant una experiència més immersiva, interactiva i motivadora. Des de l'aprenentatge basat en jocs fins a la simulació d'entorns reals, les possibilitats són cada vegada més diverses.

En el darrer capítol d'aquesta publicació hi recopilem diverses experiències d'aula.

--

Francesc Nadal Rius
Institut de Palamós - Professor col·laborador de la UOC

Capítol 2: Realitat Augmentada (RA)

Introducció

Si alguna vegada heu jugat a *Pokemon Go* o bé heu afegit determinats filtres a una selfie en una xarxa social, com per exemple *Snapchat* o *Instagram*, ja heu experimentat la RA! La RA ofereix una manera innovadora d'integrar elements digitals en el món real, i proporciona noves oportunitats per a l'aprenentatge i la interacció. En aquest capítol ens endinsarem en el món de la Realitat Augmentada (RA). Explorarem la seva història, com funciona i les seves aplicacions en l'àmbit de l'educació.

Història i antecedents de la Realitat Augmentada

La Realitat Augmentada té les seves arrels en la dècada de 1960, quan Ivan Sutherland (Universitat de Utah) va introduir el concepte en el camp de la informàtica. Des d'aleshores, ha evolucionat amb els avenços tecnològics, com ara la detecció d'imatges, la capacitat de processament de dades i els dispositius portàtils com els telèfons intel·ligents o les ulleres de RA. A la dècada dels 90 del segle passat, per exemple, Thomas Caudell i David Mizell, enginyers de la companyia Boeing, van idear un sistema de Realitat Augmentada per ajudar els mecànics en el manteniment de les aeronaus.

Com funciona la Realitat Augmentada?

Per poder observar la RA necessitarem un instrument capaç de captar-la: un telèfon mòbil o tauleta amb determinades aplicacions, una càmera web, unes ulleres a l'estil *HoloLens* o *Google Glass*...

La RA s'inicia quan el nostre dispositiu capta algun element activador:

- Un marcador (icona que la càmera interpreta i retorna algun element digital superposat).
- Una coordenada GPS (llavors parlem de *geolocalització*).
- Una superfície plana (sense marcadors o *markerless*).
- La cara o una part del cos...

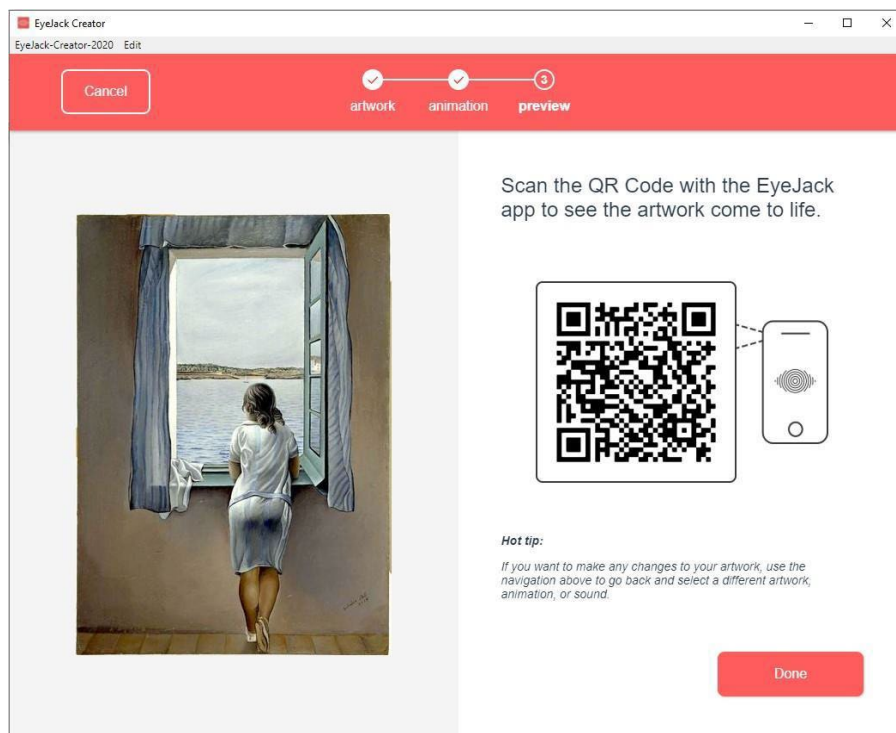
Exemples d'aplicacions de la RA a l'educació a totes les etapes

Més enllà de l'efecte sorpresa que genera l'aparició d'elements digitals, es pot treballar amb la RA, si s'escau, ja des de l'etapa infantil. Aplicacions com *Quiver Education* o *Chromeville Science* es basen en diverses làmines (marcadors) que els infants poden pintar i contenen animacions i activitats educatives. Hi ha làmines gratuïtes i de pagament. Tanmateix, si el que volem és crear marcadors propis per al nostre alumnat i afegir-hi la informació digital que s'escaigui, ens cal una aplicació a l'estil d'*Eyejack*.

EyeJack és una aplicació i plataforma web de realitat augmentada especialitzada en la creació i distribució d'art augmentat.

Procediment:

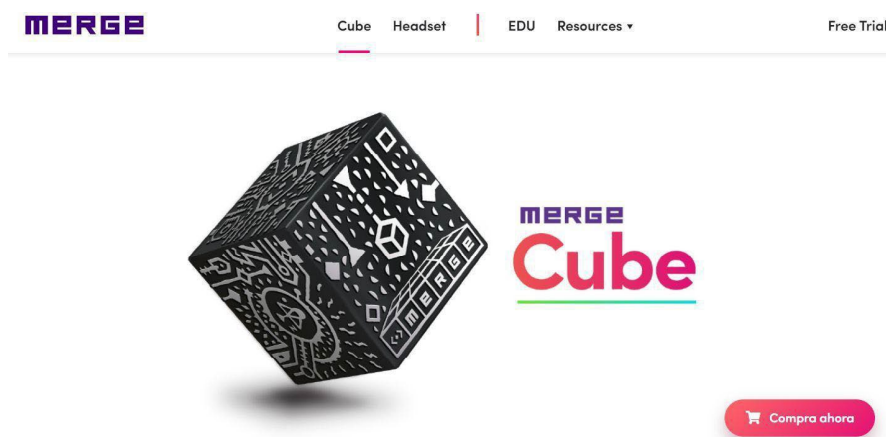
1. Descarregar i instal·lar *EyeJack Creator*. Cal indicar el nom i un correu electrònic.
2. Iniciar el programa i registrar-se com a usuari. Rebreu un correu amb un codi de confirmació de 6 dígitos. Llavors ja es pot accedir al programa amb usuari i contrasenya.
3. Un cop registrats ja es pot dissenyar una experiència de RA. El primer pas serà crear un 'ARTWORK'
4. Cal afegir una imatge (JPG o PNG) que serà el 'MARCADOR'. Sobre aquesta imatge hi afegirem la RA.
5. El següent pas serà afegir un contingut per sobreposar a la imatge que actua com a marcador. Aquest contingut pot ser un vídeo curt (20 segons), un GIF o un arxiu d'àudio. Es pot afegir una descripció i cal publicar l'experiència.
6. L'últim pas serà escanejar el codi QR que proporciona el programa. Per poder visualitzar les vostres creacions cal descarregar l'aplicació *Eyejack* al dispositiu mòbil (Figura 1).



[Figura 1. Exemple de Eyejack]

Per configurar diversos marcadors alhora podem usar el *Merge Cube*.

Es tracta d'un hexàedre on cada cara funciona com a marcadors de Realitat Augmentada. La web del producte és <https://mergeedu.com/cube> (Figura 2).

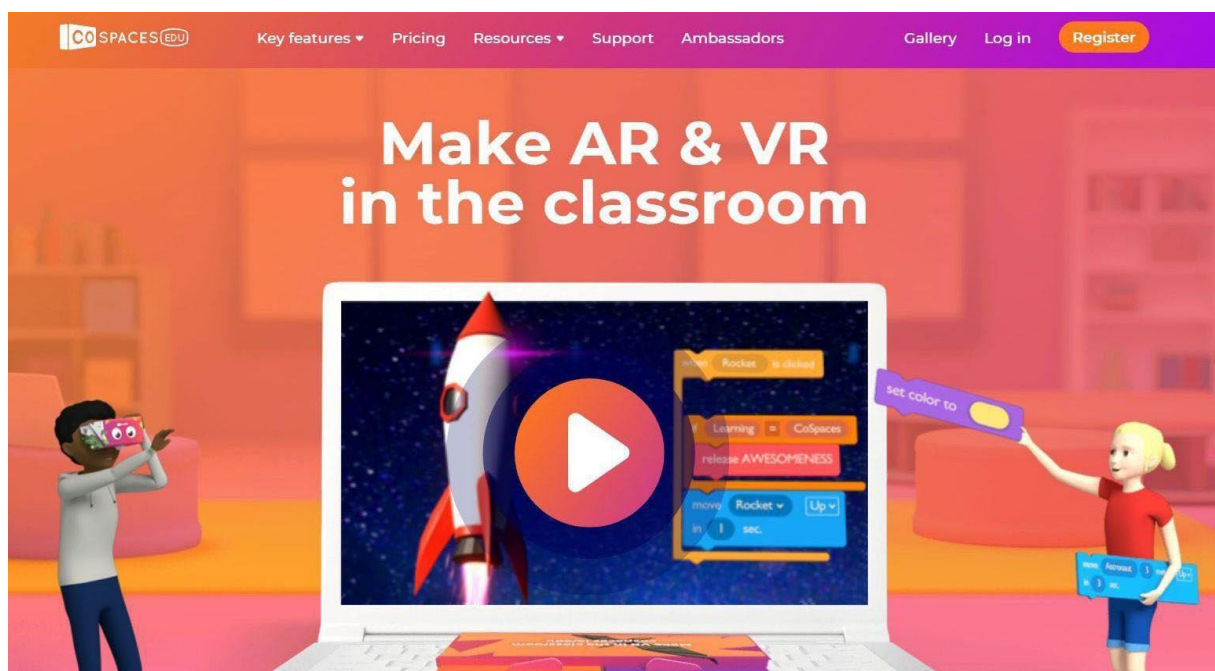


[Figura 2 - Web del Merge Cube]

Els cubs es comercialitzen, normalment amb un període de llicència. També es pot muntar un cub de cartolina, cartó... a partir de la plantilla pública, disponible a l'URL: <https://mergecube.com/paper-pdf>. A algunes escoles d'Educació Especial han ideat uns cubs de fusta folrats amb les imatges de paper per poder aconseguir un marcadors més resistent. Una bona pràctica!

Un cop disposem del cub cal descarregar unes apps: *Merge Viewer*, *Merge Explorer* i *Merge HoloGlobe*. Totes són gratuïtes a Play Store o App Store.

Com podreu observar, hi ha molts exemples de mostra a la galeria de cada aplicació. Tanmateix, si el que necessitem és crear la nostra pròpia Realitat Augmentada i observar els nostres propis arxius 3D, podem fer servir, per exemple, *CoSpaces Edu* (<https://www.cospaces.io/>) per programar el MergeCube.



[Figura 3. Web de CoSpaces Edu]

CoSpaces Edu és una eina molt intuïtiva i potent. Permet crear Realitat Augmentada i també Realitat Virtual, utilitzar el cub Merge i fins i tot dissenyar rutes virtuals. Es tracta d'un espai de creació dissenyat específicament per a escoles. Apte per qualsevol nivell, des d'infantil fins a batxillerat, i decididament útil per a la formació del professorat. Les possibilitats de disseny són molt diverses, des d'afegir animals a la pantalla fins a programar amb codi o amb *CoBlocks*, molt semblant a *Scratch* (Figura 3).

Es tracta d'un recurs de pagament que té una versió "trial" molt limitada. En el moment que escrivim aquest document la llicència costa 55 €/any (1r seient) i llavors 7,5 €/any per plaça addicional amb l'afegit del cub Merge. Una possibilitat per investigar l'eina a fons és contactar amb els diversos Ambassadors per obtenir un codi temporal de prova. Podeu utilitzar el codi COSJESUSAR per registrar-vos i poder tenir un mes de versió Pro gratuïta (*gràcies, Jesús Arbués, per compartir-lo*). Posteriorment, es tancarà el compte, però els vostres treballs s'hi quedaran per ser visionats i compartits.

CoSpaces ens ofereix unes biblioteques d'elements (alguns d'ells amb animacions), la possibilitat d'importar les nostres imatges, objectes 3D, àudios, etc. Hi ha molts exemples de feines creades per escoles. Moltes es poden descarregar des de la Galeria per investigar com s'han fet.

Per començar a treballar-hi, us aconsellem fer una ullada a aquesta guia: <https://cospaces.io/edu/CoSpaces-Edu-getting-started-kit.pdf>. La resta de materials de formació oficials de CoSpaces els podeu consultar aquí: <https://cospaces.io/edu/resources.html> o bé al seu canal de YouTube: <https://www.youtube.com/channel/UC6VsnmaKQ9MNRpJbFslhoGw>. A YouTube també hi trobareu gran quantitat de videotutorials de docents.

Ja a dins de CoSpaces Edu, un cop us hàgiu registrat com a professors/es, podreu crear aules on els vostres alumnes es puguin inscriure mitjançant uns codis que genera el programa. Des d'aquests aules es poden programar tasques i compartir feines. Quan comenceu a crear una activitat us trobareu amb moltes plantilles per escollir. Si és la primera vegada és convenient començar per una escena buida "*empty scene*" i anar-hi afegint elements, o bé per una plantilla senzilla que haureu de personalitzar. El descobriment de totes les possibilitats de l'eina és molt engrescador.

Hi han alternatives? *Arloopa* o *Assemblr EDU* són ara mateix aplicacions prou versàtils per dissenyar experiències de Realitat Augmentada, ambdues de pagament. *Arloopa*, per exemple té un període gratuït de 7 dies i la seva app per a dispositius mòbils, fins i tot sense registrar-se, permet visualitzar una extensa i interessant galeria de recursos amb RA.

El problema de les diverses opcions disponibles al mercat és, sovint, la seva inestabilitat a mitjà i llarg termini. En aquest sentit, pot donar-se el cas que es perdi feina de l'alumnat. Hi ha una llarga llista d'antigues apps que, per diversos motius, van acabar desapareixent o bé van canviar el model de negoci: BuildAR, Aurasma, HP Reveal, Aumentaty, LayAR... Sovint, l'empresa ofereix uns serveis gratuïts durant un període de temps fins a assolir prou notorietat o un determinat nombre d'usuaris, llavors desapareix o bé passa a ser de pagament. Una opció interessant per evitar problemes futurs és aprendre a programar els nostres propis recursos de RA o RV, per exemple, amb *Unity* i *Vuforia*. Podeu consultar un curs bàsic a la següent URL:

<https://library.vuforia.com/getting-started/getting-started-vuforia-engine-unity>.

Visualització d'objectes 3D amb RA

Gràcies a la Realitat Augmentada és possible visualitzar arxius en 3D des de tots els angles possibles, així com situar-los en qualsevol punt de l'espai. Una pràctica habitual a molts centres educatius és la modelització d'arxius en 3D amb programes com *Tinkercad* o *SketchUP*. Així mateix, si es disposa d'una impressora 3D, poden passar de la pantalla a la realitat tangible. La visualització amb RA ens seria útil, en aquest sentit, per situar i observar com quedaria l'objecte 3D que hàgim dissenyat, per exemple, enmig d'una plaça pública.

Una altra possibilitat és obtenir el model en 3D d'un objecte real a partir de fotografies des de diversos angles (fotogrametria). Hi ha diverses apps interessants per escanejar models i exportar-los: *Reality Scan* (d'Epic Games), *Polycam*, *Widar*, *3D Live Scanner*... Els principals formats gràfics 3D són: FBX, OBJ, STL (per impressores 3D), DAE, GLTF... De vegades algunes apps ofereixen un període de prova o només permeten algun tipus de format d'exportació - que caldrà convertir, per exemple, amb *Meshlab* o *Blender* - i fan pagar per la resta.

Des d'un ordinador, si disposem de les fotografies, es pot generar i exportar el model 3D amb *Meshroom*, un programa de codi lliure per a Windows i Linux.

A la xarxa podem trobar moltíssims arxius 3D disponibles. *Sketchfab*, per exemple, és un immens repositori en línia d'arxius 3D (alguns descarregables) que es poden visualitzar en Realitat Virtual per mitjà de les apps per Android o iOS. Si us hi registreu hi podeu penjar també les vostres pròpies creacions (10 al mes en la versió gratuïta).

Dins de *Sketchfab* és una bona pràctica cercar i obtenir objectes 3D d'usuaris com el Projecte Giravolt, sobre el patrimoni històric de Catalunya (<https://sketchfab.com/giravolt>) o d'altres entitats com el British Museum (<https://sketchfab.com/britishmuseum>). Una altra idea plausible és descarregar arxius des de la galeria de *Sketchfab* i visualitzar-los en Realitat Augmentada, per exemple, amb *AR Viewer* o el *Merge Cube*. *CoSpaces* accepta, fins ara, arxius 3D en format obj, fbx, gltf i glb.

A banda, si el que necessiteu és baixar-vos figures imprimibles (STL) visiteu *Thingiverse*. A internet hi ha força repositoris d'arxius 3D: *TurboSquid*, *NASA 3D Resources*, *Free3D*, *Polyhaven.com*, *SweetHome3d.com*, *Cgtrader.com*...

De la mateixa manera que existeixen recursos d'intel·ligència artificial basats en Dall.E2 o 3: *Firefly*, *Leonardo*, *Midjourney*... que creen imatges a partir d'una descripció de text, aviat serà possible crear un model 3D a partir d'una imatge bàsica.

llibres enriquits i altres recursos de RA

Una plataforma interessant per augmentar els nostres propis llibres o documents des del pdf original és *ARTutor*, lliure per a l'ús docent: <https://artutor.ihu.gr/home/>.

D'una manera prou senzilla, un cop registrats/des, es pot penjar un arxiu en format pdf i associar-hi imatges, sons, vídeos, models 3D (GLB) o enllaços. Es poden afegir fins a 10 animacions per projecte. La plataforma web funciona millor des de Firefox. Així, un cop configurada, la RA s'ha de visualitzar amb les apps *ARTutor4* per a Android o iOS, ambdues gratuïtes (Figura 4).

Ifigenia

Author fnadal

The book is available for downloading in PDF format from the following link:

<http://artutor.ihu.gr/artutor/file/Text/1/25e79d46bdfa404f.pdf>



[Figura 4 Exemple d'ARTutor]

Existeixen al mercat nombroses publicacions, llibres i materials enriquits amb animacions i elements de Realitat Augmentada. L'empresa *Body Planet*, per exemple, comercialitza samarretes i cartes amb models del cos humà o els planetes del sistema solar. Si us interessen models anatòmics més complets podeu provar l'app d'Irusu *Human Anatomy 4D VR AR*.

Per a fer activitats didàctiques d'aula amb els infants solen ser atractives també les apps que mostren animals actuals o extingits amb RA interactiva en el nostre entorn, la recerca a *Google*, *AR Animals*, *Dinosaurs 4D+*, *Quivervision...*

A Catalunya cal destacar les iniciatives del professorat de secundària amb el projecte *Mobile History Map* de mSchools: https://mhm.mobileworldcapital.com/ca_ES. Aquesta iniciativa possibilita que grups d'estudiants, de manera col·laborativa, afegixin elements digitals a una localització concreta: àudios, imatges, vídeos, imatges, arxius 3D, jocs de pistes geolocalitzats...

La RA ofereix moltíssimes possibilitats educatives i de lleure a totes les edats:

- papiroflèxia –
- origami (*mypaperworld*),
- reconeixement d'avions a l'espai aeri (*Flightradar24*),
- dibuix de constel·lacions al cel nocturn (*Skyview*),
- identificació de plantes a partir de fulles o flors o
- fruits (*PlantNet*), traducció automàtica de qualsevol idioma en temps real (*Google Lens*), etc.

Entre els beneficis de l'ús d'aquesta tecnologia podem citar la millora de la motivació dels estudiants, ja que la RA ofereix una experiència més atractiva que pot captivar la seva atenció. A més, la RA pot ajudar a visualitzar conceptes abstractes, fent-los més comprensibles i accessibles per als estudiants. D'altra banda, és important tenir en compte els inconvenients i desafiaments associats a l'ús de la RA en l'educació. Un dels aspectes és la dependència de la tecnologia, ja que l'accés a dispositius i recursos de RA pot ser limitat en alguns entorns educatius. Aquest fet pot crear desigualtats i limitacions. També és necessari considerar la corba d'aprenentatge per als educadors i estudiants en l'ús de noves eines i tecnologies.

En resum, la Realitat Augmentada ofereix un gran potencial per millorar l'aprenentatge i l'ensenyament en l'àmbit educatiu. La RA és una eina valuosa per als educadors. No obstant això, és essencial assegurar una integració efectiva i inclusiva per tot l'alumnat.

--

Francesc Nadal Rius
Institut de Palamós - Professor col·laborador de la UOC

Capítol 3: Realitat Virtual (RV)

Introducció

La Realitat Virtual és una tecnologia que permet a l'usuari gaudir d'una experiència immersiva visualitzant un contingut digital amb uns visors de RV.

L'aplicació de la RV en educació és evident i ja està consolidada. Els estudiants aprenen a partir de l'experimentació d'entorns on els continguts es mostren en format digital i, de vegades, interactius.

Existeixen molts videojocs i aplicacions mòbils educatives que estan disponibles per docents i que estan adaptades a diferents etapes d'aprenentatge. Es poden trobar a les botigues en línia de videojocs (STEAM, Oculus Store) o a les principals d'aplicacions mòbils.

Els continguts virtuals són molt diversos: entorns digitals amb models 3D integrats, vídeos i imatges 360... Per poder crear-los caldrà tenir en compte que es poden fer servir recursos en línia on trobareu multitud de materials al vostre abast: vídeos, arxius 360, models 3D, arxius d'àudio, etc. També es poden generar imatges en 360 graus amb càmeres esfèriques (com per exemple les *Insta360* o determinades *GoPro*) que capturen tot l'entorn complet.

Història i antecedents de la Realitat Virtual

Existeix una varietat molt gran d'ulleres de RV. Totes elles tenen la finalitat de mostrar el contingut de l'aplicació al davant dels ulls per aconseguir que l'experiència sigui la més immersiva possible. L'usuari visualitza la mateixa imatge duplicada, amb una imatge per cada ull, així es pot aconseguir l'efecte 3D basant-se en el principi de l'estereoscòpia (Figura 5). Podem trobar infinitat d'exemples en arxius com el de l'Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya:



[Figura 5: Exemple d'imatge estereoscòpica]

ICGC (<https://cartotecadigital.icgc.cat/digital/collection/stereo/search>).

De fet, els visors més antics tenen origen al segle XIX i eren uns mecanismes molt rudimentaris però prou eficaços. El primer va ser creat pel físic britànic Charles Wheatstone el 1838 i mostrava uns dibuixos. La fotografia va impulsar el desenvolupament d'aquest tipus de dispositius i ha evolucionat fins als nostres dies, amb l'ús dels telèfons mòbils i els moderns visors de RV.

Com funciona la Realitat Virtual?

Per a la configuració de les experiències de RV es fan servir programes amb diferent nivell de dificultat. Algunes pàgines web permeten generar RV amb recursos en línia (com per exemple *CoSpaces*), altres requereixen instal·lar un programa per configurar les interaccions del contingut a l'ordinador (*ZapWorks*). L'última opció i més complexa consisteix a desenvolupar continguts en format de videojocs, per això cal fer servir programes més avançats com *Unreal Engine*.

L'experiència en RV requereix una pantalla o visor que ocupi tot l'angle de visió davant els ulls. Per això es fan servir diferents sistemes. El més senzill consisteix en una estructura de cartró - el model paradigmàtic són les ulleres *Google Cardboard*: <https://arvr.google.com/cardboard/manufacturers/> - o de plàstic, on s'insereix un mòbil amb alguna app de Realitat Virtual. Per sistemes més avançats es fan servir ulleres de RV connectades a l'ordinador de sobretaula o a un portàtil. Avui dia, tanmateix, el sistema més interessant és el que s'anomena 'Tot en un', i consisteix en un visor amb tecnologia mòbil incorporada (*MetaQuest 2 i 3, Pico Neo 3, 4...*). Les noves versions de visors obren la porta a la Realitat Mixta i cada cop serà més difícil distingir si som al món real o al món digital.

Segurament l'opció més assequible per a les escoles i la universitat és el visor tipus *Cardboard* pel seu reduït cost i la possibilitat de fer servir els mòbils dels mateixos estudiants (Figura 6). També hi ha disponible un servei de préstec per escoles d'un 'kit de RV' en alguns centres de recursos educatius.



[Figura 6: visors cardboard i Oculus Quest 2]

Eines i recursos per treballar amb la Realitat Virtual en contextos educatius

Imatges i vídeos 360

Des que existeixen les càmeres 360 molts usuaris comparteixen imatges a Google Maps (<https://www.google.es/intl/ca/streetview/>) o filmacions a YouTube (<https://www.youtube.com/channel/UCzuqhhs6NWbgTzMuM09WKDQ>) o també a Vimeo (<https://vimeo.com/channels/360vr>). Si realitzeu una recerca a la xarxa segur que hi trobareu vídeos immersius de bona qualitat, fins i tot fantàstiques produccions d'estudis de cinema. S'hi poden observar vídeos de moltíssimes temàtiques interessants per a la docència. Ara ja és possible passejar-se entre dinosaures, submergir-se entre taurons a l'oceà, viatjar en el temps, visitar l'Estació Espacial Internacional o els planetes del sistema solar. Uns quants exemples:

1. Canal de *National Geographic*: conté un catàleg de vídeos impressionant, on tot sovint us podreu veure rodejats d'animals salvatges en plena natura, o bé en els més diversos entorns i situacions increïbles.
 2. Seymour & Lerhn: canal educatiu útil per a la didàctica d'educació precoç i la formació del professorat, en anglès amb interessants simulacions en 360 graus.
 3. Recreacions d'escenes o tràilers de pel·lícules. Podeu fer visites des de dins, i viure-ho tot com si en fóssim els protagonistes.
 - Font: *Paramount Pictures - Chariot Race 360* (<https://youtu.be/jMyDqZe0z7M>)
 - Font: *Warner Bros Pictures - Dunkerque RV 360* (<https://youtu.be/e2JubEBWwaQ>)
 4. Simulacions: en aquests vídeos podeu experimentar què se sent en un món imaginari o a l'interior d'un videojoc.
 - Font: *Canal 3D VR 360 videos - Best VR 360 video* (<https://youtu.be/QKm-SOOMC4c>)
 - Font: *Canal 3D VR 360 videos - Jurassic World Evolution VR Dinosaurs* (<https://youtu.be/93nxeejhPkU>)
- Font: *Canal We the Curious - VR tour of six real exoplanets* (<https://youtu.be/qhLExpXX0E>)

5. Altres: què us semblaria observar una pintura des de dins el propi quadre?

- Font: Canal de VR MotionMagic: *The starry night Stereo VR experience* (<https://www.youtube.com/watch?v=G7Dt9ziemYA>)
- Font: Canal de The Dalí Museum (Sant Petersburg) - *Dreams of Dalí* (<https://youtu.be/F1eLeLocAcU>)

Els vídeos en 360 graus es poden visualitzar des de l'ordinador, on podem canviar l'angle de visió amb el ratolí o el teclat. També des d'un *telèfon intel·ligent* amb giroscopi tot movent el dispositiu, amb unes ulleres *cardboard*, etc. Si voleu penjar les vostres pròpies creacions gravades en 360 graus cal afegir unes metadades al vídeo i seguir les indicacions de cada plataforma. Les càmeres 360 s'estan abaratint i cada cop ofereixen millor qualitat.

Experiències educatives:



The image shows a screenshot of the MSchools EduHack website. The header includes the logo 'm Schools EduHack' and navigation icons for 'inici', 'mschools', 'galeria', 'centres', and 'equips'. The main content area features a video player for 'VRiteca' with a red play button. Below the video is a 'Refinament' section with two small image thumbnails. To the right of the video player, there is a section titled 'Projecte VRiteca' with a 'Descripció:' label. The description text reads: 'La realitat virtual pot ajudar a aprendre idiomes? veritat o vriteca? 5 centres de Catalunya ens hem aventurat a descobrir-ho al voltant d'una situació comunicativa comuna com és **demanar en anglès en un restaurant**. Us mostrem el vídeo 360 pilot amb els alumnes de l'Escola d'Hostaleria de Girona i de la resta de centres. Un cop visionat i presentat l'input lingüístic necessari, els alumnes crearan els seus propis vídeos (360 o no) de la mateixa situació.' At the bottom of the video player, there is a control bar with a play button, a volume icon, a 'Visualitza ...' button, and a 'Comparteix' button.

[Figura 7: VRiteca]

En el projecte *VRiteca* (<https://projectes.xtec.cat/eduhack/categoria/vriteca/>), l'alumnat grava vídeos immersius sobre situacions quotidianes en anglès perquè els vegin els seus companys i millorin el seu nivell de llengua (Figura 7).

En el projecte *360º Bullying en els teus ulls*, del professor Abel Castilla (<https://toolbox.mobileworldcapital.com/experiencia/360-bullying-en-els-teus-ull-s/1038>), es creen i s'usen vídeos immersius per prevenir situacions d'assetjament escolar en l'entorn escolar.

Algunes Apps

El mercat de producció d'aplicacions de RV s'expandeix, es renova i evoluciona constantment. Existeixen moltíssims recursos interessants per a usos educatius i didàctics. Tot seguit uns quants exemples.

Cardboard és una bona porta d'entrada a les apps de RV de Google

Android: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.google.samples.apps.cardboarddemo>

- iOS: <https://apps.apple.com/us/app/google-cardboard/id987962261>

Google Street View, per explorar fotos i vídeos en 360 graus dels llocs més diversos del món.

- Android:
https://play.google.com/store/apps/details?id=com.google.android.street&pcampaignid=web_share
- iOS:
<https://apps.apple.com/us/app/street-view-street-view-maps/id1554739144>
- *Google Earth VR (alternativa a Oculus):*
https://www.oculus.com/deeplink/?action=view&path=app/1513995308673845&ref=oculus_desktop

Google Arts&Culture ofereix, per exemple, visites virtuals a museus i la possibilitat d'observar obres de ben a prop.

- Android:
<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.google.android.apps.cultural>
- iOS: <https://apps.apple.com/us/app/google-arts-culture/id1050970557>

Autism VR Experience ens pot ajudar a entendre la percepció de la realitat de les persones autistes.

- Android: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.happyfinish.nas>
- iOS: <https://apps.apple.com/es/app/autism-vr-experience/id1117455191>

Titans of Space ens permet visitar el sistema solar des d'una nau virtual.

- *Android:*
<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.drashvr.titansofspacecb>
- *Meta:* <https://www.meta.com/es-es/experiences/2359857214088490/>

InCellVR, aventura virtual dins una cèl·lula humana. *InMindVR*, també de Nival, observa el funcionament del cervell i les neurones.

- *Android:* <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.nivalvr.incell>
- *iOS:* <https://apps.apple.com/us/app/incell-vr-cardboard/id1044805956>
- *Oculus:*
https://www.oculus.com/deeplink/?action=view&path=app/814255758700053&ref=oculus_desktop

Mars Walk VR, viatge al planeta Mart.

- *iOS:* <https://apps.apple.com/gb/app/mars-walk-vr/id1193339172>
- *Mars VR (alternativa per a Android):*
<https://play.google.com/store/apps/details?id=uk.hls.mars>

VR Jurassic - Dino Park World, recorregut animat entre dinosaures

- *Android:*
<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.efadafe.vr.jurassic.theme.park.simulator>
- *iOS:*
<https://apps.apple.com/us/app/vr-jurassic-dino-park-world/id1065259596>
- *Jurassic World (alternativa a Meta):*
https://www.oculus.com/deeplink/?action=view&path=app/2557465320986444&ref=oculus_desktop

Acropolis VR 3D, per visitar l'antiga Acròpolis d'Atenes, tal com era fa quasi 2500 anys.

- *Android*: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.rendernet.acropolis>
- *Athens in VR (alternativa per a iOS)*:
<https://apps.apple.com/us/app/athens-in-vr/id1279584683>

Imageen All Sites, ens transporta en el temps fins a l'antiga *Tarraco*, amb tots els detalls. També s'hi poden visitar les recreacions d'altres ciutats de la Hispània romana.

- *Android*:
<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.imageen.ImageenRH>
- *iOS*: <https://apps.apple.com/us/app/id1413783559>

Rutes virtuals

La potència immersiva de la RV ens facilita poder visitar espais llunyans o inaccessibles mitjançant fotos o vídeos 360. Quan aquestes fotos s'organitzen i creem una ruta, seguint un ordre, podem dir que estem creant una ruta virtual.

360 schools (<https://schools.360cities.net/>) és una plataforma lliure perquè el professorat pugui crear rutes guiades immersives per als seus estudiants. Es poden fer servir imatges 360 pròpies o bé les que inclou la mateixa plataforma.

Aquestes altres 4 opcions són lliures o amb limitacions, però suficients per poder experimentar la creació d'una primera ruta virtual:

- *Orbix360*: <https://www.orbix360.com/>
- *Kuula*: <https://kuula.co/>
- *WeboBook*: <https://webobook.com/>
- *My360* (<https://my360tours.com/make-your-own-virtual-tours/>)

Altres són de pagament:

- *Klapy*: <https://www.klapy.com/>
- *Ricoh Theta Tours*: <https://www.ricohtours.com/>
- *Pano2VR*: <https://ggnome.com/pano2vr/>
- *Matterport*: matterport.com
- *Tourmake*: <https://tourmake.net/>
- *Metareal Stage*: <https://www.metareal.com/>
- *3DVista*: <https://www.3dvista.com/>
- *Vtality*: <http://www.vtality.net/>
- *Marzipano*: <https://www.marzipano.net/>
- *Thinglink*: <https://www.thinglink.com/>

Malauradament, les plataformes fan canvis inesperats i és possible que una cosa que avui és lliure en poc temps passi a ser restringida, o bé que algunes opcions deixin de funcionar. Aquest és un dels principals inconvenients de la tecnologia RV.

Si no disposeu de càmera esfèrica, a més de *360cities*, que hem esmentat anteriorment, podeu aconseguir imatges 360 lliures, per exemple, a les següents adresses:

- <https://www.flickr.com/vr>
- <https://www.dreamstime.com/photos-images/360.html>
- <https://www.eso.org/public/images/archive/category/360pano/RV> amb *CoSpaces*

L'eina *CoSpaces* aplicada a la Realitat Virtual ens ofereix unes plantilles complementades amb biblioteques d'elements bàsics, la possibilitat d'importar les nostres pròpies imatges, objectes 3D, àudios, animacions, etc. Realment té un sostre alt i hi ha molts exemples de treballs fets per escoles. Està en constant desenvolupament i pot ser que algunes de les indicacions que trobareu per internet estiguin una mica desfasades.

Podeu, així mateix, consultar molts treballs de docents, perquè es disposa d'una galeria on es comparteixen les escenes. Moltes es poden descarregar per saber com s'han portat a terme.

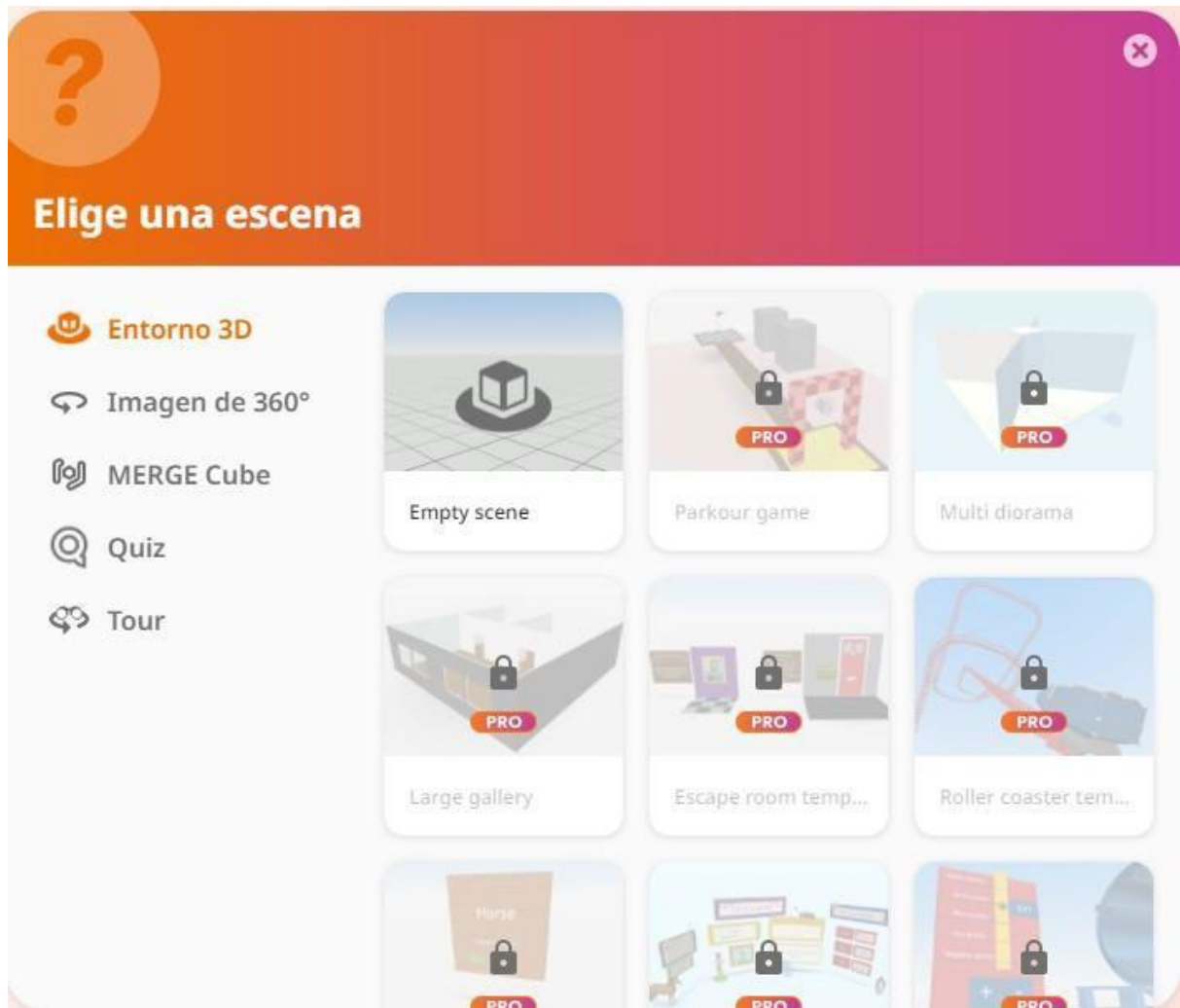
Per saber-ne més podeu consultar els mateixos materials de CoSpaces.

- Guia: <https://cospaces.io/edu/CoSpaces-Edu-getting-started-kit.pdf>
- Materials de formació que ha creat i recopilat Cospaces: <https://cospaces.io/edu/resources.html>
- Canal de YouTube: <https://www.youtube.com/channel/UC6VsnmaKQ9MNRpJbFslhoGw>
- A X (Twitter) podeu seguir el compte @Cospaces_Edu per conèixer les novetats que van llançant cada poques setmanes.

Dins de la Galeria podeu filtrar per trobar exemples. Podeu buscar, per exemple -utilitzant el nom d'usuari *bcodesal* - la feina de la mestra Begoña Codesal del CEIP ponte dos Brozos d'Arteixo (A Coruña).

Si disposeu d'un compte PRO, quan comenceu a crear una activitat amb CoSpaces us trobareu amb moltes opcions per escollir. En efecte, es pot crear una escena 3D, treballar a partir d'una (o diverses) imatges 360, configurar el *Merge Cube* - com hem comentat al capítol anterior de RA-, dissenyar un joc de preguntes i respostes o bé un Tour Virtual. Els codis de 30 dies dels *Ambassadors* us poden facilitar conèixer l'eina.

Abans de començar a configurar la vostra pràctica us recomanem tenir-ho tot preparat. Imatges (jpg o png), àudios (mp3), vídeos (mp4), objectes 3D (obj).



[Figura 8: CoSpaces]

La integració de la possibilitat de programar personatges i escenes amb codi i blocs a CoSpaces augmenta les seves possibles aplicacions: *storytelling*... Així, un cop enllestida, l'escena completa es pot visionar en 360 graus, en Realitat Virtual, amb l'ajut d'unes ulleres *cardboard*. L'app també permet la seva visualització en RA (Figura 8). Es poden experimentar les dues opcions.

Una opció a explorar, si el que volem és crear una ruta 360 o treballar amb imatges esfèriques, és usar el recurs *Skybox* de Blockade Labs (<https://skybox.blockadelabs.com/>). Aquesta eina d'intel·ligència artificial, actualment en fase beta, és capaç de generar un entorn 360 a partir d'una descripció textual.

Conclusions

En síntesi, les eines de Realitat Virtual poden millorar la comprensió i la retenció de la informació. La RV també pot proporcionar oportunitats d'aprenentatge pràctic i experimental en àrees com la medicina, l'enginyeria i la simulació de processos complexos.

No obstant això, és important abordar els inconvenients i desafiaments associats al seu ús en l'educació. Un dels aspectes és el cost econòmic, ja que l'accés a equips integrats de visualització de RV pot ser una barrera per a moltes institucions educatives. A més, s'ha de tenir en compte el potencial impacte en la salut, com el mareig de la realitat virtual o la fatiga ocular, i prendre les mesures necessàries per garantir un ús segur i adequat d'aquesta tecnologia.

La Realitat Virtual, amb la seva capacitat d'immersió i interacció en entorns digitals, ofereix un potencial transformador per a l'educació. En aquest capítol heu pogut conèixer algunes aplicacions i exemples sobre com la RV pot enriquir l'aprenentatge. Al capítol 5 hi incloem experiències educatives.

--

Isidro Navarro Delgado
Universitat Politècnica de Catalunya

Jesús Arbués García del Moral
Professor emèrit Institut Vilatzara

Capítol 4: El Metavers

Introducció

El Metavers és un espai virtual compartit i persistent, tot just en construcció, on els usuaris poden interactuar entre si i amb objectes virtuals en temps real.

És un món virtual i alternatiu en evolució constant que pot ser explorat mitjançant l'ús d'avatars o representacions digitals dels usuaris. El metavers integra eines de RA i RV en un entorn digital. Es tracta d'un entorn virtual immersiu, amb múltiples aplicacions, on podem interactuar lliurement amb altres individus o també amb objectes i artefactes digitals.

Al metavers prenem la forma d'un avatar, una representació de nosaltres mateixos en aquest món virtual. Les generacions més joves integren molt més fàcilment la interacció en aquest tipus d'entorn, per la seva similitud amb els videojocs on socialitzen.

La pandèmia ha accelerat el ritme d'implantació d'aquesta tecnologia, liderada per diverses empreses tecnològiques d'àmbit mundial. En aquest sentit, no existeix, avui en dia, un estàndard universal i lliure. Cada empresa o institució intenta desenvolupar i explotar el seu metavers: Meta (Facebook), Microsoft, Epic Games... A Catalunya, per exemple, podem esmentar l'experiència del *Catvers* (<https://www.catvers.cat/>).

Història i antecedents del Metavers

El concepte "metavers" apareix per primera vegada a la novel·la *Snow Crash*, de Neal Stephenson (1992), on un repartidor de pizza en el món real actua com a samurai al metavers, un ciberespai digital.

Des d'aleshores podem destacar diversos antecedents que juguen amb la idea de viure una altra vida, representats per un avatar, en un món paral·lel. Els *Digimon* dels anys 90 o més endavant *Second Life* (<https://secondlife.com/>) fins a arribar als més moderns *Minecraft* (<https://www.minecraft.net/es-es>), *Fortnite* (<https://www.fortnite.com/?lang=es-ES>) o *Roblox* (<https://www.roblox.com/>).

El cinema de ciència-ficció ha tractat sovint el tema. A pel·lícules com *Matrix*, de les germanes Wachowski, els protagonistes assaltaven una xarxa neuronal, un món artificial creat per les màquines amb l'objectiu de controlar els humans i extreure la seva energia vital.

Al món d'Avatar, de James Cameron, els protagonistes esdevenien uns éssers fantàstics de color blau (Figura 9). Així mateix, a la més recent *Ready Player One*, de Steven Spielberg, la humanitat ocupava el seu temps en un univers paral·lel, el joc Oasis, on s'escapava de les misèries de la vida quotidiana.



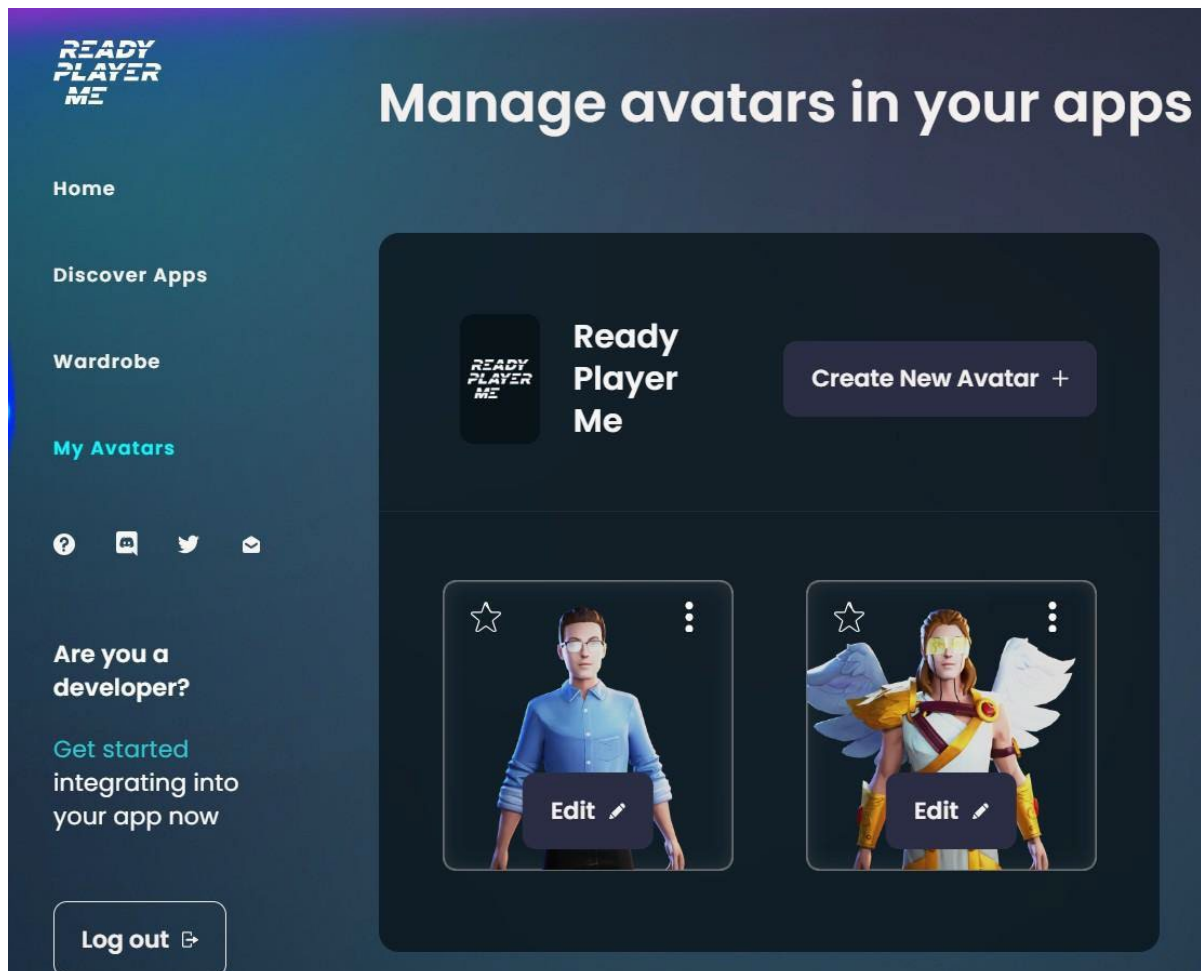
[Figura 9. Anunci de la pel·lícula Avatar]

Disseny d'un avatar

Quan s'entra en un metavers, sovint es crea un avatar per defecte o bé la mateixa aplicació ens demana que el configurem amb diverses opcions: gènere, tria entre diversos models preestablerts, foto de referència, etc. Es pot optar per un personatge realista o bé per una representació més imaginària que no tingui res a veure amb la nostra aparença real.

Ready Player Me (<https://readyplayer.me/>), per exemple, ens possibilita la configuració un avatar més personalitzat. L'eina està pensada per a desenvolupadors de videojocs, per crear personatges, però també se'n pot fer un ús particular. Aspectes a configurar són: gènere, pentinat i color del cabell i de la pell, roba, complements de vestir, maquillatge...

Un cop creat l'avatar, es pot connectar des de la mateixa plataforma perquè aquella imatge ens representi a diversos metaversos (Figura 10).



[Figura 10. Exemples d'avatars elaborats amb Ready Player Me]

La creació d'un o diversos avatars personals, així com la reflexió del perquè de les decisions preses, podria ser una bona pràctica educativa. La personalització de l'avatar és una possible via d'ingressos per a les empreses, perquè hi ha usuaris disposats a pagar per distingir-se.

Dins d'apps com *Meta Horizon Worlds*, per exemple, és possible configurar l'aspecte del nostre avatar, es poden fer selfies i podem comprovar el nostre aspecte virtual i compartir-lo a les principals xarxes socials.

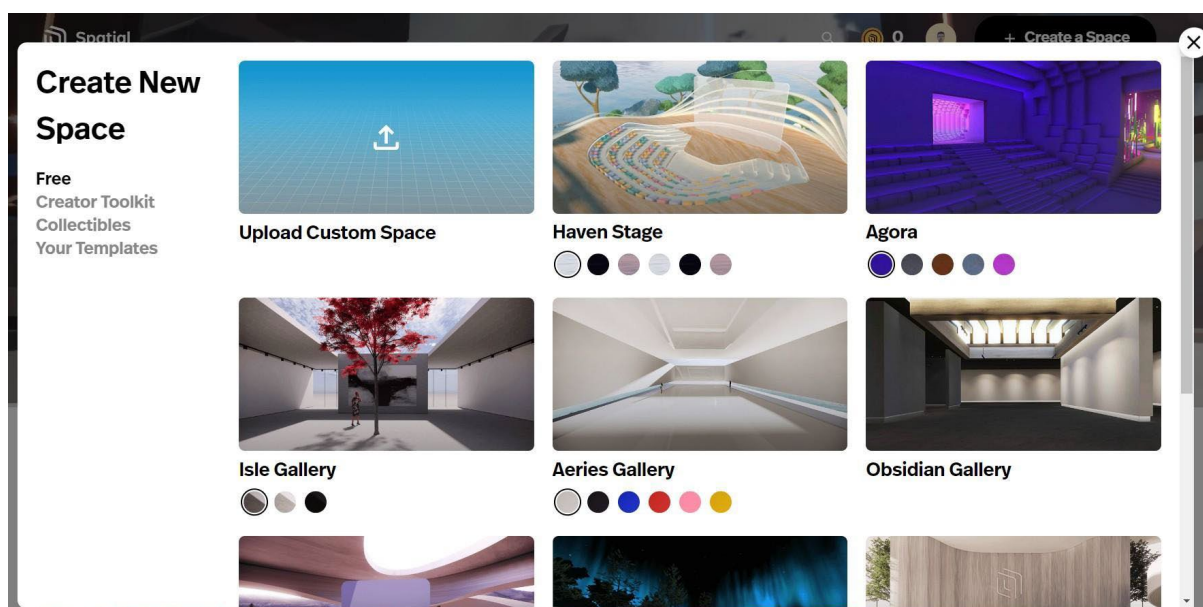
Principals eines de metavers

- *Spatial* (<https://www.spatial.io/>) és una plataforma que permet crear metaversos a partir de plantilles predissenyades o bé el nostre espai personalitzat, basat en *Unity*.

Quan ens hi registrem, ens demana una foto i la configuració d'un avatar bàsic. És possible connectar-nos-hi, així mateix, amb un avatar de *Ready Player Me*.

Des d'un ordinador, el nostre personatge es pot moure per l'espai amb les tecles de direcció, ballar (a l'estil *Fortnite*) i reaccionar a l'esdeveniment que s'estigui portant a terme. De tota manera, l'experiència impressiona i és molt més interactiva i realista quan es viu amb unes ulleres de realitat virtual (Figura 11).

Amb la versió lliure actualment s'hi poden connectar fins a 50 usuaris de cop. Es poden gestionar els permisos perquè els visitants tinguin capacitat per editar el contingut del metavers o només siguin espectadors/es. Dins de l'espai, es pot obrir el micròfon per comunicar-se en viu amb altres persones. També s'hi poden situar i manipular objectes en 3D des de *Sketchfab*, així com altres elements de la galeria, imatges i vídeos propis.



[Figura 11 Plantilles de Spatial]

- *Microsoft Mesh* (<https://learn.microsoft.com/es-es/mesh/overview>) és l'evolució de l'anterior *AltspaceVR*, un espai de metaversos de Microsoft clausurat el març de 2023.

Bàsicament, s'ha integrat l'eina a l'entorn *Teams*, amb la idea de possibilitar el disseny d'espais virtuals on els equips de treball puguin interactuar i comunicar-se.

- *Meta Horizon Worlds* (<https://www.meta.com/es-es/experiences/2532035600194083/>) és l'eina de creació de metaversos pròpia de Meta (Facebook) i funciona amb les Meta Quest 2 i 3.



[Figura 12. Selfie d'un avatar a Meta Horizon Worlds]

Meta Horizon Workrooms (<https://forwork.meta.com/es/horizon-workrooms/>), de manera semblant a *Mesh*, encara en fase beta, s'integra amb *Zoom* com a metavers ideat per a equips de treball i es pot connectar a calendaris de *Google* o *Outlook* (Figura 12).

Mozilla Hubs (<https://hubs.mozilla.com/>), de Mozilla, és una plataforma que, en la versió lliure, ens ofereix fins a 500 MB per crear espais i avatars i permet la connexió de fins a 10 usuaris simultàniament.

Disposa de nombroses plantilles de metaversos i s'integra amb *Blender* (eina de codi lliure) per poder crear espais propis. Com en moltes de les eines esmentades, hi ha una activa comunitat a *Discord*.

- *VRChat* (<https://hello.vrchat.com/>).

Un dels seus punts a remarcar de la plataforma és la creació d'avatars personalitzats, de cos

sencer i amb un alt nivell de detall. A força mons, un cop descarregats, s'hi pot accedir des de l'ordinador o des de les ulleres *Quest, HTC Vive...*

- *Unreal* (<https://www.unrealengine.com/es-ES/>) és el motor de creació de continguts d'*Epic Games*.

És l'eina, per exemple, amb la qual es va crear l'exitós videojoc *Fortnite* i ofereix suport a una activa comunitat de creadors/es. Et pots descarregar el programa i experimentar-hi lliurement. Només pagaries la llicència en el moment que volguessis llançar un producte.

- *VR Sketch*, finalment, no seria pròpiament un metavers. Es tracta d'una extensió de *SketchUp* que habilita la possibilitat de visualitzar i entrar a l'interior dels nostres dissenys 3D i editar-los amb recursos de Realitat Virtual. És compatible, de moment, amb PC, *Quest 1 i 2* i *Pico Neo 3*.

La llista que us acabem d'oferir pot patir canvis i variacions en els pròxims mesos: noves versions, possibles limitacions, etc. De la mateixa manera que amb la RA i la RV, caldrà anar seguint l'evolució del mercat.

Conclusions

En un món on l'aprenentatge virtual o híbrid està a l'ordre del dia, les institucions educatives al metavers poden programar conferències, organitzar visites guiades a entorns virtuals o fomentar la col·laboració en línia entre estudiants. El metavers possibilita connectar estudiants i professionals de tot el món i proporcionar una experiència d'aprenentatge més enriquidora i interactiva. Així mateix, la tornada a la presencialitat després de la pandèmia, obre diversos interrogants al respecte. Certament, algunes empreses que els últims temps havien empès el desenvolupament d'aquesta tecnologia ara estan desviant les seves inversions al camp de la intel·ligència artificial, que darrerament ha viscut una notable efervescència. Tanmateix, en un futur pròxim és previsible que el metavers integri també eines d'intel·ligència artificial que l'enriqueixi, com per exemple personatges ficticis basats en *Chat GPT* que milloraran l'experiència als videojocs. La potencial interacció entre aquestes tecnologies obra un camp molt interessant també per a simulacions i entrenament de professionals.

Té sentit replicar un aula d'educació secundària, universitària o de persones adultes? Cal que l'alumnat entri i escolti una classe com si fos impartida per videoconferència? Sembla que això seria ben poca cosa per una eina que ens dona la possibilitat d'idear i crear nous mons digitals. El repte pedagògic està servit. En tot cas, seria molt més motivador i interessant obviar les limitacions físiques i canviar les normes, obrir la ment a noves possibilitats educatives.

L'organització d'esdeveniments i concerts en directe dins de jocs com *Fortnite* amb audiències milionàries, per posar un exemple, convida a superar els límits convencionals.

--

Francesc Nadal Rius

Institut de Palamós - Professor col·laborador de la UOC

Capítol 5. Experiències a l'aula i tendències actuals, per a la formació docent

El desenvolupament professional s'enriqueix amb la reflexió sobre la pràctica, l'estudi de casos, i l'observació entre iguals (Marzano, et al. 2001). La formació dels docents a la Universitat hauria d'incorporar l'anàlisi d'experiències pràctiques a les aules, la recerca d'evidències d'èxit, i el debat sobre les experiències docents innovadores.

A continuació us proposem activitats de formació docent basades en la indagació i el debat sobre projectes digitals immersius que s'han dut a terme en el context educatiu de nivells ben diferents. Podeu abordar cada un dels projectes d'aquest capítol des de tres àmbits d'estudi:

- a) L'interès curricular de l'experiència i el seu desenvolupament conceptual.
- b) Les metodologies utilitzades i les estratègies prioritzades en cada cas.
- c) La interacció, la comunicació i el model participatiu que s'aplica en cada experiència presentada.

Els exemples que recollim en aquest capítol mostren diversos articles sobre experiències docents amb realitats digitals: RA, RV i Metavers, a l'aula de diferents matèries i nivells educatius.

La tria i ordenació s'ha realitzat, en primer lloc, en funció de la tecnologia predominant en cada experiència, si bé moltes d'elles combinen diversos elements de cadascuna. Així mateix, l'agrupació també ha tingut en consideració el nivell educatiu al qual s'adrecen.

Recull d'experiències:

1. L'experiència didàctica del "Joc dels Animals Vertebrats i Invertebrats" en Realitat Augmentada amb Cospaces i Merge Cube: un exemple d'aprenentatge col·laboratiu a Primària.

Proposta d'ús en la formació docent i l'aplicació a l'aula universitària:

- a) Identifiqueu els elements que distingeixen l'aprenentatge col·laboratiu.
 - b) Demaneu al ChatGPT o altre eina de generació de text que, a partir dels elements identificats, i com a expert en metodologies educatives, faci una llista d'arguments a favor de l'observació sistemàtica i la classificació, com a estratègies per aprendre a aprendre.
 - c) Valoreu el text obtingut de la IA, i utilitzeu les vostres opinions per organitzar un debat a favor i en contra de l'ús d'eines informàtiques a l'aula de primària, en funció de temes com el risc d'addicció a les pantalles, i la possible pèrdua d'interès o atenció per la realitat física.
2. Explorant Castells Medievals: un projecte interactiu amb 3D, RA i RV a Primària.

Proposta d'ús en la formació docent i l'aplicació a l'aula universitària:

- a) Observeu la diversitat cultural del vostre entorn, del grup-classe, o de la localitat de residència, i establiu quines divergències culturals o històriques hi pot haver en una mateixa aula.
- b) Lliureu les observacions fetes al ChatGPT o altres models de IA Generativa de text, i demaneu que proposi una activitat per treballar la història de cultures diferents, en la mateixa línia que les propostes de l'article.
- c) Valoreu els resultats obtinguts adapteu el que sigui d'utilitat i prepareu activitats alternatives per aplicar aquest projecte a la realitat històrica d'alumnes que no provenen de la cultura occidental, per tal d'ampliar la proposta amb elements que siguin propers a l'alumnat d'origens diferents.

3. Taller de Realitat Augmentada a la Casa dels Xuclis.

Proposta d'ús en la formació docent i l'aplicació a l'aula universitària:

- a) Per parelles, feu un llistat de prioritats estratègiques per mantenir el contacte de l'alumnat malalt de càncer amb l'ecosistema escolar.
- b) Demaneu al ChatGPT o altres eines de IA generativa de textos que utilitzi les vostres prioritats per proposar activitats curtes que facilitin la participació dels familiars de l'alumnat malalt, i que afavoreixin la comunicació, la interacció i l'intercanvi d'opinions.
- c) Valoreu els resultats obtinguts i identifiqueu què tenen en comú amb la proposta de la Casa dels Xuclis.

4. Realitats a l'Educació Especial.

Proposta d'ús en la formació docent i l'aplicació a l'aula universitària:

- a) Identifiqueu els elements que afavoreixen en aquesta experiència la participació i la inclusió de l'alumnat més vulnerable
- b) Afegiu per a cada element dos conceptes bàsics que il·lustrin l'impacte positiu de la inclusió per l'alumnat de necessitats educatives singulars.
- c) Proposeu al ChatGPT que utilitzi els elements i els exemples per escriure un breu assaig sobre la personalització de l'alumnat amb necessitats educatives especials
- d) Valoreu el resultat i cerqueu a Internet fonts acadèmiques i article científics de l'àmbit pedagògic que defensin o proposin els conceptes per a la inclusió esmentats en el text.

5. Porfolio digital de situaciones de aprendizaje con Realidad Aumentada.

Proposta d'ús en la formació docent i l'aplicació a l'aula universitària:

- a) Llegiu l'article i feu la vostra pròpia definició de "portfolio digital", "portfolio docent" i "portfolio d'aprenentatge". Poseu-lo en comú amb alguns altres companys, i milloreu la proposta inicial.
- b) Lliureu el resultat al ChatGPT o altre eina IA generadora de text, i demaneu autors acadèmics o pedagogs que hagin proposat teories que hi estiguin relacionades.
- c) Cerqueu a internet un article de cada autor i valoreu si els suggeriments rebuts tenen sentit, o són únicament coincidències lèxiques, sense fonamentació.

- d) Exploreu el Dossier professional Docent de la XTEC (<https://dossier.xtec.cat/>). Inicieu el vostre propi Portfoli i incorporeu un breu resum de l'article, l'activitat duta a terme i les vostres conclusions, amb un comentari personal sobre l'ús de les situacions d'aprenentatge amb RA en educació.

6. Propuestas inclusivas para la visualización 3D en matemáticas desde diferentes realidades digitales.

Proposta d'ús en la formació docent i l'aplicació a l'aula universitària:

- a) Llegiu l'article i compareu les diferents propostes d'ús de la visualització 3D en matemàtiques per a la inclusió, que es presenten en el text.
- b) Identifiqueu diferents perfils d'alumnat, les seves possibles necessitats, i els beneficis que poden aportar les estratègies d'inclusió que heu trobat.
- c) Lliureu els perfils i les propostes fetes al ChatGPT o altres eines IA generadores de text, i demaneu que redacti 5 propostes per personalitzar l'aprenentatge i atendre la diversitat adequada a cada perfil.
- d) En grups, valoreu el resultat i establiu una llista d'avantatge que fonamentin l'ús de la visualització 3D en matemàtiques.

7. Ponte con el desarrollo sostenible. La Realidad Virtual y la inteligencia artificial como herramientas para el diseño de videojuegos. Una experiencia inmersiva en educación primaria.

Proposta d'ús en la formació docent i l'aplicació a l'aula universitària:

- a) Amb ajuda del ChatGPT o altres eines d'IA generadores de text, feu una revisió dels 17 Objectius de Desenvolupament Sostenible de l'Agenda de les Nacions Unides pel 2030
- b) Considereu quins dels ODS es veuen reflectits en el text d'aquest article, i assenyalau una cita o paràgraf que en faci referència.
- c) Valoreu quins ODS es podrien fer més visibles, i quin tipus d'activitat, proposta o relat podríeu utilitzar per justificar-ho. Podeu consultar bibliografia específica, si és el cas.
- d) Utilitzeu el ChatGPT per millorar la vostra proposta, i editar-la en forma d'assaig acadèmic curt, mostrant objectius, metodologia, producte, i fonts utilitzades.

8. Experiencia STEAM con CoSpaces Edu para el trabajo en proyectos Erasmus+.

Proposta d'ús en la formació docent i l'aplicació a l'aula universitària:

- a) Consulteu a la Guia Erasmus+ quines finalitats tenen les diferents línies d'aquest programa, i quines prioritats tenen cada una d'elles.
- b) Identifiqueu en aquest article les finalitats i prioritats de l'Erasmus+, i assenyalau per a cada una d'elles la frase, activitat o estratègia que ho fa evident.
- c) En parelles, assenyalau quines finalitats o prioritats es poden fer encara més visibles i demaneu al ChatGPT quines propostes concretes es poden fer al vostre centre o la

vostra entitat educativa per a cada una d'elles. Recordeu que cal informar l'eina de redacció del context del vostre centre, per obtenir resultats atractius i útils.

- d) Valoreu i compareu els resultats obtinguts, amb els altres grups.

9. Revolucionando la formación en mantenimiento industrial con Digital Twin Boxes.

Proposta d'ús en la formació docent i l'aplicació a l'aula universitària:

- a) Demaneu al ChatGPT o altres eines d'IA generatriu que presenti breument el concepte de Tween digital, i els seus usos en la formació industrial, i compareu el resultat amb la informació que es desprèn d'aquest l'article.
- b) Feu una proposta de Tween que pugui ser útil en el vostre entorn escolar o educatiu, i afegiu-la al ChatGPT tot demanant que l'estructuri per tal de realitzar una pràctica de creació de Tween.
- c) Demaneu quin Codi caldria per posar-la en pràctica, i aprofundi en la formulació de la demanda fins que el ChatGPT us proporcioni una línia de producció viable, una eina útil per a desenvolupar l'experiència, o un tutorial o una lectura informativa veritablement útil.

10. El metavers com a canal de comunicació educativa.

Proposta d'ús en la formació docent i l'aplicació a l'aula universitària:

- a) Llegiu l'article, assenyalau cinc afirmacions que siguin realment transformadores dels processos comunicatius que actualment s'apliquen a l'educació més tradicional. Presenteu-les al ChatGPT o altres eines de generació de documents, i demaneu que afegixi dues raons o justificacions que promoguin l'aplicació d'aquests processos transformadors a l'aula en el moment actual
- b) Valoreu el resultat i utilitzeu el text del ChatGPT per a revisar el vostre entorn educatiu, la vostra aula o el centre docent, per identificar els elements que serien més urgents de canviar, les situacions comunicatives que serien més fàcilment transformables, i el tipus de missatges que ja es poden optimitzar en entorns immersius.
- c) Feu una proposta pràctica i real per iniciar el canvi, i vehiculeu la petició corresponent als organitzadors o persones que puguin actuar en la presa de decisions per fer-ho possible.

11. Metaverso en proyectos de Máster en Márketing Digital.

Proposta d'ús en la formació docent i l'aplicació a l'aula universitària:

- a) Llegiu el text, i valoreu l'ús del Metavers en els projectes presentats, tot indicant diversos elements que proporcionen un valor pedagògic afegit en temes d'inclusió, personalització, col·laboració i eficiència.
- b) Introduïu la vostra observació en el ChatGPT o altres eines de IA generadores de text, i demaneu que respongui com si fos un expert en tecnologia educativa, per ordenar i elaborar una relació jeràrquica d'avantatges, d'acord amb la piràmide de Bloom. El requeriment o PROMPT pot ser com ara *"Tinc una llista de projectes de Màster sobre ús del Metavers a la Universitat, i vull una llista d'avantatges, d'acord amb la taxonomia de Bloom. Quines activitats puc fer per obtenir l'opinió justificada dels*

[meus companys universitaris, meus alumnes, etc...] sobre l'ús del Metavers a la Universitat, segons la taxonomia de Bloom?"

- c)** En parelles, valoreu el resultat i feu-ne una crítica justificada.

Tots aquests articles permeten, a més a més, l'Anàlisi Crítica que els professors en formació poden realitzar individualment (analitzant cada cas) o per parelles (discutint sobre les tècniques que s'utilitzen), per tal de reflexionar sobre les eines utilitzades, la seva pròpia experiència, i els riscos metodològics i cognitius dels mals usos o dels abusos conscients o inconscients que es poden produir.

Igualment, tots els articles seleccionats permeten fer un debat docent sobre:

- a)** l'avaluació de l'eficàcia pedagògica que se'n deriva, i de les evidències d'aprenentatge, més enllà de la novetat de l'eina.
- b)** les estratègies d'integració tecnològica i les formes d'incorporar la interacció entre iguals en cada projecte presentat.
- c)** i les consideracions ètiques i pràctiques que es poden donar en cada situació, especialment en temes de seguretat, privacitat, sostenibilitat, etc.

Finalment, cal considerar l'ús d'aquests articles com a inspiració per elaborar altres propostes en diferents àrees i nivells educatius. Això pot ajudar a fomentar la creativitat i la innovació en l'ús de la realitat augmentada (RA), la realitat virtual (RV) i el metavers, i a promoure Projectes Col·laboratius i Interdisciplinaris entre els futurs docents o els docents en formació.

Esperem que us inspirin la necessitat d'explorar i aprofitar aquestes tecnologies en benefici d'un millor aprenentatge de l'alumnat universitari, igual que ho ha estat per l'alumnat de primària i secundària que ha participat en les experiències que es recullen a continuació. Moltes gràcies i gaudiu-ne!

Marzano, R. J., Pickering, D. J., & Pollock, J. E. (2001). Classroom instruction that works: Research-based strategies for increasing student achievement. Alexandria, VA: ASCD

L'experiència didàctica del “Joc dels Animals Vertebrats i Invertebrats” en Realitat Augmentada amb Cospaces i Merge Cube

Un exemple d'aprenentatge col·laboratiu, per a la formació de docents de Primària

RESUM

Aquest article acadèmic descriu l'experiència didàctica "El Joc dels Animals Vertebrats i Invertebrats" realitzada pels alumnes de quart de primària a l'Escola Sant Jordi mitjançant l'ús de l'aplicació CoSpaces i el dispositiu Merge Cube.

En aquesta experiència, els alumnes van treballar en grups per dissenyar un món virtual que representés els animals vertebrats i invertebrats. Van programar aquests animals per interactuar amb els usuaris, plantejant preguntes i oferint respostes, reforçant així el seu aprenentatge sobre aquesta temàtica. A més, van avaluar-se mútuament i amb la participació dels alumnes de segon de primària mitjançant rúbriques i Google Forms, obtenint resultats altament positius.

Paraules clau: Aprenentatge immersiu, Ensenyament col·laboratiu, Avaluació digital

ABSTRACT

This article presents an innovative pedagogical experience titled "The Game of Vertebrate and Invertebrate Animals" conducted by the fourth-grade students at Sant Jordi's primary school using the CoSpaces application together with the Merge Cube. In this project, students collaboratively designed two distinct virtual worlds representing where the vertebrate and invertebrate animals live. They programmed these virtual animals to interact with users by prompting questions and providing feedback, enhancing their understanding of these animal classifications. Furthermore, they engaged in self-assessment, peer assessment, and assessment by second-grade students and teachers through rubrics and Google Forms, resulting in highly positive outcomes.

Keywords: *Immersive Learning, Collaborative Education, Digital Assessment*

Introducció

L'educació està en constant evolució, impulsada per les noves oportunitats que ofereix la transformació digital per millorar l'aprenentatge. En aquest context, les tecnologies emergents, com les aplicacions de realitat virtual i augmentada, s'han establert com a eines poderoses per millorar l'experiència d'aprenentatge de l'alumnat.

Aquest article se centra en com l'ús de la realitat augmentada pot enriquir i aprofundir el procés d'aprenentatge. A través de l'anàlisi d'una experiència pedagògica específica, en la qual l'alumnat de quart de primària utilitzen l'aplicació *CoSpaces* per aprendre sobre els diferents tipus d'animals, expliquem com aquesta tecnologia fomenta la immersió, l'aprenentatge experiencial, la visualització de conceptes, la motivació, la col·laboració i la personalització de l'educació. A més, examinem com l'ús de la realitat augmentada prepara l'alumnat per a un futur cada vegada més digital i tecnològic. El professorat pot adaptar les activitats i fer transferència dels principis i valors pedagògics presentats, a qualsevol nivell educatiu.

La utilització de la realitat augmentada basada en jocs s'ha revelat a l'article dels autors Fotaris, Pellas, Kazanidis i Smith (2017) com una opció viable per a l'ensenyament de les Ciències, ja que permet visualitzar conceptes que són invisibles, abstractes i complexos en 3D. Així mateix, possibilita la representació visual de fenòmens científics que, en altres circumstàncies, no podrien ser percebuts sense l'ús d'un dispositiu especialitzat. Aquesta investigació destaca la importància de la realitat augmentada com a eina educativa d'avantguarda que promou un aprenentatge més significatiu i efectiu.

Metodologia

Aquesta experiència va ser dissenyada en realitat augmentada per promoure la motivació, la iniciativa (per exemple, l'alumnat fa moltes preguntes i són explícits en les seves preferències i interessos), les habilitats de pensament (per exemple, els estudiants utilitzen estratègies d'aprenentatge avançades i guien activament el seu procés d'aprenentatge), l'aprenentatge emocional (per exemple, l'alumnat mostra emocions positives i rarament expressen emocions negatives) o la conducta (per exemple, els alumnes s'esforcen i mostren una gran persistència i dedicació) (Tiede et al., 2023 pàg. 1284-1287).

Els/les alumnes de quart de primària van ser agrupats en equips de tres persones i van rebre l'assignació de dissenyar dos mons virtuals amb l'ajuda de l'aplicació *CoSpaces*: un món dedicat als animals vertebrats i l'altre als invertebrats. Aquest enfocament va permetre a l'alumnat explorar de manera pràctica la classificació d'aquests animals i comprendre les seves característiques.

Cada grup va treballar individualment en els seus ordinadors portàtils, però al mateix temps col·laboraven mitjançant la plataforma *CoSpaces* per construir els seus mons virtuals. Van utilitzar els *Merge Cubes* per visualitzar els animals i que aquests formessin part de la seva realitat i els van programar per interactuar amb els usuaris. Quan un alumne tocava un animal, es generava una pregunta relacionada amb les característiques dels vertebrats o invertebrats. L'alumnat podia seleccionar entre quatre opcions de resposta, i si triaven la resposta correcta, es recompensava amb una animació o un so associat a l'animal. En cas que la resposta fos incorrecta, es donava l'oportunitat de tornar-ho a intentar (Figura 13). A continuació, es detallen els passos que es van seguir per aconseguir aquest objectiu.

Disseny de Mons Virtuals

El primer pas va ser agrupar l'alumnat en equips de tres persones, els quals van rebre l'assignació de dissenyar un món virtual en tres dimensions, la meitat dels grups van dissenyar el món dels animals vertebrats i l'altra meitat, el dels invertebrats (figura 13). Utilitzant l'aplicació CoSpaces, van començar a crear aquests entorns virtuals des de zero. Van tenir l'oportunitat de personalitzar l'aparença dels seus mons, afegir paisatges, vegetació i altres elements visuals per representar de manera efectiva els dos grups d'animals.

La gestió de les emocions és crítica en aquesta fase inicial. El desenvolupament i l'aplicació de la tecnologia de realitat augmentada tendeixen a generar un alt nivell de satisfacció entre els estudiants i promouen conductes positives, però també poden induir a l'ansietat i l'estrès per la manca de familiaritat amb la realitat augmentada (Gómez-Rios et al., 2023). És crucial ajudar l'alumnat a gestionar les seves emocions, ja que els permetrà abordar els desafiaments emocionals que puguin sorgir i aprofitar les emocions positives, com la motivació i l'interès, per millorar la seva experiència d'aprenentatge. Els docents tenen un paper essencial en aquesta tasca, proporcionant orientació i suport perquè l'alumnat aprengui a identificar, expressar i regular les seves emocions de manera saludable. Això contribueix a un entorn d'aprenentatge més positiu i productiu.

Interacció i Creació dels Merge Cubes

Per a la visualització dels animals en aquests mons virtuals, l'alumnat van fer servir Merge Cubes, que són dispositius que es poden utilitzar per experimentar la realitat augmentada. Els van crear en cartolina, i quan els visualitzaven amb la tauleta, representaven els mons dels animals i interactuaven amb la realitat física de l'alumnat, i aquest element va afegir una dimensió física a l'experiència digital (figura 14). Va ser una manera de connectar el món digital amb el món real i apropar-los els diferents tipus d'animals que no poden observar al seu dia a dia.

Programació d'Interaccions

Un dels aspectes més importants de l'experiència va ser la programació dels animals virtuals per interactuar amb els usuaris. L'alumnat va utilitzar les capacitats de programació per blocs per crear un joc de preguntes (figura 13). Quan tocaven un animal o altres elements interactius del món virtual utilitzant el Merge Cube, es generava una pregunta relacionada amb les característiques dels animals vertebrats o invertebrats. Aquesta interacció fomentava l'exploració activa dels continguts.



[Figura 13: alumnat creant el seu món virtual en RA]

Retroalimentació Interactiva

Un aspecte clau del joc era el disseny i programació de la retroalimentació proporcionada als participants en el joc. Quan un alumne seleccionava la resposta correcta a la pregunta plantejada pel sistema, el joc podia recompensar-los amb una animació o un so associat a l'animal, afegint una dimensió d'entreteniment i reforç positiu a l'experiència d'aprenentatge. D'aquesta manera, la tecnologia no només era educativa, sinó també divertida i motivadora.

Comunicació i Transferència de Coneixements

Un cop els jocs van ser creats, l'alumnat de quart de primària van tenir l'oportunitat de compartir les seves creacions amb els/les alumnes de segon de primària. Aquesta fase va ser crucial perquè l'alumnat de quart consolidés els seus coneixements i millorés les seves habilitats comunicatives. Van poder explicar als seus companys més joves les característiques dels animals vertebrats i invertebrats de manera interactiva i enginyosa.

Resultats

Els resultats d'aquesta experiència van ser excepcionals en diversos nivells. En primer lloc, l'alumnat de quart de primària van mostrar un clar augment en el seu coneixement sobre els animals vertebrats i invertebrats, ja que van haver d'investigar i comprendre les característiques d'aquests grups per programar adequadament els seus jocs. Aquesta immersió activa en el contingut va afavorir una comprensió més profunda i duradora.

En segon lloc, la col·laboració entre l'alumnat va ser fonamental per a l'èxit del projecte. Treballar en petits grups va fomentar la comunicació, la resolució de problemes i l'aprenentatge mutu, competències clau per al futur. A més, la interacció amb els alumnes més joves de segon de primària va afavorir la consolidació dels coneixements adquirits i va crear una dinàmica d'aprenentatge enriquidora per a tots els participants.



[Figura 14: experiència de joc]

Un altre aspecte destacable va ser l'ús de rúbriques (CoRubrics) i Google Forms per a l'avaluació. L'alumnat va participar activament en la creació de la rúbrica i van autoavaluar-se i coavaluar-se entre ells/elles. A més, van recopilar retroalimentació dels alumnes de segon de primària i dels mestres que van participar en l'experiència. Aquest enfocament holístic va promoure la responsabilitat, la reflexió i l'aprenentatge metacognitiu.

Aquesta experiència didàctica posa de manifest el potencial de les tecnologies emergents com a eines d'aprenentatge en l'educació primària. L'ús de CoSpaces va permetre l'alumnat explorar de manera activa els conceptes i les característiques dels animals, mentre que la programació del joc i les interaccions amb els animals va millorar les seves habilitats tecnològiques.

Conclusió

L'experiència "El Joc dels Animals Vertebrats i Invertebrats" en realitat augmentada realitzada amb l'aplicació CoSpaces i el dispositiu Merge Cube han demostrat ser unes eines educatives efectives per promoure l'aprenentatge actiu i col·laboratiu a primària (Figura 14).

L'alumnat ha après, no només sobre els animals i les seves característiques, sinó també sobre com treballar en equip, comunicar-se competentment i autoavaluar-se.

Aquesta experiència pot servir com a exemple de com la integració de la tecnologia i la col·laboració entre estudiants poden millorar significativament els resultats d'aprenentatge. L'ús de rúbriques i l'autoavaluació són eines valuoses per promoure la responsabilitat i la reflexió de l'alumnat sobre el seu aprenentatge. En resum, aquest projecte ha estat una oportunitat d'aprenentatge enriquidora per a tots els involucrats i destaca el potencial de la realitat augmentada i la tecnologia en l'educació actual combinant l'aprenentatge actiu i la tecnologia, i proporcionant resultats educatius positius.

Bibliografia

- Fotaris, P., Pellas, N., Kazanidis, I., & Smith, P. (2017). A systematic review of Augmented Reality game-based applications in primary education. In *Memorias del XI congreso europeo en aprendizaje basado en el juego graz* (pp. 181-191).
- Gómez-Rios, M. D., Paredes-Velasco, M., Hernández-Beleño, R. D., & Fuentes-Pinargote, J. A. (2023). Analysis of emotions in the use of augmented reality technologies in education: A systematic review. *Computer Applications in Engineering Education*, 31(1), 216-234.
- Tiede, J., Förster, K., Grafe, S., & Mangina, E. (2023). AUGMENTED REALITY IN PRIMARY EDUCATION: TEACHERS' PERSPECTIVES ON POTENTIAL AND BARRIERS. In *INTED2023 Proceedings* (pp. 1283-1292). IATED.

Link: https://drive.google.com/file/d/16udDMUhmHuWfCJz_qyCXJ_2hI3dyi8WQ/view

Elena Vercher Ribis

Escola Sant Jordi - Ametlla de Mar / Universitat Rovira i Virgili

Explorant Castells Medievals: un projecte interactiu amb 3D, RA i RV per la didàctica de l'educació precoç i l'aula d'educació Primària

RESUM

Aquest article presenta un projecte educatiu fet amb nens de primària que exploren els castells medievals i el seu context històric. Els alumnes es van dedicar a un estudi exhaustiu dels components i funcionalitats del castell, i després van crear models físics de castells amb materials reciclats. A continuació, el projecte va introduir el disseny assistit per ordinador (CAD) amb SketchUp for Schools, que va permetre als estudiants dissenyar els seus castells en 3D. La realitat augmentada (AR) a través de Kubity Go va possibilitar als estudiants interactuar amb models digitals en 3D, i la realitat virtual (VR) va facilitar l'exploració immersiva dels dissenys dels seus castells. La integració d'AR i VR va fomentar la creativitat i va millorar les experiències d'aprenentatge. Aquest enfocament multidimensional va resultar una experiència educativa innovadora i enriquidora.

PARAULES CLAU: Castells medievals, Aprenentatge immersiu, Experiències de realitat augmentada

ABSTRACT

This article presents a project with elementary school children exploring medieval castles and their historical context. The students engaged in an exhaustive study of castle components and functionalities, followed by creating physical castle models using recycled materials. Then, the project introduced computer-aided design (CAD) with SketchUp for Schools, enabling students to design their castles in 3D. Augmented reality (AR) through Kubity Go allowed students to interact with digital 3D models, and virtual reality (VR) enabled virtual exploration of their castle designs. The integration of AR and VR received positive feedback, enhancing learning experiences and fostering creativity. This multidimensional approach proved an innovative and enriching educational experience.

KEYWORDS: Medieval fortresses, Immersive learning, Augmented reality experiences.

El projecte dels castells s'engloba dins l'àmbit de Coneixement del medi a segon curs de Cicle Superior (6è) on treballem com era la vida a l'edat mitjana i com era el dia a dia al voltant dels castells. Després de conèixer l'organització social i econòmica a l'edat mitjana i contextualitzar el tema comencem un treball exhaustiu dels castells, de les seves parts constructives i de les funcionalitats dels diferents elements dedicant unes deu sessions durant el primer trimestre del curs. El projecte ens ha donat peu, també, a conèixer els castells o les restes d'edificacions properes a Martorell, vila on està situada la nostra escola, algunes com ara el castell de Gelida, força ben conservades.

L'àmbit artístic ens ajuda a recrear una maqueta d'un castell partint de materials reciclats. Per grups de 5 alumnes, ens vam disposar a intentar reproduir els espais que acabàvem de treballar i que han anat cobrant sentit al llarg del projecte: torre de l'homenatge, muralles, espitlleres, merlets, pati d'armes, talaia, pont llevadís, pas de ronda, pou... L'ús d'eines i materials com tisores, pega, cartró o escuradents combinat amb algunes figures de joguines conformen uns castells amb els quals vàrem realitzar una exposició pels pares i pels companys d'altres cursos (Figura 15).

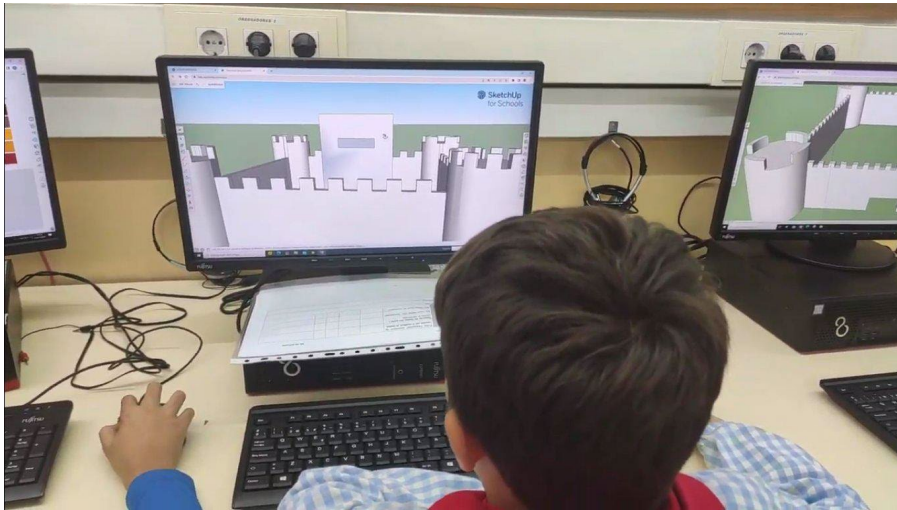


[Figura 15: exemples de maqueta]

Arriba l'hora d'incloure altres tecnologies, com ara el disseny assistit per ordinador. Utilitzant una aula amb ordinadors i de forma individual (alguns han preferit fer-ho en parelles), ens iniciem amb el programa *Sketchup for schools* (<https://edu.sketchup.com/>), un programa que permet una llicència educativa gratuïta si l'utilitzem des de la G-Suite de Google o la plataforma educativa de Microsoft.

El programa genera figures 3D amb un sistema que als alumnes els hi resulta força intuïtiu, dibuixant una figura i empenyent-la per donar-li volum. Primer coneixem l'eina, com fer diferents formes, el punt mig, el centre, com per forats... per després començar a donar forma al nostre castell dibuixat amb l'ordinador en 3 dimensions.

El programa facilita dibuixar amb mides reals i, per tant, necessitem documentar-nos: com és de gran un castell? Quant mesuren les muralles? Quina forma tenen? Com és d'alta la torre de l'homenatge? I les portes? Moltes d'aquestes respostes les vam trobar a Internet, on vam comprovar que hi havia molta diversitat de formes i mides i vam decidir fer el nostre castell amb unes mides pròpies, però coherents. Sketchup permet fer acotacions, triar materials i posar etiquetes a diferents punts, així com fer una visualització guiada pels diferents punts del castell. A mesura que anaven sorgint reptes de disseny els anàvem solucionant a la PDI, de vegades el mestre, de vegades els mateixos alumnes que ja ho havien resolt.



[Figura 16: treball amb SketchUp for Schools]

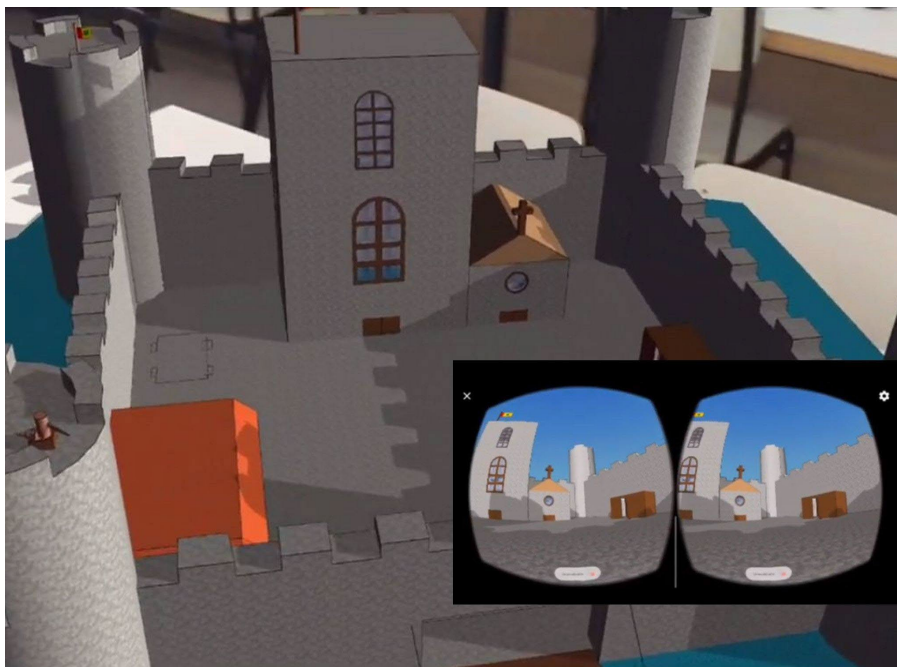
Resulta molt gratificant veure un resultat molt professional d'una creació pròpia. La sensació de donar entitat a un castell creat en 3D va créixer quan vam fer servir una APP anomenada "*Kubity Go - AR/VR for Sketchup*" que permet convertir directament un projecte de Sketchup en un entorn de realitat augmentada. El programa és de pagament, però té un període de prova suficient per als nostres interessos. No vam arribar a valorar l'ús d'altres programes com ara "*Cospaces*" (<https://cospaces.io/edu/>) perquè l'aplicació Kubity va complir les expectatives sense donar cap problema (Figura 16).

Amb la RA de Kubity vam obtenir el castell dissenyat en 3D, amb colors, materials i textures força reals a sobre de la taula de la classe. Va ser possible observar-ne els detalls, apropar-nos-hi, canviar el punt de vista... a través de diferents dispositius mòbils com ara tauletes o telèfons intel·ligents.

Resulta interessant el contrast del castell físic construït i decorat de forma "tradicional" que observem a la pantalla al costat d'un altre castell "fantasma". Aquest contrast ajuda a entendre el concepte de Realitat Augmentada en veure un castell a sobre de la taula, però

sabent que aquesta presència ha estat generada per un dispositiu digital. El castell el visualitzaven amb un parell d'iPads amb l'aplicació instal·lada. Per limitacions de la versió gratuïta vàrem haver de triar un dels models per fer les visualitzacions amb Kubity.

Finalment, encara vam poder donar una volta de rosca a la versió digital del castell creada amb Sketchup. El programa Kubity també ofereix l'opció de generar un entorn de realitat virtual amb l'objecte, en aquest cas el castell, que hem dissenyat. Així, vam crear la il·lusió de poder entrar virtualment al nostre castell i passejar-nos pel pati d'armes com si haguéssim fet un viatge en el temps. Unes senzilles ulleres de Realitat Virtual amb un telèfon i l'aplicació Kubity (amb el model de castell carregat) ens ho facilita. El programa s'encarrega de generar dues imatges, amb un petit grau de diferència, que fan que el nostre cervell tingui la sensació d'estar veient un entorn pel qual ens podem moure talment com si fóssim davant de l'objecte real. Per visualitzar-ho disposàvem de dos telèfons mòbils amb ulleres de RV i, els alumnes, per torns, feien petites visites al model creat (Figura 17).



[Figura 17: vista RV dels castells amb Kubity]

En resum, hem treballat l'edat mitjana des de moltes perspectives diferents. Els alumnes han creat utilitzant diferents tècniques i han tingut un primer contacte amb el disseny en 3D, algunes eines de disseny tècnic, la realitat augmentada i la realitat virtual. Han descobert diferents tecnologies i els avantatges i inconvenients de cadascuna.

Els alumnes van valorar positivament la possibilitat de treballar en realitat augmentada i realitat virtual un projecte abans de treballar-ho de forma física, ja que permet observar i detectar problemes en un disseny molt abans de començar, si s'escau, a construir-ho físicament. També vam debatre sobre les possibles utilitats d'aquestes tecnologies en el present i en el futur. El projecte resultar enriquidor i competencial per l'alumnat i el professorat.

En general, considero que la incorporació de disseny 3D, RA i RV en l'educació dels nens i nenes és una excel·lent idea, ja que pot oferir una forma diferent i més immersiva d'aprendre, a més d'aportar una gran contribució a la competència digital de l'alumnat. Aquesta metodologia pot estimular la seva imaginació i creativitat, alhora que fomenta l'aprenentatge pràctic i prepara l'alumnat amb competències pròpies dels ciutadans del segle XXI.

Bibliografia

- Sousa Ferreira, R., Campanari Xavier, R. A., & Rodrigues Ancioto, A. S. (2021). *La realidad virtual como herramienta para la educación básica y profesional*. Revista Científica General José María Córdova, 19(33), 223-241. <https://doi.org/10.21830/19006586.728>
- Portero Aylagas, M. @MireiaPortero5 *¿Es posible la Realidad Virtual en las aulas?* Ass. Espiral [web] <https://ciberespiral.org/es/es-posible-la-realidad-virtual-en-las-aulas/>
- Arbués, Jesús. @jesusarbues (1/9/2023) *Tutorial Cospaces* [vídeo] Youtube: <https://www.youtube.com/jesusarbues>
- Col·legi La Mercè. @cslamerce. *Castells, sketchup, VR i AR* [vídeo] YouTube. https://www.youtube.com/watch?v=FcuqScS_UaI

--

Andrés García Vega

Escola La Mercè - Martorell

Taller de Realitat Augmentada a la Casa dels Xuclis

RESUM

Experiència amb l'ajut de la Realitat Augmentada en un centre de tractament per nois/es amb càncer. Activitat portada a terme de forma continuada dins de les activitats extres que es fan en aquest espai. L'objectiu final és aconseguir una estona de distracció i, amb ajut de la sorpresa que la RA ofereix, fer que els nens hospitalitzats estiguin contents i implicats en activitats sobre el món dels dinosaures.

Paraules clau : RA, Realitat Augmentada, Quiver, Cospaces, Merge

ABSTRACT

Experience with the help of Augmented Reality in a treatment centre for children with cancer. The activity takes place continuously within the external activities that take place in this space. The ultimate goal is to achieve a period of distraction and, with the help of the surprise offered by AR, to make the children feel happy and participate in different activities around the world of dinosaurs.

Keywords: Augmented Reality, Immersive Learning, Augmented Reality

Les persones que hem anat fent projectes amb RA en el món educatiu durant els darrers anys estem notant que les empreses han vist que hi ha mercat en aquesta àrea i s'han llençat al seu control. Personalment, una de les coses que més m'han fet patir en el treball amb noves tecnologies ha estat els canvis, modificacions, desaparicions i falta d'estabilitat dels productes. Fa molt de malveure la feina dels teus alumnes bloquejada perquè la plataforma - on s'ha creat- ha passat a ser de pagament o que, directament, ha desaparegut tot el que s'havia fet. La necessitat de seguretat i confiança amb el que es treballa és clau. Partint d'aquesta situació, el que aquí presentarem és una sèrie de propostes fetes amb materials/plataformes que -quan llegiu aquestes línies- encara estaran operatius... esperem!

La Casa dels Xuclis és un centre d'acollida, similar a un hotel, per famílies amb nens amb càncer de fora de la ciutat i que necessiten seguir tractament continuat a Barcelona. Nascuda de la iniciativa de l'Associació de Familiars i Amics de Nens Oncològics de Catalunya (AFANOC), està situada al barri de Montbau, a prop de l'Àrea d'Oncologia Pediàtrica de l'Hospital de la Vall d'Hebron. Aquesta casa d'acollida disposa de 25 apartaments per famílies, on viuen durant els períodes de tractament dels infants.

La pràctica que presentem, i que s'ha portat a terme repetides vegades, ha estat dissenyada per aquest tipus de nens/es dins dels tallers que es fan durant les tardes per part de col·lectius de voluntaris. Així, durant un període de dues hores, aproximadament, els nens/es que estan en disposició de participar en les activitats que s'hi ofereixen (robòtica, màgia, pintura, etc.) poden anar a la part comuna de l'edifici i participar-hi. Totes les activitats que s'ofereixen les porten a terme voluntaris que han estat prèviament formats pels tècnics de la casa.

Les edats dels nens/es així com el seu estat d'implicació -disponibilitat i ganes- amb les activitats és molt variable i moltes vegades, les persones que fem voluntariat, ens trobem amb nens de diferents edats -de 3 a 18 anys- en situacions de molta fragilitat. És per aquest motiu que el nostre projecte pretén fer passar una bona estona gràcies a l'ajut de la Realitat Augmentada i, més concretament, del poder de la sorpresa que aquesta tecnologia pot provocar.

Aquestes pràctiques han estat creades amb l'ajut d'uns dibuixos, unes làmines que funcionen com a marcadors i que relacionen el que el mòbil està enfocant des d'una App: *Quiver 3D Coloring App*, amb un repositori d'elements on selecciona el que correspon al dibuix específic. Un cop s'ha establert aquesta relació, a la pantalla del dispositiu mòbil apareixen objectes 3D amb animacions, àudios i interactivitat.

Material necessari:

- Làmines de dinosaures.
- Llapis de colors i retoladors.
- Pega i tisores (per crear el *Cub Merge*)
- Mòbils o tauletes (amb les apps de *Quiver*, *CoSpaces* i *Google*)

Metodologia

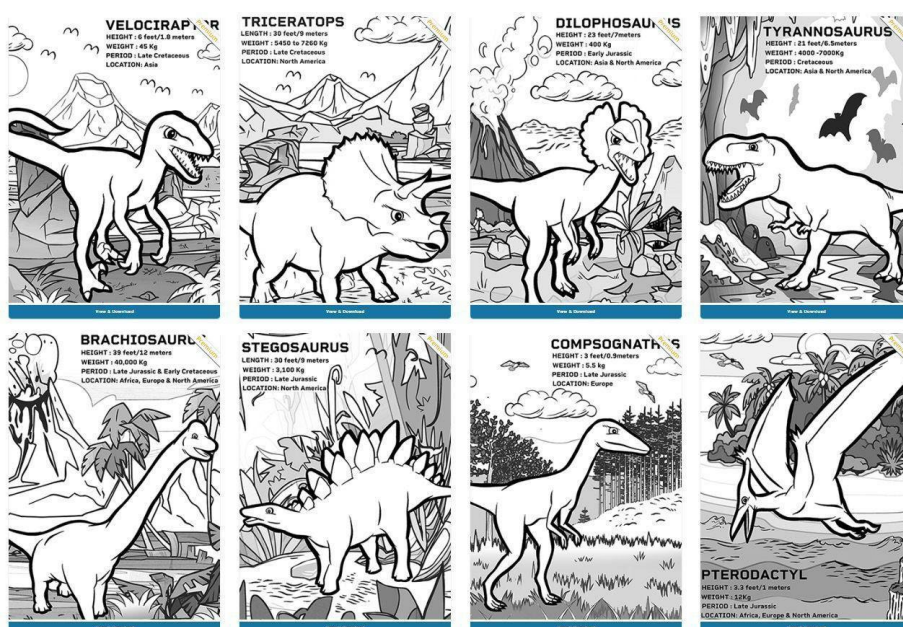
A la primera part d'aquesta activitat usarem Quiver (Figura 18), una plataforma de Realitat Augmentada que a partir de làmines ja predissenyades produeix moviment en figures 3D al teu entorn.

Per dur a terme la nostra activitat caldrà haver creat una classe dins de la plataforma de <https://quivervision.com/>. Aquest recurs és de pagament, però existeix una opció que permet tenir accés lliure durant 7 dies, temps suficient per fer la pràctica.

Un cop el/la professor/a ha creat la classe, es genera un codi alfanumèric i també en QR. Aquestes dades-codi seran amb les que entraran els/les alumnes per poder seguir la pràctica des dels seus dispositius mòbils (telèfons intel·ligents/tauletes). El professorat haurà creat els/les usuaris/es, tants com alumnes participin en el projecte. El programa, de forma aleatòria, assigna una contrasenya a cada usuari en forma d'imatge d'animal.

Així doncs, quan els alumnes entren, amb els seus dispositius, han d'escanejar el codi QR o introduir el codi alfanumèric, seleccionar el seu usuari entre els usuaris ja creats i marcar la paraula de pas que el professor tindrà controlat.

En relació amb les làmines escollides, en aquest cas que ens ocupa es trien les que corresponen als dinosaures. Consisteix en un lot de 9 dibuixos amb els diferents i més coneguts dinosaures. Quiver disposa de diferents paquets de làmines per acolorir, algunes d'elles molt útils per a interessos educatius, però aquí es tracta de fer una pràctica lúdica amb l'ús de la RA. S'ha escollit el tema dels dinosaures per ser un dels més ben acceptats pels nens/es. Quant al nombre de làmines impreses, aconsellem permetre la possibilitat d'elecció de la làmina desitjada, el dinosaure preferit, i intentar que tots els models estiguin presents.



[Figura 18. Làmines de dinosaures de Quiver]

En la nostra experiència en concret, donat que els alumnes van variant regularment malgrat les llargues estades al centre, els usuaris registrats -amb els que fem les pràctiques- són els voluntaris que ajuden en el dia a dia a la casa, aquests voluntaris són els usuaris validats per fer la feina. D'aquesta manera garantim que sempre es pugui portar a terme aquesta activitat. La formació necessària per dur a terme aquest projecte que presentem és molt fàcil perquè no hi ha cap complexitat: el més important és recordar el nom d'usuari i la contrasenya.

Amb les làmines específiques de dinosaures i, treballant en grup, deixarem primer als/les nois/es l'elecció de la làmina, dels tipus de llapis de colors o retoladors. Fomentarem la creativitat en l'ús de les "plantilles", cal evitar acolorir dinosaures com a objectiu; aquí la feina prèvia és un pas a un final més "màgic" que ha de venir després.

Com a totes les activitats educatives, s'ha d'organitzar prèviament i tenir-ho tot preparat ; més encara en aquest cas pel perfil dels participants. Cal disposar de tauletes o mòbils amb l'aplicació necessària, amb usuari i contrasenya garantida per a tothom.

Les aparicions d'elements en 3D amb animacions i sons i la possibilitat de poder interactuar clicant sobre aquests elements que apareixen a la pantalla i als botons d'acció fan que els nois/es quedin molt sorpresos. La funció final de l'ús de la RA en aquesta situació específica és la de provocar distracció, sorpresa i alegria. Despertar l'interès i potenciar l'efecte sorpresa quan apareixen les peces 3D.

Per tenir registre de què s'ha fet, el programa permet fer fotos quan apareixen els elements 3D, és llavors quan deixem la làmina a l'infant que l'ha pintada per poder-li fer una foto a "l'autor" del dibuix amb el seu dinosaure acolorit.

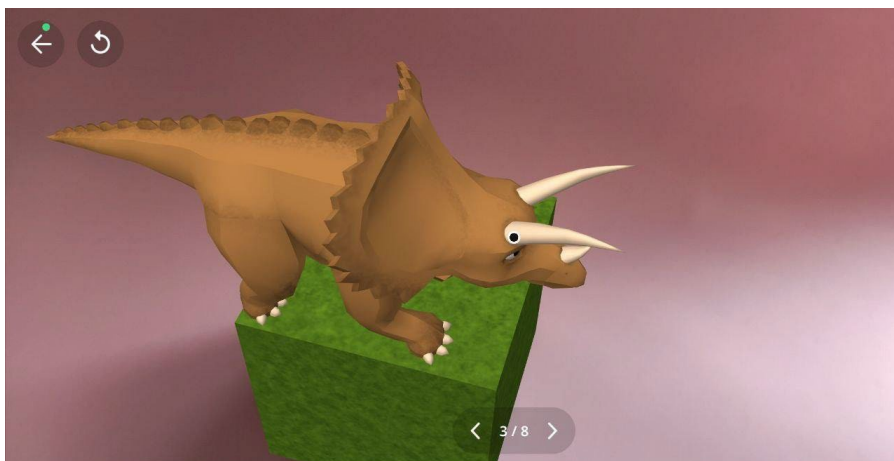
Normalment, aquests tipus d'aplicacions que requereixen registre, paraula de pas, escaneig de codis... acostumen a crear una barrera d'implantació molt gran. L'esforç per posar-les en marxa és molt elevat i no queden ganes per tornar-ho a provar. Aquí és diferent. Un cop creat el teu usuari i marcada la teva contrasenya, totes les làmines que presenta Quiver poden ser visionades en 3D d'una forma immediata.

La segona part es duu a terme amb l'ajut de l'App de Google. Per completar la proposta i fer-la més potent es poden afegir les opcions de Google RA. Només cal cercar "Dinosaurs" a l'App de Google i seleccionar l'opció de "Dinosaures en 3D" que apareix amb el text "Fes aparèixer un tiranosaure (o el dinosaure escollit) al teu entorn". Per aquesta pràctica només es necessita un mòbil amb el qual, un cop seleccionat un dels nou dinosaures, s'ha d'apuntar a terra i ens apareixerà un dinosaure amb el seu so distintiu. Durant el procés d'anar visionant diferents dinosaures es poden fer fotos i vídeos. Als nens els agrada veure's al costat d'un Triceratops o Braquiosaure.

Una tercera opció per acabar. Podem utilitzar l'App de CoSpaces, un programa de creació de Realitat Augmentada i Virtual molt potent des de la mateixa aplicació de Cospaces o des de l'URL www.cospaces.io. Llavors utilitzarem l'opció Galeria (Gallery).

No cal estar registrat. Des d'aquí es poden visionar treballs fets per mestres i alumnes. Nosaltres hem preparat uns exemples sobre el tema que estem tractant: els dinosaures. Caldrà cercar la paraula "Vilatzara". S'ha buscat una paraula singular per assegurar que no hi haurà errors en la cerca -per cert, Vilatzara és el nom del meu centre educatiu- i ens apareixeran diferents exercicis, seleccionarem els corresponents als dinosaures. Aquests treballs s'han preparat per fer-los aparèixer sobre les cares del Cub Merge.

El Cub Merge és un dispositiu que es pot fabricar amb cartolina. Sobre les cares de la cartolina, feta amb una plantilla concreta, apareixeran els objectes, imatges, vídeos, etc. que s'hagin preparat. Aquí teniu l'URL per baixar-vos el desenvolupament del cub: <https://mergcube.com/paper-pdf>. Els dinosaures apareixen automàticament sobre les cares del cub quan poseu en marxa l'exercici cercat a Cospaces (Figura 19).



[Figura 19: Vista de dinosaure sobre el Merge Cube]

La mateixa activitat que us hem presentat amb les apps de Quiver, Cospaces, Merge i Google, també s'ha dut a terme a diferents nivells d'infantil i primària amb una bona acollida sempre que s'ha fet.

Moltes vegades s'ha demanat a la RA o a la RV que vagi més enllà de l'efecte sorpresa, que porti més coses, que hi hagi molta més interactivitat, nivells, dificultats, etc. En el nostre cas, el que volem és senzillament l'emoció de la sorpresa. El poder de la sorpresa és fantàstic.

Més informació a http://sacosta.org/dino_UK/ (en anglès) i a http://sacosta.org/dino_CAT/ (en català).

--

Jesús Arbués García del Moral

Institut Vilatzara - Vilassar de Mar

Realitats a l'Educació Especial

RESUM

La tecnologia aplicada a l'educació ha obert línies de treball inimaginables pel professorat pocs anys enrere. Els centres educatius hem treballat per actualitzar les activitats que duem a terme i poder estar a l'altura del desenvolupament tecnològic que la societat en general està experimentant. El nou currículum d'ordenació dels ensenyaments de l'educació bàsica desenvolupa com a competència transversal la competència digital (CD), els alumnes. En acabar l'escolaritat obligatòria, han de ser competents digitalment, i nosaltres com a docents, hem de facilitar que tot l'alumnat participi d'aquests avenços. L'escola d'educació especial també desenvolupa unitats didàctiques on les tecnologies i la digitalització en són protagonistes.

Paraules clau: Realitat Augmentada, Realitat Virtual, discapacitat

ABSTRACT

Technology applied to education has opened up lines of work unimaginable for teachers just a few years ago. The educational centers have worked to update the activities we carry out and be able to keep up with the technological development that society, in general, is experiencing. The new curriculum for the organization of basic education courses develops Digital Competence (CD) as a transversal competence, students, at the end of compulsory schooling, must be digitally competent, and we, as teachers, must facilitate that all students participate in these developments. The special education school also develops didactic units where technology and digitization are the protagonists.

Keywords: *Augmented Reality, Virtual Reality, disability*

La nostra realitat

L'Escola d'Educació Especial Can Vila depèn de l'Institut Municipal de Serveis als Discapacitats (IMSD). L'IMSD és un organisme autònom local constituït per l'Ajuntament de Mollet del Vallès. L'Escola Can Vila escolaritza infants i joves de 3 a 21 anys. La tipologia de discapacitat dels alumnes predominant a Can Vila és l'autisme i els alumnes amb pluridiscapacitat.

L'etiologia de la discapacitat és diversa: paràlisi cerebral, encefalopaties, síndromes genètiques, trastorns generalitzats del desenvolupament..., molts d'ells amb discapacitats associades, siguin físiques o sensorials.

Som una escola d'educació especial en la qual atenem alumnes amb discapacitat intel·lectual (exceptuant els alumnes que estan escolaritzats a l'AIS) amb diferents necessitats educatives especials associades a altres discapacitats o trastorns. L'escola ofereix un servei diferenciat, AIS (Aula Integral de Suport). Es tracta d'un recurs d'atenció intensiva i temporal per a alumnat amb trastorn mental. Els nivells educatius que s'imparteixen són: Infantil, Primària i Secundària.

Realitat virtual

Els alumnes de l'escola difícilment poden viure experiències que no siguin dirigides per l'adult, parlem de nens i nenes amb greus dificultats de mobilitat, amb trastorns de relació, autistes, que, de vegades, davant de situacions noves, es bloquegen, entren en crisi... És molt important l'anticipació, poder saber què faran durant el dia, què els espera a l'hora de dinar, de participar d'una sortida... Nosaltres ho treballem de forma continuada, durant tota la jornada escolar, a través del diari que els nens i nenes elaboren cada dia en arribar, a través d'objectes tangibles que els donem, com per exemple una cullera perquè arriba l'hora de dinar, etc.

La Realitat Virtual ens ajuda a anticipar situacions en les quals es trobaran, a explorar espais que no coneixen, això els dona seguretat i poden gaudir de l'experiència perquè s'ha preparat prèviament. Així, hem portat a terme diverses activitats amb RV. Una d'elles ha estat "La casa de colònies".

Cada any, com a moltes escoles, anem de colònies. És una activitat que tant alumnes com famílies esperen amb molta il·lusió, moltes vegades és l'única oportunitat que els nens i nenes amb diversitat funcional tenen per dormir fora de l'entorn familiar i poder compartir per uns dies, amb els companys, activitats de manera més autònoma. Si bé també és un motiu de neguit i d'inseguretat perquè no saben a què s'enfrontaran: com serà la casa, les habitacions, l'entorn...

Fa anys que treballem en col·laboració amb el professor Jesús Arbués. Amb ell vam anar a la casa de colònies per gravar en 360 tant l'interior com l'exterior de la casa on aniríem a finals de curs. Vam retolar en el vídeo cada espai amb el pictograma ARASAAC-<https://aulabierta.arasaac.org>- corresponent, per tal que fora més fàcil identificar els espais.

El resultat final va ser un vídeo que es pot visualitzar amb les ulleres de RV, que anàvem veient a les aules amb l'alumnat, tant de forma grupal, amb projecció en pantalla, com de forma individual. Així cadascun podia passejar-se virtualment pels espais, i podíem explicar i anticipar tot el que faríem a la casa. El mateix vídeo es va enviar a les famílies per tal que poguessin compartir l'experiència amb els seus fills/es.

Quan va arribar el moment d'anar de colònies, els nens i nenes reconeixien els espais, sabien on volien dormir, com era la piscina, on estava el menjador... perquè es va poder previsualitzar de forma immersiva.

Van poder fer preguntes sobre l'espai, i per tant els va donar un plus de seguretat que altres vegades no havien tingut. Per a les famílies, que moltes vegades es queden preocupades quan els seus fills surten de casa, el saber on estarien també els va donar molta tranquil·litat. Aquesta mateixa experiència es porta a terme en hospitals o centres mèdics per tal de poder anticipar l'experiència i rebaixar així els nivells d'ansietat (Figura 20).



[Figura 20: RV de la casa de colònies]

Realitat augmentada

Hem desenvolupat igualment activitats en RA, en les que els alumnes han d'intervenir més, no solament visualitzar, on per poder gaudir del resultat han de realitzar accions de forma individual.

El *Merge Cube* és un cub en escuma, però que també es pot imprimir i construir en paper. Gràcies a les seves aplicacions mòbils (APPS), el cub es transforma en un marcador que permet veure i manipular objectes en 3D.

Poder treballar diferents temàtiques, i incloure aquesta activitat en les unitats didàctiques per tal de fer-les més dinàmiques.

A través de la seva pàgina web vam poder imprimir els cubs. Una de les nostres aules va elaborar cubs en fusta i els vam folrar amb el paper per tal que foren més manipulables. El professor Arbués ens va facilitar un cub gegant que havia elaborat.

Utilitzem *Merge Object Viewer* i *Merge Explorer* per dispositius Android i també disposem de tauletes a les aules. Aquestes APPS permeten, quan són dirigides al cub, visualitzar objectes, i a través de les tauletes es poden manipular, girar, fer soroll, en definitiva, jugar amb els diferents objectes. Les vam utilitzar, per exemple, per treballar el sistema solar, podíem triar quin planeta volíem veure i des de quina perspectiva, els colors que tenia, quin era el seu nom i poder-lo reconèixer d'entre els altres (Figura 21).



[Figura 21: el sistema solar amb RA]

Una altra de les categories és objectes urbans, aquí trobem edificis i sobretot diferents tipus de cotxes, que sempre tenen molt d'èxit. Tanmateix, l'apartat estrella és el dels animals, sobretot dinosaures, veure com tenen la boca, les potes, entusiasma els nostres alumnes.



[Figura 22: llenguatge amb RA]

Aquestes activitats estimulen també el llenguatge (Figura 22). De forma espontània, sorgeixen paraules descrivint els objectes, anomenant-los, en alumnes amb moltes dificultats de comunicació. L'alumnat amb més dificultats motrius han pogut treballar amb el cub gran perquè era els mestre qui el manipulava i hi havia poc marge d'error a l'hora de mantenir-lo enfocat amb la tauleta. La resta d'alumnat utilitzava els cubs petits perquè tenien la possibilitat d'anar-los girant de forma autònoma i així poder visualitzar l'objecte des de diverses perspectives.

La RA ja forma part de les nostres unitats didàctiques i els alumnes esperen les activitats amb molt d'interès. Incrementa la seva motivació en el tema que els presentes i col·laboren entre ells per portar a terme el que els demanes.

Bibliografia

- Decret 175/2022, de 27 de setembre, d'ordenació dels ensenyaments de l'educació bàsica. Competències transversals. Competència digital.
(https://xtec.gencat.cat/web/.content/curriculum/Competencies_CD.pdf)
- ESCOLA D'EDUCACIÓ ESPECIAL CAN VILA (<https://canvila.org/>)
- MERGE CUBE (<https://mergeedu.com/cube?cr=1138>)

Marta Vega Paipo

Escola d'Educació Especial Can Vila - Mollet del Vallès

Porfolio digital de situaciones de aprendizaje con Realidad Aumentada

RESUMEN

El cambio legislativo que se viene produciendo desde la aplicación de la LOMLOE en 2020 nos obliga a plantear unas nuevas Situaciones de Aprendizaje que utilicen de forma transversal las TIC y que partan del interés del alumnado para la presentación de los contenidos.

Mediante la herramienta que ofrecemos a continuación, buscamos proporcionar una alternativa al profesorado para la fase de difusión planteada por las leyes educativas y el DUA. En ella, al usar el MergeCube junto con la aplicación CoSpaces EDU, podremos introducir las evidencias generadas por cualquier Situación de Aprendizaje, así como trabajar el pensamiento computacional y la programación por bloques con el alumnado.

PALABRAS CLAVE: Porfolio Digital, Realidad Aumentada, Programación por bloques

ABSTRACT

The legislative changes arising from the new educational curriculum, LOMLOE in 2020, requires the creation of new “Learning Situations” that integrate ICT seamlessly and cater to the diverse needs and interest of students, following the principles of Universal Design for Learning (UDL).

To address this challenge, we propose the utilization of an innovative tool, the MergeCube, in combination with the CoSpaces EDU application. This powerful approach offers educators an alternative for the “Dissemination Phase”, suggested by educational laws and the UDL. In this context, we will use the MergeCube, which when focused on with the CoSpaces EDU application, will allows us to introduce the evidence generated by any Learning Situation, as well as to work on students computational thinking and block-based programming.

KEYWORDS: *Digital Portfolio, Augmented Reality, Block-Based Programming*

Aún hoy, un escalofrío recorre la columna de muchos profesores cuando, en un claustro o una reunión de equipo, alguien propone introducir una actividad con Realidad Aumentada (RA en adelante). Esta situación, aunque habitual, tiende a ser cada vez más común en los centros educativos, gracias al fomento de la Competencia Digital Docente, al esfuerzo que este realiza, así como al entorno renovador que ofrece mucho alumnado de prácticas a las instituciones de enseñanza.

Esta misma Competencia Digital se comienza a exigir al alumnado desde las nuevas normativas nacionales y autonómicas, las que, además, introducen un nuevo aspecto que determina las orientaciones metodológicas que deben guiar nuestra práctica docente, el DUA o Diseño Universal de Aprendizaje. Mucho hay ya escrito e investigado sobre esta área, y es justo dejar a los auténticos expertos su desarrollo, por nuestra parte, lo que necesitamos que se entienda es que “es un modelo que tiene como objetivo reformular la educación” (Alba, 2019, p. 6), y que sobre este modelo, se establecen tres fases en el diseño de las Situaciones de Aprendizaje (SdA en adelante), la de motivación, la de desarrollo, y la de producto final y difusión (D.38/2022 p. 48385).

Es en torno a esta fase final donde nosotros presentamos nuestra actividad a través de la Realidad Aumentada, un Porfolio Digital, capaz de mostrar a la comunidad educativa cualquier Situación de Aprendizaje, así como las evidencias y explicaciones que se quieran añadir a la herramienta. Puesto que es en RD 157/2022 donde en el tercer ciclo encontramos el criterio de evaluación 3.4. “Comunicar el diseño de un producto final, adaptando el mensaje y el formato a la audiencia, explicando los pasos seguidos, justificando por qué ese prototipo o solución digital cumple con los requisitos del proyecto [...]”.

Para este Porfolio, utilizaremos dos herramientas principalmente, el marcador físico será el “*MergeCube*”; y, por otra parte, la herramienta de software de edición será la aplicación “*CoSpaces EDU*”, la que nos permite editar a nuestro antojo el objeto y visualizarlo mediante el visor de RA.

Esta actividad la vamos a dirigir del tercer ciclo de Educación Primaria, dado que podremos así dejar que sea el alumnado el que estructure su propio porfolio y señale cuál quiere que sean las evidencias o explicaciones para mostrar a lo largo de la SdA. Esto no supondrá gran problema con los más pequeños porque no vamos a programar desde cero, sino que estará todo basado en una plantilla sobre la que tendremos que ir rellenando la información, en muchas ocasiones, de forma repetitiva.

Además, es posible que incluyamos información sensible, como es la imagen del alumnado, por lo que hemos establecido un sistema de seguridad capaz de esquivar miradas indeseadas. Consiste en una primera escena en la que se pide un código de colores, con un cronómetro descendente de 30” y en el que de equivocarse o terminarse el tiempo, se nos expulsará de la aplicación. En este caso, el código es Amarillo, Verde, Azul y Rojo.

Como podemos observar en la imagen (Figura 23), el cubo muestra su información en las distintas caras, la primera sirve como “Portada”, y desarrolla la Fase de Motivación planteada por el D. 38/2022, aportando los datos básicos del proyecto, así como un espacio útil para una explicación oral al usuario y una evidencia visual en forma de imagen o vídeo de los detonantes de la SdA.



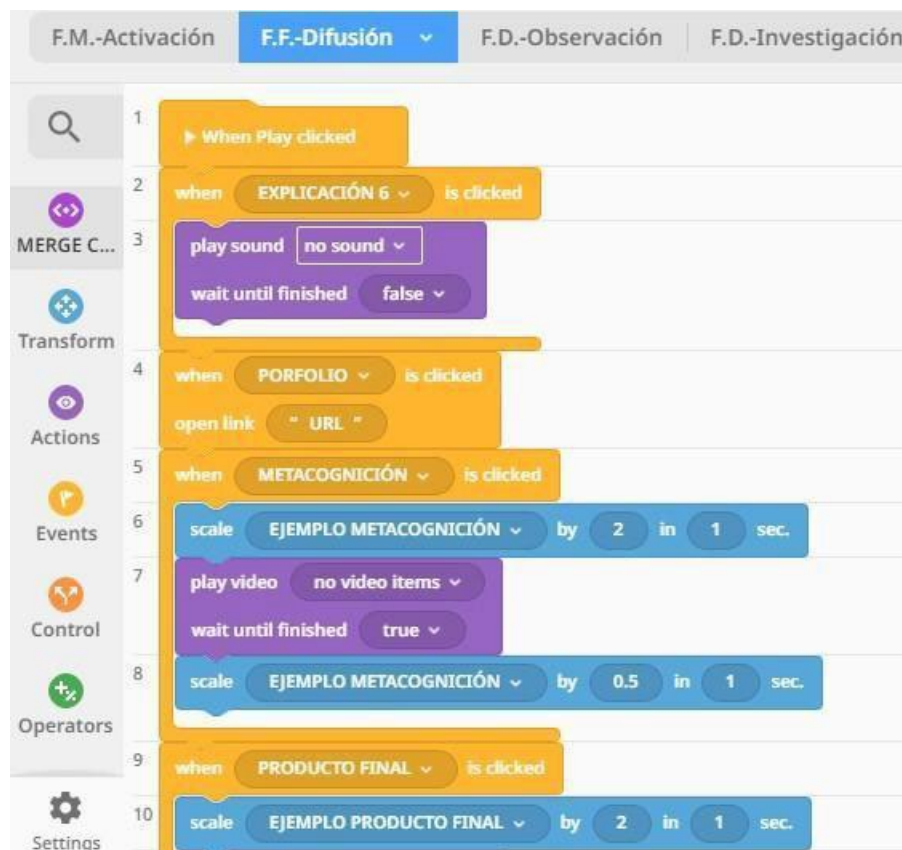
[Figura 23. Vista del Mergecube]

Las caras verticales se desarrollan siguiendo lo establecido en el D. 38/2022 “la fase de desarrollo [...] potenciará la realización de actividades de observación, investigación, experimentación y exploración”, en ellas encontramos la misma secuencia de contenidos, una explicación oral, una en forma de imagen, y dos en forma de vídeo.

Por último, la base del cubo nos sirve para la fase final del proyecto y cómo se ha organizado la difusión y el producto final, es por ello que en este punto hemos decidido cambiar los contenidos, y hemos introducido un espacio para una explicación oral como siempre, pero también un espacio vinculado a un sistema de almacenamiento en red donde los alumnos puedan guardar las evidencias que no han sido seleccionadas para mostrarse en el cubo. Además, hemos querido destinar un espacio a la metacognición del alumnado, reproducible en forma de audio o vídeo, dado que en el RD 157/2022 encontramos el Descriptor Operativo “CPSAA5. Planea objetivos a medio plazo, y desarrolla procesos metacognitivos de retroalimentación para aprender de sus errores en el proceso de construcción del conocimiento” (p. 24).

Finalmente, hemos introducido en esta misma cara un espacio para el producto final planteado en la SdA, ya que es en este mismo documento donde desde el primer ciclo de primaria localizamos un criterio de evaluación referido a su desarrollo “3.3. Desarrollar un producto final [...]” (p. 39).

Terminamos este artículo con el apartado de programación por bloques que comentábamos previamente, donde para simplificar hemos estructurado las distintas fases en pestañas independientes. Como podemos observar, encontramos ya diseñada la secuencia de bloques, para cada apartado, y el alumnado tan solo tendrá que cargar la información en el programa, y vincular por el nombre en el lugar donde corresponde (Figura 24).



[Figura 24: programación por bloques con CodeBlocks]

Consideramos que esta actividad fomenta la motivación, la competencia digital y las habilidades organizativas del alumnado con el que se aplique, trabajando siempre acorde a la normativa y al modelo DUA propuesto por las instituciones educativas. Además, trabajar mediante una plantilla siempre simplifica la labor de los equipos, y permite mantener un orden y economizar tiempo en la mecánica de funcionamiento del programa.

Bibliografía

- Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre, por la que se Modifica la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación.
- Real Decreto 127/2022, de 1 de marzo, por el que se establece la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Primaria.

- Decreto 38/2022, de 29 de septiembre, por el que se establece la ordenación y el currículo de la Educación Primaria en Castilla y León
- Alba Pastor, C. (2019). Diseño Universal de Aprendizaje: un modelo teórico-práctico para una educación inclusiva de calidad. *Participación Educativa*.
- CoSpaces Edu (s.f.). *Make AR & VR in the classroom*. De <https://edu.cospaces.io/>
- Merge (s.f.). *Learn science, master stem, be future ready: AR/VR Learning & Creation*. De <https://mergeedu.com/cube>.
- Merge Help Center (s.f.). *Making a merge paper cube*. De <https://support.mergeedu.com/hc/en-us/articles/360052933492-Making-a-Merge-Paper-Cube>.

Daniel Yubero Trenado

Colegio Santa Ana - Caspe / UNED

Propuestas inclusivas para la visualización 3D en matemáticas desde diferentes realidades digitales

RESUMEN

Tanto la Realidad Aumentada como la Realidad Virtual se han convertido en los últimos años en unas herramientas digitales que pueden ser usadas en gran número de contextos dentro de la materia de matemáticas. Especialmente, en lo que refiere a los contenidos de geometría tridimensional donde, tradicionalmente, existen dificultades y conflictos epistemológicos previos debidos principalmente al uso casi exclusivo de recursos gráficos planos sobre papel. Por ello, el objetivo del texto que se presenta es el mostrar las posibilidades que ofrecen las herramientas digitales de diferente tipo para la generación de situaciones de aprendizaje con una perspectiva inclusiva en las que exista variedad de representaciones. En concreto, se presenta la Realidad Aumentada a través de marcadores planos, la Realidad Aumentada a través de cubo holográfico, la Realidad Virtual y los programas de modelado tridimensional.

PALABRAS CLAVE: Diseño Universal de Aprendizaje, Visualización, Realidad Aumentada y Virtual.

ABSTRACT

Augmented Reality and Virtual Reality have become digital tools in recent years that can be used in a large number of contexts within the subject of mathematics. Especially with regard to three-dimensional geometry content where, traditionally, there are prior epistemological difficulties and conflicts due mainly to the almost exclusive use of flat graphic resources on paper. Therefore, the objective of the text presented is to show the possibilities offered by digital tools of different types for the generation of learning situations with an inclusive perspective in which there is a variety of representations. Specifically, Augmented Reality is presented through flat markers, Augmented Reality through a holographic cube, Virtual Reality and three-dimensional modeling programs.

KEYWORDS: *Universal Design for Learning, Visualization, Augmented and Virtual Reality.*

Introducción

En los últimos años, los dispositivos tecnológicos se han convertido en una herramienta útil para la mejora en la comprensión de los conceptos en la materia de matemáticas. De esta forma, estos recursos complementan a los libros, apuntes y calculadoras, aportando nuevas alternativas para la transmisión del conocimiento al alumnado universitario y preuniversitario. Así mismo, y según el Real Decreto 217/2022 (2022) por el que se establecen las enseñanzas mínimas de la Educación Secundaria Obligatoria, la materia de matemáticas tiene como objetivo “facilitar el desarrollo de unas matemáticas inclusivas” que favorezcan la propuesta de problemas de matemáticas en los que “se ha de potenciar el uso de herramientas tecnológicas en todos los aspectos de la enseñanza-aprendizaje, ya que estas facilitan el desarrollo de los procesos del quehacer matemático”. Por ello, surge la necesidad de analizar las posibilidades que aportan las herramientas tecnológicas para generar propuestas educativas que favorezcan la percepción y la comprensión de los conceptos matemáticos, teniendo en mente las pautas del Diseño Universal de Aprendizaje (DUA) (CAST, 2011). Concretamente, en lo referente a la enseñanza de los conceptos geométricos tridimensionales el alumnado de diferentes niveles presenta dificultades tanto en la visualización de estos objetos como en la de sus representaciones planas (Parzysz, 1988). Por ello, proporcionar representaciones tridimensionales a través de herramientas tecnológicas como la Realidad Aumentada (RA) o la Realidad Virtual (RV) pueden prevenir la aparición de obstáculos y errores en el aprendizaje de estos conceptos (Kondo et al., 2014).

Por todo esto, el objetivo de este documento es el de aportar una propuesta didáctica de uso de diferentes recursos para la mejora de la visualización de conceptos tridimensionales a través de la RA, la RV y los programas de modelado tridimensional.

Propuesta

La mejora de los procesadores de los dispositivos móviles, sumado a la adecuación para la educación de las aplicaciones de RA, RV y modelado tridimensional, ha permitido diseñar contextos tecnológicos sobre los que se pueden plantear problemas de matemáticas. A su vez, esta adecuación de las aplicaciones ha llevado de la mano una mejora en la accesibilidad y una simplificación en su uso, convirtiéndolas en herramientas idóneas para el desarrollo de propuestas inclusivas.

En las actividades diseñadas dentro de la propuesta para la mejora de la visualización matemática se han utilizado cuatro herramientas alternativas: Realidad Aumentada con marcador plano (RA), Realidad Aumentada a través del cubo holográfico (RAcubo), Realidad Virtual mediante el programa CoSpaces (RV) y el Programa de Modelado 3D Tinkercad (PM3D). Para ilustrar la visualización del objeto matemático del fractal conocido como la Esponja de Menger a través de las diferentes herramientas, se presentan los enlaces y algunas capturas de pantalla de los contenidos virtuales diseñados:

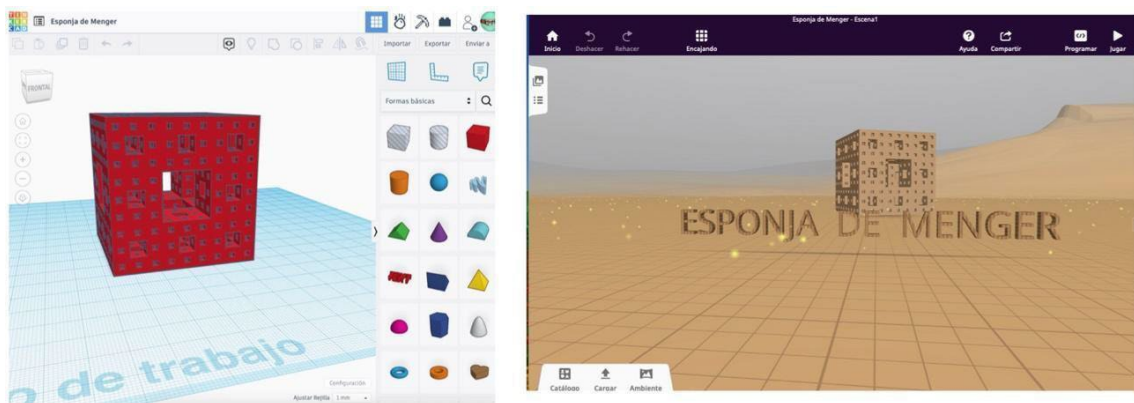
- RA: La herramienta Assemblr (<https://www.assemblrworld.com/>) y su aplicación para dispositivos móviles, Assemblr EDU, permite el diseño de espacios tridimensionales en los que incluir objetos 3D diseñados previamente o incluso diseñar desde su interfaz web. El alumnado, a su vez, puede elegir diferentes vistas del objeto y modificar el zoom del mismo para seleccionar la distancia preferida, con la restricción de que siempre se debe estar apuntando al marcador desde el dispositivo móvil usado. Se puede descargar el marcador y observar el objeto en el siguiente enlace: <https://asblr.com/PH8TU> (Figura 25).
- RAcubo: El cubo holográfico Merge Cube (Figura 25) asociado al programa Merge EDU (<http://www.mergeedu.com/>) facilita una experiencia de RA en la que el alumnado puede seleccionar las vistas de los objetos tridimensionales de forma manual. La posibilidad de manipular el Merge Cube con la mano permite realizar transformaciones de distancia o de giro sin la necesidad de usar la pantalla del dispositivo para ello. Además, presenta la posibilidad de manejarlo con una mayor facilidad que los marcadores lanzadera de otras herramientas de RA (si se dispone del cubo Merge se puede visualizar la esponja con el siguiente enlace: <https://objects.mergeedu.com/link/YV2GJQ>).



[Figura 25. Visualización con Assemblr y Mergecube]

- RV: El programa CoSpacesEDU (<https://cospaces.io/edu/>) permite diseñar y visualizar espacios virtuales con contenido tridimensional. A diferencia de la RA, el alumnado accede a un mundo tridimensional virtual a través de un dispositivo móvil incorporado en unas gafas de RV o a través de las Cardboard de Google. Así mismo, los espacios diseñados sobre esta herramienta pueden ser observados a través de los dispositivos móviles sin necesidad de otros objetos complementarios; de esta forma, el alumnado puede moverse en estos mundos viviendo una experiencia similar a la de los videojuegos (se puede consultar en <https://edu.cospaces.io/SGA-SFW>).

- PM3D: Los programas de modelado tridimensional a partir de primitivas (como TinkerCAD, <https://www.tinkercad.com>) o por bloques (como BlocksCAD, <https://www.blockscad3d.com/>) que permiten la creación de objetos tridimensionales a partir de la geometría sólida constructiva se han convertido en una herramienta de uso sencillo por alumnado desde Educación Primaria. Sobre estos programas, el alumnado puede diseñar y visualizar los objetos tridimensionales a la vez que se desarrollan habilidades de pensamiento computacional. Además, los programas de modelado permiten exportar las creaciones en formatos que puedan ser incluidos en herramientas de RA o RV para su mejor visualización (Puede visualizar el objeto en el siguiente enlace: <https://www.tinkercad.com/things/bP6yhCl8E6F-esponja-de-menger>) (Figura 26).



[Figura 26. España de Menger en TinkerCAD]

El aprendizaje sencillo de las herramientas expuestas, especialmente para la visualización de los objetos 3D, permite diseñar propuestas educativas en las que se utilicen herramientas de diferente tipo. Por ejemplo, en la propuesta que se ha llevado a cabo en (Rotger et al., 2021) se han utilizado las cuatro herramientas presentadas en un contexto de resolución de problemas de matemáticas. En concreto, el alumnado participante ha tratado de resolver una secuencia de problemas de dificultad creciente en la que la visualización de los objetos tridimensionales era un elemento clave para la comprensión o la resolución de los problemas propuestos.

Analizar las sombras que puede generar el objeto si se observa desde diferentes vistas (no solamente las cuadradas), puede ser un reto en el que la manipulación virtual de los objetos tridimensionales y la observación a través de diferentes realidades ayuden a su resolución. Así, después de una breve instrucción en el uso de las cuatro herramientas, el alumnado podía escoger aquella que mejor se podía adecuar al reto propuesto.

Conclusiones

Una de las recomendaciones del Diseño Universal de Aprendizaje para la creación de propuestas educativas inclusivas es que existan múltiples formas de representación de los contenidos formativos. Más aún, entre estas recomendaciones se encuentra la importancia de propiciar situaciones de aprendizaje en las que el alumnado tenga un rol activo y participativo. Por esto, la propuesta que se presenta trata de mostrar la variedad de herramientas existente en la actualidad para la mejora de las destrezas de visualización en el alumnado.

Entre los resultados de la experimentación de la propuesta presentada destaca el interés del alumnado por el uso de la RA frente a la RV en los problemas planteados. En concreto, se muestra una preferencia mayor hacia RA a través de cubo holográfico debido a la posibilidad de seleccionar manualmente la vista. Así mismo, el alumnado que invierte una mayor cantidad de tiempo en los videojuegos prefiere la RV por su similitud a estos. Los programas de modelado tridimensional no solo favorecen la comprensión de los objetos tridimensionales a través de la visualización, sino también son una de las herramientas favoritas del alumnado más creativo. En conclusión, las múltiples realidades digitales pueden atender a múltiples perfiles estudiantiles, convirtiéndose en un elemento de interés para el diseño de actividades para todos.

Bibliografía

- CAST (2011). Universal Design for Learning Guidelines, version 2.0. Wakefield, MA: Center for Applied Special Technology. Traducción al español: Alba Pastor, C., Sánchez Hípola, P., Sánchez Serrano, J. M. y Zubillaga del Río, A. (2013). «Pautas sobre el Diseño Universal para el Aprendizaje, versión 2.0». http://www.educadua.es/html/dua/pautas-DUA/dua_pautas.html
- Kondo, Y., Fujita, T., Kunimune, S., Jones, K., y Kumakura, H. (2014). The influence of 3D representations on students' level of 3D geometrical thinking. En P. Liljedahl, S. Oesterle, C. Nicol, y D. Allan (Eds.), *Proceedings of the Joint Meeting PME 38 and PME-NA 36*. (Vol. 4, pp. 25–33). Vancouver: PME.
- Parzysz, B. (1988). “Knowing” vs “seeing”, problems of the plane representation of space geometry figures. *Educational Studies in Mathematics*, 19(1), 79–92.

- Real Decreto 217/2022, de 29 de marzo, por el que se establece la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Secundaria Obligatoria. *Boletín Oficial del Estado*, 76, de 30 de marzo de 2022, 1–198. <https://www.boe.es/eli/es/rd/2022/03/29/217/con>
- Rotger, L., Ribera, J. M. y Cuadrado, M. L. (2021). Visualizando la tercera dimensión desde diferentes realidades. En Diago, P. D., Yáñez D. F., González-Astudillo, M. T. y Carrillo, D. (Eds.), *Investigación en Educación Matemática XXIV* (p. 673). Valencia: SEIEM.

María Luisa Cuadrado Sáez, Lucía Rotger García, Juan Miguel Ribera Puchades

IES Doctor Faustí Barberà - Comunitat Valenciana /
Departament de Ciències Matemàtiques i Informàtica, Universitat de les Illes Balears

Ponte con el desarrollo sostenible

La Realidad Virtual y la inteligencia artificial como herramientas para el diseño de videojuegos. Una experiencia inmersiva en educación primaria

RESUMEN

En un mundo donde el medio ambiente está siendo castigado a una velocidad alarmante, nuestro alumnado de educación primaria se une para ejecutar acciones y luchar por un futuro sostenible. Enfrentando desafíos y utilizando las últimas tecnologías, luchan por un mundo mejor. Trabajan juntos, diseñan modelos de reciclaje y crean aplicaciones web para gestionar el uso de residuos. La finalidad es concienciar a la comunidad educativa para lograr un futuro más sostenible para todos. Con este argumento comenzamos una propuesta muy ambiciosa en un centro educativo público que escolariza a más de 1100 alumnos y alumnas de educación infantil y primaria.

Palabras clave: ODS, tecnología, creatividad

"Engage in Sustainable Development: Virtual Reality and Artificial Intelligence as a Tool for Designing Video Games. An Immersive Experience in Primary Education"

ABSTRACT

In a world where the environment is being punished at an alarming rate, our primary education students come together to take actions and fight for a sustainable future. Facing challenges and utilizing the latest technologies, they strive for a better world. They work together, design recycling models, and create web applications to manage waste disposal. The goal is to raise awareness within the educational community to achieve a more sustainable future for all. With this premise, we embark on a very ambitious proposal in a public educational school that enrolls more than 1100 students in preschool and primary education.

Keywords: *SDGs, technology, creativity*

1.- Contexto y objetivo principal

La experiencia tiene lugar en el CEIP Ponte dos Brozos de Arteixo (A Coruña) en el curso 2022/23. Se lleva a cabo en los cursos de 3º y 6º de Educación Primaria (Tabla 1).

El objetivo fundamental es sensibilizar y concienciar a la comunidad educativa sobre la problemática existente en torno al cambio climático, el cuidado del medio ambiente y la adopción de medidas urgentes para paliar el deterioro del planeta.

La experiencia se enmarca dentro del proyecto Arteixo Innovación, un proyecto pionero en Galicia de incorporación de la tecnología y de la Red de Escuelas de la UNESCO, a la que pertenecemos desde 2014. Las actividades programadas tienen lugar en el centro y en distintas localizaciones del Ayuntamiento para vivir in situ la problemática real y poder buscar soluciones que están a nuestro alcance.

Gracias a la programación, la realidad virtual y la inteligencia artificial optimizamos el uso de residuos y reducimos los restos, protegemos el planeta y garantizamos que esté disponible para las generaciones futuras. Además, contribuimos a fomentar la codificación y las competencias digitales, dotando al alumnado de las herramientas necesarias para crear soluciones tecnológicas innovadoras que puedan abordar retos del mundo real.

2. Fases del proyecto

Fase	Descripción	Duración
Fase 1: Sensibilización y Concienciación	<ul style="list-style-type: none"> - Introducción al proyecto, objetivos y metas. Visionado de videos motivacionales y proyectos relacionados. - Promoción del reciclaje y tratamiento de residuos. Exploración de tipos de residuos y su impacto. Actividades prácticas de separación de residuos. - Actividades y debates sobre preservación y cuidado del medio ambiente. Análisis de factores del cambio climático y soluciones. Búsqueda y selección de plataforma para la aplicación web. - Evaluación y establecimiento de objetivos para la siguiente fase. 	1 mes
Fase 2: Diseño de modelos de reciclaje y creación de aplicaciones web	<ul style="list-style-type: none"> -Diseño en grupos de modelos sostenibles de recursos y gestión de residuos. - Creación de aplicaciones web para el manejo de residuos. Uso de plataformas NoCode. Incorporación de juegos y animaciones para mayor atractivo. - Pruebas y evaluación de las aplicaciones web por el profesorado y alumnado. 	3 meses
Fase 3: Trabajo con Inteligencia Artificial y Machine Learning	<ul style="list-style-type: none"> - Proyectos que emplean IA y Machine Learning para abordar los ODS. - Presentación y coevaluación de proyectos en grupo. 	2 meses

Fase 4: Evaluación y Seguimiento	<ul style="list-style-type: none"> - Evaluación del impacto en el centro y comunidad. Análisis de resultados a través de la aplicación. Establecimiento de objetivos futuros. - Conclusiones finales y presentación de resultados en feria maker escolar y jornadas de buenas prácticas TIC. 	1 mes
Coordinación y Difusión	<ul style="list-style-type: none"> - Reuniones regulares del profesorado participante y del Club de Ciencia. - Coordinación con la comunidad educativa, entidades públicas y red de Escuelas UNESCO. - Colaboración con equipos internos del centro. - Uso de redes sociales y página web para difusión y participación. 	En curso

Tabla 1: Fases del proyecto

3. Actividades realizadas



Xogos de Reciclaxe



Montaña Rusa Sostible 3D



Smart City Sostible 360°

[Figura 27: imágenes creadas con Inteligencia artificial generativa para los microproyectos]

Microproyectos (Figura 27)

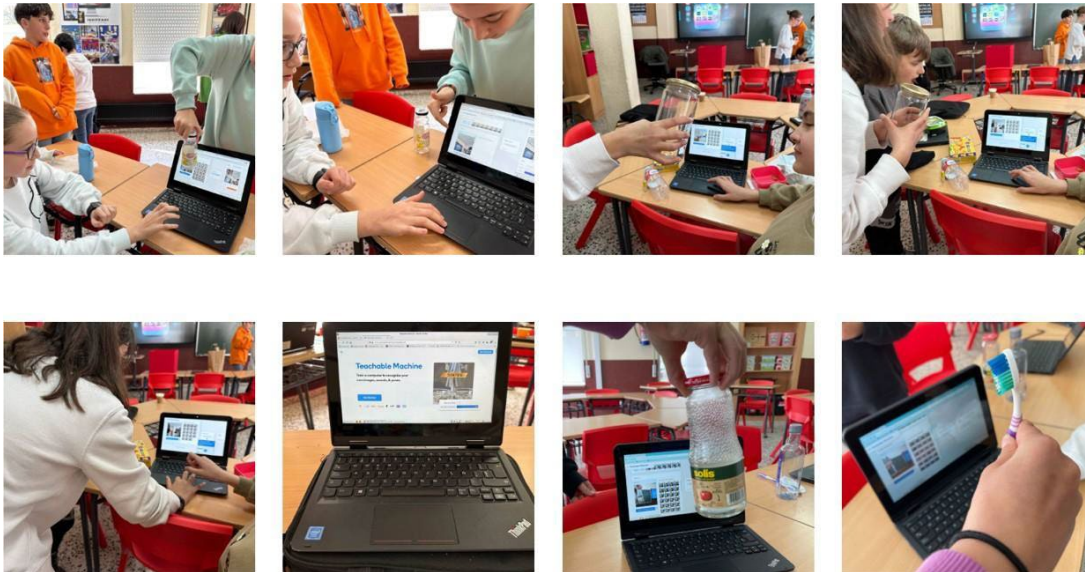
Smart City Sostenibles: Creada con *Skybox AI* de *Blocklade Labs*, una web que permite crear entornos virtuales en 360 grados. El alumnado crea en la plataforma *CoSpaces* sus ciudades sostenibles e interactivas empleando la programación. Con esta herramienta, nuestro alumnado puede crear proyectos interactivos e inmersivos, lo que les proporciona una experiencia de usuario atractiva y participativa.

Videojuegos de reciclaje con el Cubo *Merge* y *Scribble Diffusion*: una herramienta que permite al alumnado crear imágenes a partir de un texto empleando la IA. Luego, usan el lenguaje de *Coblocks* para crear videojuegos y otras animaciones.

Montañas rusas sostenibles: crean espacios sostenibles 3D vistos desde una montaña rusa siguiendo los principios de la sostenibilidad ambiental y ecológica, reduciendo así las

emisiones de CO₂, utilizando la eficiencia energética y las fuentes de energía renovable, generando espacios verdes con huertos ecológicos y reciclando correctamente los residuos en el contenedor correcto.

IA-Virtu-reciclaje: Con la ayuda de *Teachable Machine* creamos un modelo de aprendizaje con diferentes imágenes de distintos residuos (cartón, vidrio, papel, envases de plástico, restos inorgánicos...). Exportamos el modelo entrenado en *Teachable Machine* a *Scratch* para programar los diferentes colores de los contenedores de reciclaje en los que se depositaría cada residuo (Figura 28).



[Figura 28. Alumnado trabajando con Teachable Machine en el Club de Ciencia].

Empleando este tipo de tecnología, el alumnado puede crear proyectos de aprendizaje automático, en los que conocen cómo funciona la IA y además aprenden a gestionar los residuos. Las herramientas utilizadas en el proyecto permiten a los estudiantes experimentar con diferentes tecnologías y crear proyectos creativos e interactivos, lo que aumenta su interés y compromiso con el tema.

4. Evaluación

La evaluación del proyecto se centró en la implementación, temporización, impacto y trabajo del alumnado. Utilizamos la observación directa, encuestas de satisfacción y análisis de documentación generada.

El impacto se midió con evaluaciones antes y después, análisis de indicadores y difusión de resultados. Empleamos los formularios de *Google* y la aplicación *Jotform* para generar los cuestionarios.

La evaluación del alumnado Incluyó rúbricas, observación directa y autoevaluación, adaptadas a las características y necesidades individuales, con especial consideración a los alumnos con NEAE.

5. Difusión

Nos parece muy relevante la difusión de las propuestas, por eso contamos con diferentes páginas web y redes sociales que dan eco a nuestros proyectos y nos ayudan a aumentar la participación de la comunidad educativa.

- Página web: <https://bit.ly/47PZtrv>
- Aplicación Club de Ciencia: <http://bit.ly/3qlqrRq>
- Facebook: <https://bit.ly/3EiKIFy>
- Instagram: <https://bit.ly/3EkePqW>
- Twitter: <https://bit.ly/3EhOFF3>

Bibliografía

- Mayer, R. E. (2001). Multimedia learning. Cambridge University Press.
- Prensky, M. (2001). Digital Natives, Digital Immigrants. *On the Horizon*, 9(5), 1-6.
<https://doi.org/10.1108/10748120110424816>
- Trujillo, J. M., Ochoa, X. y Piedrahita, L. (2012). La metodología ABP: aprendizaje basado en proyectos. Ediciones Rionegro.
- UNESCO. (2015). Educación para el desarrollo sostenible: Objetivos de aprendizaje.

Recuperado de <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000252423>

--

Luz Pérez Vázquez, María José Sanjurjo Poveda, Rosa Moreiras Mosquera, María Begoña Codesal Patiño

CEIP Ponte dos Brozos - Arteixo - A Coruña

Experiencia STEAM con CoSpaces Edu para el trabajo en proyectos Erasmus+

RESUMEN

El desarrollo de programas educativos de ámbito europeo que promuevan la movilidad y la conexión entre estudiantes de diferentes países, ofrece un amplio abanico de posibilidades para que nuestro alumnado se involucre en trabajos con los que desarrollar de manera activa las competencias clave para la formación integral de cualquier estudiante del Siglo XXI. En el presente artículo se expone una experiencia, desarrollada dentro del marco del programa europeo Erasmus+ para Centros de Educación Secundaria, basada en la creación de proyectos interactivos con tecnología de realidad aumentada empleando el software educativo CoSpaces Edu. La principal finalidad de este trabajo es que el alumnado de los Centros educativos de un proyecto Erasmus+ puedan crear un tour virtual con imágenes panorámicas en 360º de su escuela o localidad con el fin de compartirlo con sus compañeros de proyecto. Además de configurar el tour virtual con las correspondientes imágenes, el alumnado de cada Centro ha tenido la posibilidad de dar interacción al proyecto programando diferentes acciones gracias al lenguaje de programación visual por bloques incluido en la propia herramienta educativa. Con este planteamiento, se ha hecho un trabajo en el que nuestro alumnado ha tenido que desarrollar sus destrezas en el uso de la tecnología educativa para crear y compartir contenidos multimedia, incluyendo aspectos relacionados con la programación y el desarrollo de la alfabetización digital de manera integrada en la práctica educativa.

Palabras clave: digitalización, multimedia, alfabetización digital

ABSTRACT

The development of European educational programmes that promote mobility and connection between students from different countries offers a wide range of possibilities for our students to get involved in works with which they can actively develop the key competences for the full education of any student in the 21st century. This chapter presents an experience developed in the framework of the European Erasmus+ programme for Secondary Schools, based on the creation of interactive projects with augmented reality technology using the educational software CoSpaces Edu. The aim of this work is that students from each school involved would be able to create a virtual tour with 360º panoramic pictures of their school or town, in order to share it with their project partners. In addition, to designing the virtual tour with the relevant pictures, the students of each school have had the opportunity to add interaction to the project by coding different actions thanks to the block-based visual programming language included in the educational resource.

With this approach, we have carried out a project in which our students have had to develop their skills in the use of educational technology to create and share multimedia content, including topics related to coding, and the development of digital literacy in a way that it is integrated into their educational practices.

Keywords: *digitalisation, multimedia, digital literacy*

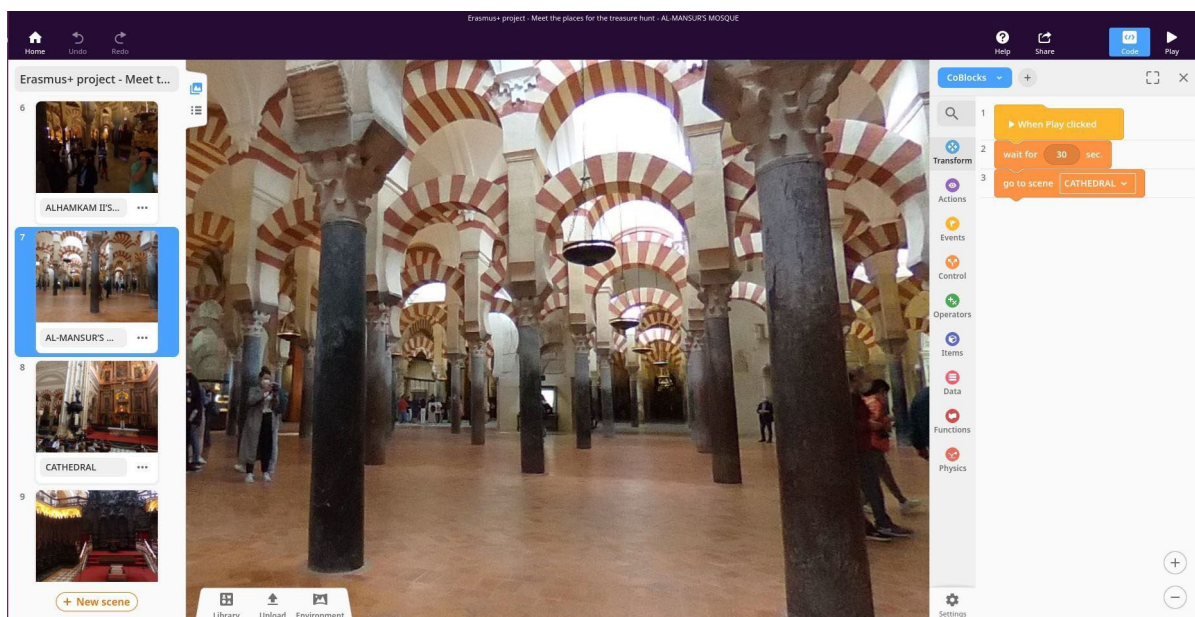
Introducción

Los cambios actuales en nuestra sociedad, así como las necesidades que están surgiendo como consecuencia de los cada vez mayores desarrollos tecnológicos, demandan nuevos enfoques metodológicos que proporcionen los modelos de enseñanza y aprendizaje necesarios para promover el desarrollo de habilidades relacionadas con la creatividad y la resolución de problemas para nuestro alumnado. Además, esto tiene que estar ligado a la adquisición de competencias científicas y tecnológicas que ayuden a resolver nuevas situaciones que puedan presentarse en el futuro (Casado Fernández y Checa Romero, 2020). Para dar respuesta a esta necesidad o inquietud, es importante considerar el término STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) y el término STEAM, que puede entenderse como una extensión de esta idea al agregar el campo de las Artes. Esta terminología no hace referencia directa a ninguna metodología sino que hace referencia a un campo e incluye todos los elementos didácticos que pueden ser útiles para completar un trabajo (Domènech-Casal et al., 2019). Por lo tanto, el término STEM puede verse como un panel (variable y creciente) de herramientas tecnológicas, perspectivas pedagógicas y enfoques metodológicos (Couso, 2017) que se consideran útiles a los efectos del trabajo contextualizado en el campo de las disciplinas a las que se refiere. Así, como una extensión de esta idea, el término STEAM se presenta como un modelo de cómo las asignaturas tradicionales de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas pueden estructurarse en un marco curricular integrado con campos artísticos (Colucci-Gray et al., 2019; Yakman, 2008).

La experiencia STEAM descrita en este capítulo es una actividad realizada en el marco del proyecto europeo cofinanciado por Erasmus+ KA229 *“Heads up! Young TechnoLingua Empathic Minds”*, que tiene como objetivo promover y desarrollar prácticas educativas que ayuden a nuestro alumnado a mejorar su competencia y alfabetización digital a través de prácticas interdisciplinarias. En este proyecto han trabajado estudiantes del IES Blas Infante de Córdoba (España) y de la *Gesamtschule der Gemeinde Rödinghausen* de Rödinghausen (Alemania).

Como parte de este programa, la experiencia educativa que se presenta tiene como objetivo el intercambio de trabajos relacionados con la creación de contenidos digitales entre el alumnado de ambos países.

Concretamente, se centra en la creación e intercambio de visitas virtuales de cada Centro educativo con imágenes panorámicas en 360º, creando una aplicación interactiva con el software educativo CoSpaces Edu. Este programa combina la posibilidad de crear tu propio escenario de realidad virtual o aumentada en 360º con el potencial de codificar las acciones y objetos incluidos en la escena (Imagen 1) mediante código de texto o bloques de programación (Frydenberg y Andone, 2019). Esto no solo permite que nuestro alumnado se acerque a conceptos de programación, sino que también les permite dar un paso importante para dejar de ser simples consumidores de tecnología y convertirse en creadores. Para desarrollar habilidades digitales dentro de este campo de la alfabetización tan necesario hoy en día, no basta con saber chatear, buscar o interactuar. Es necesario saber diseñar, crear e inventar nuevos contenidos multimedia (Resnick, 2007).



[Figura 29. Escena de CoSpaces con área de programación].

De la misma forma que se contextualiza un programa Erasmus+, el presente trabajo está diseñado para que nuestro alumnado pueda alcanzar los siguientes objetivos:

- Mejorar sus habilidades para crear y compartir contenidos multimedia a través de tecnologías educativas.
- Adquirir las habilidades y destrezas necesarias para trabajar de forma eficaz haciendo un uso correcto de los recursos a los que tiene acceso.
- Desarrollar habilidades de pensamiento computacional utilizando lenguajes de programación visual basados en bloques.
- Trabajar los contenidos y destrezas de una lengua extranjera en el marco de un proyecto STEAM.

Desarrollo de la experiencia

Para el desarrollo del trabajo de esta experiencia, se ha realizado un diseño que consta de una serie de fases a partir de una propuesta pedagógico-didáctica basada en el aprendizaje experiencial, la instrucción directa y la reflexión cognitiva (Dirección General de Tecnologías Avanzadas y Transformación Educativa, 2022). A continuación, se detallan las fases en las que se ha dividido el trabajo y los aspectos más relevantes de cada una de ellas.

Motivación y activación

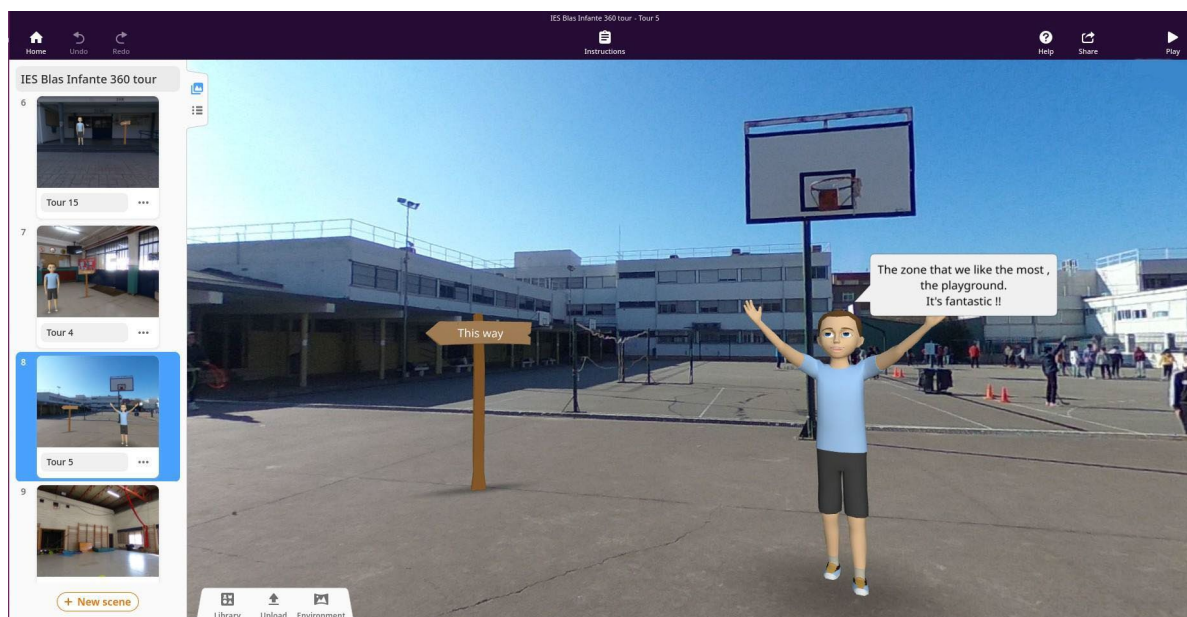
Esta primera acción ha servido para despertar el interés y motivación del alumnado en el desarrollo del trabajo. Aquí se ha presentado con un ejemplo qué se ha hacer, cómo son las imágenes que se van a incluir en el tour virtual, los objetivos del trabajo y los resultados que se esperan obtener. Además, no solo ha servido para presentar la actividad, también se ha aprovechado para mostrar cómo trabajar con el recurso que se va a emplear, CoSpaces Edu. Es un punto de partida muy importante, ya que facilita que el alumnado se involucre activamente en el desarrollo del trabajo, mostrándole que tiene un papel principal en todo el proceso.

Exploración

En esta parte, los estudiantes han tenido que decidir qué lugares se deben incluir en el tour virtual, teniendo en cuenta el interés que puede tener cada localización para los futuros visitantes. Del mismo modo, han trabajado en la información que se va a incluir en cada escena, la cual podrá mostrarse en formato de audio o texto (Figura 29).

Creación

Esta es la parte en la que nuestro alumnado tiene que crear del tour virtual. En primer lugar, deben tener las fotografías panorámicas de los lugares que han decidido incluir. Posteriormente, deben incluirlas en un proyecto de CoSpaces Edu para que se muestren en un orden coherente para el visitante y, además, en esta fase se debe programar la acción que permite mostrar la información asociada a cada lugar del Centro educativo o de la ciudad (Figura 30). En esta fase es donde deben hacer unas primeras pruebas de su proyecto y depurar los errores que hayan podido producirse.



[Figura 30. Ejemplo de un Tour Virtual.]

Compartir

Una vez completado todo el trabajo, el alumnado debe compartir con los futuros visitantes el material multimedia creado. Esto se ha realizado a través de diferentes medios en cada caso. Pero en ambos, cada docente responsable ha sido el encargado de recoger el trabajo y compartirlo con el Centro visitante para así poder compartirlo con su alumnado de la manera más conveniente. Posteriormente, durante las visitas organizadas en el proyecto Erasmus+ asociadas a los periodos de intercambio entre el alumnado, la información que se ha incluido en cada escena se ha explicado oralmente por parte de cada grupo de estudiantes en su correspondiente Centro.

A continuación, se pueden apreciar los proyectos elaborados por cada uno de los Centros educativos:

- Visita a Córdoba, España - <https://edu.cospaces.io/QGG-QMG>
- Visita a la escuela de Córdoba, España - <https://edu.cospaces.io/SFU-KMK>
- Visita a la escuela de Rödighausen, Alemania-
<https://edu.cospaces.io/QRN-ARP>

Conclusión

Con esta experiencia, el alumnado involucrado en el proyecto Erasmus+ no solo ha podido completar un trabajo que ha facilitado el desarrollo de sus competencias y habilidades esenciales de manera transversal.

También se ha facilitado la comunicación desde un punto común para el alumnado participante de ambos países, creando estas visitas virtuales para dar por adelantado una bienvenida a su Centro escolar y a su localidad. De este modo, también se ha conseguido alcanzar uno de los principales objetivos planteados en el proyecto Erasmus+ en el que se contextualiza este trabajo: utilizar la tecnología de forma eficaz y consciente para compartir información con otros estudiantes. Además, como se citó anteriormente, esto se ha conseguido mostrando las posibilidades que la tecnología les ofrece para pasar de ser meros consumidores a creadores potenciales. Un enfoque y un planteamiento realizado bajo la idea del construccionismo de Seymour Papert, para que nuestro alumnado aprenda mejor, participando activamente en la construcción de algo que tiene un significado personal para ellos (Papert, 1980). El uso de CoSpaces Edu ha permitido a nuestro alumnado desarrollar habilidades de diseño, de programación y pensamiento computacional, habilidades para expresarse a través de las tecnologías de realidad aumentada y en el uso de una lengua extranjera aprendiendo a comunicarse de manera efectiva y a colaborar entre ellos.

Bibliografía

- Casado Fernández, R., & Checa Romero, M. (2020). Robótica y Proyectos STEAM: Desarrollo de la creatividad en las aulas de Educación Primaria. *Pixel-Bit, Revista de Medios y Educación*, 51–69. <https://doi.org/10.12795/pixelbit.73672>
- Colucci-Gray, L., Burnard, P., Gray, D., & Cooke, C. (2019). Critical Review of STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics): Re-visioning Education? In *Oxford Research Encyclopedia of Education* (pp. 1–26). Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/acrefore/9780190264093.013.398>
- Couso, D. (2017). Per a què estem a STEM? Un intent de definir l'alfabetització STEM per a tothom i amb valors. *Ciències: Revista Del Professorat de Ciències de Primària i Secundària*, 34(34), 22. <https://doi.org/10.5565/rev/ciencies.403>
- Dirección General de Tecnologías Avanzadas y Transformación Educativa. (2022). *Crea tu REA para el Proyecto REA Andalucía*. https://edea.juntadeandalucia.es/bancorecursos/file/6d215d5c-1983-41e3-80d1-50572b852eb9/1/guia_crea_tu_rea_proyecto_rea_andalucia.zip/index.html
- Domènech-Casal, J., Lope, S., & Mora, L. (2019). Qué proyectos STEM diseña y qué dificultades expresa el profesorado de secundaria sobre Aprendizaje Basado en Proyectos. *Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de Las Ciencias*, 16(02). https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2019.v16.i2.2203

- Frydenberg, M., & Andone, D. (2019). Does Creating Shared Projects in Virtual Reality Capture Students' Interest in Technology? An International Project in STEM Education. *2019 9th IEEE Integrated STEM Education Conference, ISEC 2019*, 311–315. <https://doi.org/10.1109/ISECon.2019.8882080>
- Papert, S. (1980). *Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas* (Second Edi). Basic Books.
- Resnick, M. (2007). Sowing the Seeds for a more Creative Society. *Learning & Leading with Technology*, 35(4), 18–22. <https://doi.org/10.1145/1518701.2167142>
- Yakman, G. (2008). *ST?@M Education: an overview of creating a model of integrative education*. En M.J. de Vries (Ed.), *PATT-17 and PATT-19 Proceedings* (pp. 335-358). Reston, V.A.: ITEEA.

--

Álvaro Molina Ayuso

IES Blas Infante - Córdoba

Revolucionando la formación en mantenimiento industrial con Digital Twin Boxes

RESUMEN

"Digital Twin Boxes" es un proyecto de realidad virtual que utiliza la tecnología de gemelos digitales para capacitar en operaciones de mantenimiento industrial en el sector químico. Proporciona acceso a una planta química virtual, como un *serious game*, para practicar de manera efectiva.

Los gemelos digitales son representaciones precisas de objetos del mundo real y crean una réplica virtual de una planta química. La realidad virtual sumerge a los estudiantes en un entorno inmersivo, donde pueden experimentar situaciones de mantenimiento sin estar físicamente en una planta real. Esto ayuda a prevenir errores humanos, comunes en la industria, y mejora la seguridad.

PALABRAS CLAVE: Digital Twin Boxes, Operaciones de Mantenimiento Industrial, Prevención del error humano 4.0.

ABSTRACT

"Digital Twin Boxes" is a virtual reality project that utilizes digital twin technology to train in industrial maintenance operations in the chemical sector. It provides access to a virtual chemical plant, like a serious game, for effective practical training.

Digital twins are precise representations of real-world objects and create a virtual replica of a chemical plant. Virtual reality immerses students in an immersive environment, allowing them to experience maintenance situations without being physically present in a real plant. This aids in preventing human errors, which are common in the industry, and enhances safety.

KEYWORDS: Digital Twin Boxes, Industrial Maintenance operations, human error prevention 4.0

La industria química y la realidad virtual (RV)

La industria química es una parte vital de la economía global, proporcionando una amplia gama de productos que van desde productos farmacéuticos hasta productos químicos industriales. Sin embargo, esta industria también enfrenta desafíos significativos en términos de seguridad y sostenibilidad. Se ha observado que una parte sustancial de los accidentes industriales, aproximadamente el 25%, está relacionada con decisiones individuales tomadas durante la ejecución de tareas, la implementación de medidas de seguridad, la tecnología del proceso o el mantenimiento de equipos.

Para abordar este problema y reducir el error humano, es fundamental centrarse en la formación y capacitación de los profesionales que trabajan en plantas industriales.

Con el fin de reducir el error humano se debe incidir en la formación de profesionales en plantas industriales, pero no únicamente en situaciones normales, sino también en anormales y de emergencia. En el contexto de los centros de formación profesional, se prioriza la integración de módulos que se centran en la seguridad industrial mediante la ilustración práctica de incidentes y accidentes. Resulta evidente que una mera exposición teórica no puede en ningún caso reemplazar la instrucción práctica, y mucho menos proporcionar un nivel profundo e inmersivo de entrenamiento en RV a operadores y operadoras industriales, lo que supone una prevención de accidentes y la mejora de la seguridad en la industria química. En este contexto, la RV inmersiva emerge como una herramienta innovadora que puede revolucionar la forma en que se forma a los operarios y profesionales de esta industria (Anjos, 2020; Garcia Fracaro, 2021). Existen diversos referentes en instalaciones industriales en las que, por seguridad, los trabajadores que puedan estar más expuestos a compuestos peligrosos o situaciones de riesgo, son capacitados mediante VR o Realidad Mixta (Vijay Kumar, V., 2021).

Tecnología DTB

Mediante el uso de la tecnología de gemelos digitales (Digital Twin Boxes o DTB), se pueden establecer programas de formación personalizados que aborden una variedad de situaciones y escenarios, incluyendo el trabajo individual, el trabajo en equipo y la tutorización. Mediante la realidad virtual, se implementan programas de formación personalizada para todos los operarios, utilizando metodologías activas, de demostrada trayectoria en centros de capacitación (Martínez, C., 2020).

Las DTB ofrecen materiales didácticos inmersivos gamificados que tienen como objetivo no solo transmitir conocimientos técnicos, sino también entrenar desde un enfoque emocional. El objetivo final es reducir el error humano en las operaciones de mantenimiento y garantizar la seguridad en las plantas químicas. Estos escenarios virtuales permiten simular una amplia gama de maniobras operativas y de mantenimiento típicas de la industria química, lo que facilita el aprendizaje remoto para estudiantes de ciclos formativos en diferentes regiones (Consortio DTB, 2023).

Un aspecto crucial de la formación con DTB es la adquisición de competencias técnicas que garanticen prácticas seguras en el entorno industrial. No se trata solo de completar las operaciones de mantenimiento, sino de comprender y evaluar los riesgos asociados a cada tarea. A menudo, los estudiantes pueden ser técnicamente competentes en la mayoría de las operaciones, pero aún enfrentan desafíos al evaluar y abordar los riesgos potenciales.

La implementación de DTB en la formación de profesionales de la industria química puede mejorar la seguridad, reducir el error humano y fomentar prácticas sostenibles. Además, se analiza cómo el centro de producción, que es una planta de formación de acrilonitrilo-metilmetacrilato, de REPSOL en el Parc Químic de Tarragona (Figura 31). Se ha adoptado esta tecnología para recrear condiciones de trabajo realistas y proporcionar un enfoque innovador para la formación en la industria química. A través de la colaboración de múltiples centros de formación profesional, se están sentando las bases para una formación más efectiva y segura en esta industria crítica.



[Figura 31. Las DTB como herramienta gamificada en la industria química: de la planta real al entrenamiento virtual seguro.]

Entorno de aprendizaje en realidad virtual

Las Cajas Virtuales de Entrenamiento DTB constituyen un entorno de aprendizaje inmersivo en realidad virtual diseñado específicamente para la capacitación en la ejecución de tareas de mantenimiento en el ámbito industrial químico, con el objetivo primordial de reducir el error humano (Figura 32). La implementación de estas cajas virtuales, en las aulas de FP, se basa en la recreación de diversas situaciones y escenarios presentes en plantas industriales reales, en las cuales los operarios o equipos deben llevar a cabo actividades de acuerdo con una planificación predeterminada. Este entrenamiento no se limita únicamente a condiciones normales de operación, sino que abarca situaciones anormales o de emergencia que pueden surgir durante el funcionamiento de una instalación industrial.

Formación Presencial
Parte de la Planta de ACN-MMA (acrilonitrilo-metil-metacrilato)

Entrenamiento DTB

E1 ENTRENAMIENTO SITUACIONAL EN PLANTA	E8 BOMBAS CENTRIFUGAS- CIERRE MECÁNICO
E2 APERTURA DE LÍNEAS Y EQUIPOS BRIDADOS	E9 TRABAJO EN ESPACIOS CONFINADOS
E3 APERTURA DE LÍNEAS Y EQUIPOS ROSCADOS	E10 TRABAJOS EN ALTURA
E4 AISLAMIENTO DE EQUIPOS	E11 TOMA DE MUESTRA GASES -LPG
E5 CAMBIO DE MANOMETROS	E12 CAMBIO DE BOMBAS
E6 PURGA DE MEDIDORES DIFERENCIALES	E13 PONER POR BY-PASS UNA VÁLVULA AUTOMÁTICA
E7 CAMBIO DE SENSORES DE TEMPERATURA	E14 LIMPIEZA DE FILTROS

→ CN: Condiciones Normales
 → CI: Condiciones con Imprevistos
 → CE: Condiciones de Emergencia
 → CPS: Condiciones Psicosociales
 → Gamificación por Sabotaje

80% operabilidad Riesgo bajo

www.digitaltwinboxes.com

[Figura 32. Las DTB utilizan RV para instruir con metodologías activas a futuros trabajadores industriales, promoviendo el aprendizaje activo y emocional, la seguridad laboral y la colaboración en 14 escenarios]

Fundamentos de la realidad virtual en la capacitación

La formación ofrecida mediante entornos de realidad virtual se centra en el desarrollo de habilidades del dominio psicomotor, permitiendo a los aprendices adquirir esquemas cognitivos relacionados con la disposición espacial del entorno de trabajo. Las DTB proporcionan niveles de inmersión que permiten a los operarios participar en actividades dinámicas dentro de escenarios altamente realistas, lo que contribuye a que el proceso de aprendizaje sea altamente efectivo y creíble. En sus 14 escenarios de mantenimiento industrial, los operarios pueden realizar operaciones de cambio de un termómetro, un manómetro, poner en bypass una bomba, entrenar las instrucciones de radio, o formarse en acceder a espacios confinados o trabajar en alturas. Trabajos para los que se les capacita presencialmente en los laboratorios de los centros, en condiciones normales, pero también en realidad virtual en situaciones menos seguras, que de otra manera no se podrían vivir en los centros.

Entornos virtuales colaborativos

Tras la capacitación individual en DTB, los operarios pueden ser integrados en Entornos Virtuales Colaborativos (EVC) donde el trabajo en equipo pluridisciplinario se convierte en un componente esencial para la resolución exitosa de tareas complejas. En este contexto, el rol del instructor es fundamental, ya que supervisa, evalúa y mejora el desempeño de los operarios en una variedad de condiciones operativas y situaciones de emergencia.

Mediante las Oculus Quest 2, los observadores e instructores pueden analizar todos y cada uno de los pasos realizados. Una vez finalizado el escenario, el jugador puede analizar los errores cometidos en la RV, y recibir oportunidades de mejora por parte de los observadores e instructores del escenario.

Simulación de condiciones inesperadas

Durante la formación en DTB, se simulan condiciones inesperadas que los operarios pueden encontrar en su entorno laboral. Esto incluye escenarios donde los equipos no funcionan correctamente, el uso de herramientas incorrectas o la ocurrencia de emergencias que involucran derrames o activación de alarmas. Además, se abordan riesgos psicosociales, como la alteración de la visibilidad debido al trabajo a turnos o limitaciones físicas que puedan afectar la operatividad, como una restricción en la movilidad de los mandos de dispositivos como la Oculus Quest.

Como parte del enfoque de Serious Games, se incorporan situaciones de *sabotaje* en las DTB, donde los operarios observadores pueden influir en el entorno virtual. Deciden si el operador en el entorno de realidad virtual experimentará eventos como la exposición a compuestos químicos, mojarse o enfrentar ráfagas de viento. Esta dimensión de gamificación se utiliza para enfatizar que situaciones imprevistas pueden surgir en cualquier entorno, ya sea real o virtual, y que los operarios deben estar preparados para afrontarlas.

Conclusión

Las DTBs son un testimonio de cómo la innovación educativa puede transformar la capacitación de los profesionales industriales, preparándolos para un futuro más seguro y eficiente en el sector. Esta innovación aborda de manera equilibrada la competencia técnica y la seguridad, preparando a los futuros trabajadores de manera integral y atractiva. La alta demanda de más de 100 profesionales de la química que ya las han experimentado destaca su valor en aulas y empresas, marcando un nuevo comienzo en la capacitación virtual industrial.

PROYECTO AFP.21/00138-DIGITAL TWIN BOXES (DTB): Escenarios de entrenamiento competencial inmersivo en procesos y operaciones de mantenimiento industrial. Financiado por el Ministerio de Educación y Formación Profesional – U.E. – Next Generation.

Bibliografía

- Anjos, F. E. V. dos, Rocha, L. A. O., Silva, D. O. da, & Pacheco, R. (2020). Virtual and augmented reality application in production engineering teaching-learning processes. *Production*, 30, e20190088. <https://doi.org/10.1590/0103-6513.20190088>

- Consorcio Digital Twin Boxes. Institut Comte de Rius - Centro de Formación Somorrostro - CIFP La Laboral - IES A Sardiñeira -Repsol. (Fecha de acceso: 18/09/2023). Digital Twin Boxes: URL: <https://digitaltwinboxes.com/>
- Garcia Fracaro, S., Chan, P., Gallagher, T., Tehreem, Y., Toyoda, R., Bernaerts, K., Glassey, J., Pfeiffer, T., Slof, B., Wachsmuth, S. & Wilk, M. (2021). Towards design guidelines for virtual reality training for the chemical industry. *Education for Chemical Engineers*, 36, 12-23. <https://doi.org/10.1016/j.ece.2021.01.014>
- Martínez, C., Montero, R., Arias, G., & Salcedo, M. A. (2019). Los Juegos Serios, su aplicación en la Seguridad y Salud de los Trabajadores. *Medicina y Seguridad del Trabajo*, 65(255), 87-100. Epub 30 de marzo de 2020. <https://dx.doi.org/10.4321/s0465-546x2019000200087>
- Vijay Kumar, V., Carberry, D., Beenfeldt, C., Andersson, M. P., Mansouri, S. S., & Gallucci, F. (2021). Virtual reality in chemical and biochemical engineering education and training. *Education for Chemical Engineers*, 36, 143-153. <https://doi.org/10.1016/j.ece.2021.05.002>

--

Núria Ferré Huguet, Rafel Pallach Pascual, Víctor Manuel García Taravilla

Institut Comte de Rius (centre coordinador del projecte) - Tarragona

El metavers com a canal de comunicació educativa

RESUM

El metavers pot esdevenir una alternativa factible a la videoconferència i els seminaris web habituals en la formació docent. Al següent article s'exposen les principals característiques de l'eina Spatial a partir d'una experiència formativa. Es comparteixen consells i recomanacions metodològiques per animar el professorat a aconseguir que l'ús d'aquesta tecnologia esdevingui una bona pràctica educativa.

Paraules clau: *Spatial, avatar, metodologia*

ABSTRACT

The metaverse can become a feasible alternative to the usual video conference and webinars in teacher training. In the following article, the main features of the Spatial tool are presented based on a formative experience. Advice and methodological recommendations are shared to encourage teachers to make the use of this technology a good educational practice.

Keywords: *Spatial, avatar, methodology*

La irrupció de la pandèmia del covid-19 va obligar els docents a submergir-se en un terreny majoritàriament poc explorat: l'aprenentatge en línia. Així, de cop i volta, sense previ avís, es va multiplicar el nombre de videoconferències amb l'alumnat. Aleshores, bona part del professorat vam constatar que era diferent impartir continguts en un entorn digital, que l'estructura i la dinàmica síncrona difícilment podien ser com a la classe presencial tradicional.

A més de l'explotació dels LMS (*moodle, Classroom, etc.*), quan la situació es va perllongar en el temps, el col·lectiu docent va iniciar una reflexió i recerca d'eines que permetessin afegir interactivitat a les presentacions i dinàmiques per equips. Presentacions amb preguntes a *Pear Deck*, núvols de paraules amb *WordCloud* o altres com *Mentimeter*, activitats amb *Wordwall, ExeLearning...*, qüestionaris en línia amb *Quizizz*, treballs en equip... Força d'aquestes eines han canviat, en algun sentit, les pràctiques habituals a l'aula.

L'octubre de 2021, Mark Zuckerberg va publicar el canvi de nom (*Meta* per *Facebook*) i la ferma aposta de la seva empresa pel Metavers¹ com a futur canal de comunicació a tots els nivells. Anys abans, Facebook havia adquirit l'empresa *Oculus* i la seva tecnologia i dispositius de realitat virtual (RV)². A banda de les ulleres *Meta Quest* (Meta), altres visors integrats de RV són els de *Pico*, *HoloLens* (Microsoft) o *HTC Vive*.

En el marc de la mentoria digital, el juliol de 2022, vaig oferir un taller als companys/es mentors de Catalunya amb el títol: *De les realitats digitals al metavers educatiu*, que entre altres dinàmiques incloïa un bateig de metavers com a alternativa a les habituals videoconferències i seminaris web.

L'eina de metavers seleccionada va ser *Spatial*³ per diversos motius (Figura 33):

- Es tracta d'una eina multiplataforma i permet l'accés des de l'ordinador o app per a telèfon mòbil, de manera que no és imprescindible disposar d'ulleres RV.
- En la versió gratuïta possibilita dissenyar metaversos que admeten fins a 50 participants simultanis.
- Es pot crear un metavers personal amb *Unity*, però també ofereix diverses plantilles que es poden editar.
- S'integra amb *Sketchfab*, d'on podem exportar arxius 3D.
- S'hi pot treballar col·laborativament. És possible atorgar permís d'edició les persones participants.
- Disposa de micròfon intern, xat, reaccions, opció per compartir pantalla, etc.
- Es pot decidir si el metavers es comparteix a la galeria general de *Spatial* o l'espai es manté privat.

¹ Canal a YouTube de Meta: *The Metaverse and How We'll Build It Together Connect 2021-*
<https://youtu.be/Uvufun6xer8?si=mwMgoxgRdliDMsb1>

² La Vanguardia, 26 de març de 2014: *Facebook compra Oculus VR por 2000 millones de dólares -*
<https://www.lavanguardia.com/tecnologia/20140325/54404092986/facebook-compra-oculus-vr-por-2-000-millones-de-dolares.html>

³ Spatial - <https://www.spatial.io/>



[Figura 33: Vista del metavers a Spatial]

Podeu visitar el Metavers de la presentació, si així ho desitgeu, a l'enllaç (Figura 34):
<https://www.spatial.io/s/fnadals-Next-Space-62d0589ecb067b00015a9da9?share=7627929809417450638>



[Figura 34: QR del metavers a Spatial]

De l'experiència viscuda exposem tot seguit unes quantes recomanacions per a una potencial aplicació a l'aula:

1. És recomanable dedicar alguna sessió prèvia a configurar un avatar (primer requisit que demana la plataforma un cop s'hi accedeix) i exposar les principals característiques: com moure's, funcionament dels portals, xat, reaccions... perquè en cas contrari es pot perdre força temps.
2. Va bé ubicar un arxiu 3D de referència o algun recurs gràfic a l'entrada que ajudi les persones participants a situar-se en l'espai. Les plantilles solen ser força àmplies i resulta fàcil perdre's per l'espai virtual.
3. En cas de presentacions, de vegades cal compartir pantalla per aconseguir el seguiment del fil argumental.
4. El mode edició permet experimentar la creació col·laborativa d'un espai. Seria factible, per exemple, projectar una mena de museu col·laboratiu digital on tothom acabi compartint alguna obra pròpia en un espai comú d'exposició.
5. És bona pràctica situar algun portal per traslladar-se a una sala alternativa, per exemple, per poder treballar amb equips més reduïts. Penseu també que després es pugui tornar a l'espai de metaversos comú.

L'últim trimestre de 2023 les grans empreses tecnològiques estan apostant pels metaversos aplicats a equips de treball, més enllà de l'àmbit educatiu. Es tracta de recursos digitals com *Microsoft Mesh* (a l'entorn *Teams*) o *Meta Horizon Workrooms*, que s'integra amb les eines de *Zoom* i els calendaris de *Google* o *Outlook*. Altres companyies han decidit desinvertir i apostar més per desenvolupar eines d'intel·ligència artificial, si bé ambdues tecnologies no són incompatibles.

Així mateix, el retorn a la presencialitat després de la pandèmia obre diversos interrogants sobre quin futur tindran els metaversos. Les ulleres de RV que possibiliten una experiència immersiva, a banda, no són gens barates. Tanmateix, de la mateixa manera que el trauma de la pandèmia va influir sobre dinàmiques i pràctiques educatives, és previsible que, de mica en mica, aprenguem com explotar les millors característiques d'aquest nou canal per enfocar-nos en la potencial millora de l'aprenentatge de l'alumnat.

Bibliografia

- DE LA HORRA, Ibán. *Experiencias interactivas en el ámbito educativo*. Informe ODITE sobre tendencias educativas 2022, pàg. 248-254 (<https://ciberespiral.org/es/experiencias-interactivas-en-el-ambito-educativo/>).
- SANGRÀ, Albert. *Videoconferencias y docencia online*. Educación en tiempos de pandemia 2020, pàg. 144-154. Observatori d'innovació educativa i cultura digital. Associació Espiral, educació i tecnologia.
- *Metaversos, nuevos entornos educativos*, seminari web amb Camino López, Isidro Navarro i Xavier Suñé. Canal de YouTube de l'Associació Espiral, 26 de maig de 2022 (<https://www.youtube.com/live/kA7-cAZREjo?si=1CBjMGKyHtelmpF7>).

--

Francesc Nadal Rius

Institut de Palamós - Professor col·laborador de la UOC

Metaverso aplicado a Máster Europeo en Estudios Empresariales de la Universidad de León

RESUMEN

El proyecto consiste en la integración de un metaverso en proyectos de estudiantes de Máster en Estudios empresariales de la Universidad de León. Los estudiantes trabajan en grupo un ejercicio para una empresa real en la que realizan prácticas y proponen un plan de marketing que incluirá un Metaverso como estrategia de difusión de algún producto o servicio. Se introduce en la tecnología con unas sesiones teórico-prácticas. Utilizando programas para la creación de contenido, integran estos en una aplicación web para la generación de Metaversos, donde se muestra la propuesta de los proyectos en Realidad Virtual. El aprendizaje basado en retos se combina con integración de tecnología, lo cual genera una motivación especial en los estudiantes. El resultado final demuestra que el trabajo colaborativo y los procesos guiados de aprendizaje facilitan la comprensión de conceptos que aparentemente podrían parecer lejos de las áreas de conocimiento de los participantes.

Palabras clave: aprendizaje basado en retos, trabajo colaborativo, realidad virtual

ABSTRACT

The project consists of the integration of a metaverse in projects by Master's students in Business Studies at the University of León. Students work in groups on an exercise for a real company in which they carry out internships and propose a marketing plan that will include a Metaverse as a dissemination strategy for a product or service. You are introduced to technology with some theoretical-practical sessions. Using programs for content creation, they integrate these into a web application for the generation of Metaverses where the project proposal is shown in Virtual Reality. Challenge-based learning is combined with technology integration, which generates special motivation in students. The final result demonstrates that collaborative work and guided learning processes facilitate the understanding of concepts that may seem far from the participants' areas of knowledge.

Keywords: *challenge-based learning, collaborative work, virtual real*

Introducción

El Metaverso [1] se define como un entorno virtual colaborativo en el que diversos usuarios pueden interactuar entre ellos y con objetos virtuales. La realidad virtual (VR) [2] proporciona al usuario una experiencia inmersiva y transforma la comunicación entre el sujeto y el contenido audiovisual de los escenarios. Integrar un metaverso tiene como objetivo eliminar las limitaciones que tradicionalmente tienen las plataformas web; como la propia percepción del usuario, la pérdida de atención en sesiones online, la pasividad frente a plataformas no inmersivas y la falta de herramientas para mostrar emociones. Otros objetivos consisten en demostrar las posibilidades de incorporar nuevas tecnologías en el ámbito del marketing digital, proponer estrategias a empresas en el uso de Metaversos y generar propuestas rápidas de proyectos en trabajos grupales integrando el aprendizaje basado en retos.

La actividad docente tiene lugar en la Universidad de León, concretamente con 26 estudiantes de diversas nacionalidades del Máster Internacional de Estudios Empresariales en febrero de 2023. La duración total fue de 9 horas organizadas en dos sesiones con presentaciones teóricas y creación de proyectos. Los grupos se organizaron por temas relacionados con las prácticas que estaban desarrollando en el Máster.

Metodología

La actividad se organizó en torno a la creación de propuestas que se integraban como parte de campañas de marketing para la difusión de la imagen de empresa, ofreciendo productos o servicios a los potenciales clientes utilizando RV y el Metaverso.

Se emplearon metodologías docentes como el aprendizaje basado en retos [3], el trabajo colaborativo, *design thinking* [4] y metodologías ágiles.

El proyecto se dividió en cuatro fases: el aprendizaje, la definición de la propuesta, la ejecución y la presentación.

Fase 1: Aprendizaje

En esta primera fase, se dio una formación en tecnología y programas necesarios para crear un Metaverso. Los estudiantes probaron diferentes aplicaciones virtuales con los visores QUEST 1 y QUEST 2.

Las aplicaciones tenían como objetivo la experimentación de entornos virtuales para una mejor comprensión de formato de los contenidos y la interacción con los dispositivos por parte de los estudiantes para adaptar sus propuestas desde la experimentación.

Fase 2: Definición de la propuesta

La definición de la propuesta se elaboró con metodologías ágiles, en las que cada estudiante aportaba ideas de integración y se trabajaban en grupo. También se aplicó el método *design thinking* desde esta segunda fase, en la que se definió e ideó el concepto. En próximas fases, se desarrolló un prototipo y se probó cada propuesta para ser puestas a prueba por otros usuarios; en este caso, los propios estudiantes del Máster.

Fase 3: Ejecución

La aplicación utilizada para crear los Metaversos fue SPATIAL.IO, que permite crear escenarios con integración de contenidos audiovisuales en varios formatos. El contenido se organizaba según el tipo de proyecto y se incorporaba con las herramientas de la aplicación para posteriormente interactuar con estos desde múltiples plataformas. Los prototipos de Metaversos se probaron mediante diversas plataformas (visor de RV, WebApp y dispositivos móviles). Los contenidos podían ser: textos, imágenes, vídeos, presentaciones o incluso objetos en 3D.

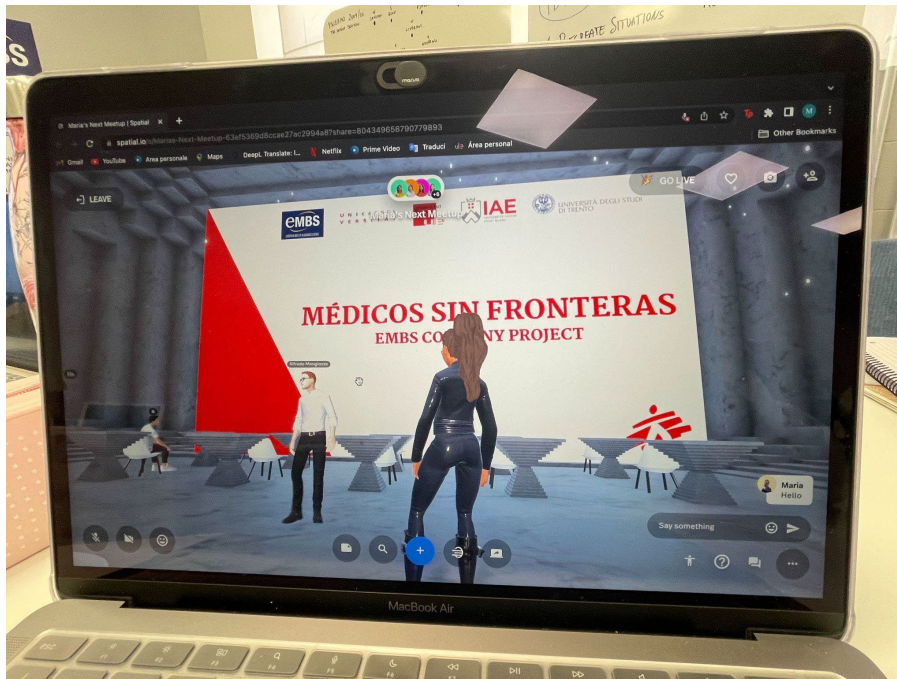
Los proyectos fueron los siguientes: Metaverse Alpine, The Adidas Metaverse Challenge, The Adidas Metaverse, The Facephi Metavers, The Betterverse (Médicos sin fronteras) [figura 4] La finalidad de las propuestas era muy variada, desde el uso de entornos virtuales para la fase de innovación para los empleados y técnicos de la marca de automoción, como para los potenciales consumidores de productos deportivos, así como la fidelización de miembros de ONGs.

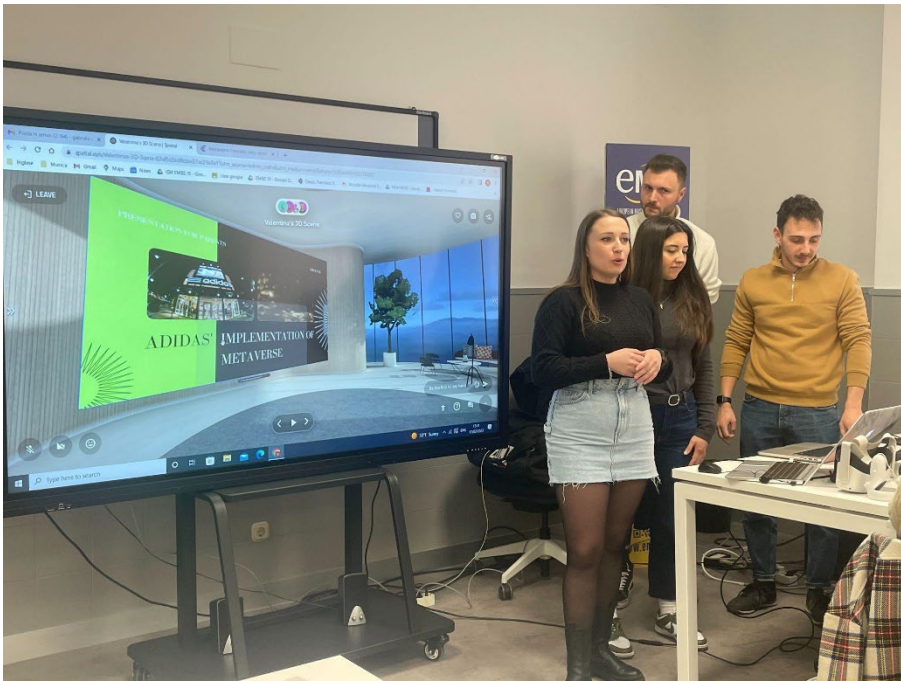
Fase 4: Presentaciones

La parte final de la actividad consistió en la presentación de las propuestas al conjunto de la clase, describiendo los apartados: concepto, perfil de usuario destinatario, integración del Metaverso en la marca o empresa, posibilidades y opciones (Figuras 35 a 38).

Conclusiones

El resultado generó el debate sobre el Metaverso y algunas reflexiones como el hecho de ser una herramienta para motivar a los usuarios, la integración desde dispositivos móviles como la forma más eficaz de implementarlo o la facilidad de creación con aplicaciones web en una fase inicial para usuarios sin competencias de programación.





[Figuras 35 - 38. Presentaciones de propuestas de los estudiantes del máster]

Referencias bibliográficas

- [1] Mystakidis, S. (2022). Metaverse. *Encyclopedia*, 2(1), 486-497.
- [2] Zheng, J. M., Chan, K. W., & Gibson, I. (1998). Virtual reality. *Ieee Potentials*, 17(2), 20-23.
- [3] De La Cruz Velazco, P. H., Poquis Velasquez, E., Valle Chavez, R. A., Castañeda Sánchez, M. I., & Sánchez Anastacio, K. R. (2022). Aprendizaje basado en retos en la educación superior: Una revisión bibliográfica. *Horizontes, Revista de Investigación en Ciencias de la Educación*, 6(25), 1409-1421.
- [4] Wolniak, R. (2017). The Design Thinking method and its stages. *Systemy Wspomagania w Inżynierii Produkcji*, 6(6), 247-255.

--

Isidro Navarro Delgado

Universitat Politècnica de Catalunya