

Representación gráfica arquitectónica y fabricación digital inclusiva: hacia el diseño participativo y la accesibilidad universal

Covadonga Lorenzo-Cueva^(*)

Resumen: Desde Fab Lab Madrid CEU, el Laboratorio de Fabricación Digital de la Universidad San Pablo-CEU, pensamos que es importante reflexionar sobre el papel de la universidad como institución que, además de centrarse en la docencia y la investigación en respuesta a la comunidad universitaria, aporte valor social, ofreciendo actividades que contribuyan a fomentar la igualdad de oportunidades para personas con distintas capacidades. Por ello, hemos planteado actividades formativas de carácter participativo enfocadas a personas con discapacidad intelectual, dirigidas al diseño de espacios arquitectónicos accesibles empleando herramientas de representación arquitectónica y tecnologías de fabricación digital inclusivas, aprovechando el potencial de estas tecnologías y ayudando a democratizar su uso.

Palabras claves: Representación arquitectónica - fabricación digital - inclusión - discapacidad

[Resúmenes en inglés y portugués en la página 22]

^(*) Profesora Titular del Departamento de Arquitectura y Diseño de la Escuela Politécnica Superior de la Universidad San Pablo-CEU de Madrid, donde es directora del Laboratorio de Fabricación Digital (Fab Lab Madrid CEU) y Subdirectora de Profesorado e Investigación de la EPS. Doctora Arquitecta por la Universidad de Navarra donde realizó el Máster en Diseño Arquitectónico, se graduó como Arquitecta en la Universidad Politécnica de Madrid

Introducción

Estudios recientes en nuestro país muestran que las personas con algún tipo de discapacidad alcanzan un nivel educativo inferior a los demás. Según un informe realizado hace apenas dos años (Universidad, 2023), solo el 1,6% de los estudiantes universitarios tiene alguna discapacidad, destacando principalmente las físicas (34,1%) e intelectuales (13,3%). A pesar de los esfuerzos que se están realizando por mejorar la inclusión en las instituciones universitarias, aún se requieren numerosas medidas que permitan reducir el abandono de los estudios y adaptar la educación a las necesidades de todos los estudiantes. En el ámbito laboral, solo el 27,8% de las personas con discapacidad tiene empleo, comparado con el 68,1% de las personas sin discapacidad (INE, 2022). En este sentido, cabe destacar la Estrategia Europea sobre Discapacidad 2021-2030 (Comisión Europea, 2021) y la Convención sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad (Naciones Unidas, 2006) desde donde se promueve la igualdad de acceso a la educación y al empleo. Además, son varias las investigaciones que indican que la formación universitaria mejora la inserción laboral y la autonomía de las personas con discapacidad intelectual (Gomes-Machado, Dos Santos, Schoen y Chiari, 2017; Kleinert, Jones, Sheppard-Jones, Harp y Harrison, 2012).

El laboratorio de fabricación digital de la Universidad San Pablo-CEU (Fab Lab Madrid CEU) fundado en el año 2014, es un espacio de trabajo en el que impartimos docencia e investigamos sobre la aplicación de las tecnologías de Fabricación Digital en el campo del Diseño, la Arquitectura y el Urbanismo. Además, tratamos de analizar el impacto de las tecnologías de Fabricación Digital sobre los colectivos más vulnerables, fomentando la inclusión social y analizando de qué modo estas tecnologías contribuyen al progreso del conocimiento y presentan no solo impacto científico, sino también impacto social más allá del ámbito académico (Gershenfeld, 2005; Gershenfeld, 2017). Nuestras actividades se centran en el empleo de nuevas herramientas para la representación gráfica arquitectónica y tecnologías de fabricación digital, a partir de maquetas creadas empleando impresoras 3D, máquinas de corte láser, cortadoras de vinilos o fresadoras, ofreciendo a los alumnos mejorar sus capacidades de representación de la arquitectura a través de herramientas tecnológicas. Apostamos, además, por ofrecer formación en tecnologías de fabricación digital para alumnos de distintos ciclos, capacidades y niveles, bajo el enfoque denominado Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA), que emplea metodologías, materiales y tecnologías diversas en el proceso formativo útiles para el aprendizaje de cualquier estudiante, con independencia de sus capacidades.

Objetivos y Metodología

Entre las actividades desarrolladas cabe destacar aquellas que hemos realizado orientadas al diseño participativo de espacios arquitectónicos contando con la ayuda de personas con discapacidad intelectual. En concreto, nos centraremos en una experiencia inclusiva que

forma parte de un proyecto de investigación financiado por la Convocatoria de proyectos de I+D+i 'Retos Investigación' del Ministerio de Ciencia e Innovación. El proyecto, titulado *Campus inclusivos y Arquitectura: criterios de diseño universal para fomentar entornos universitarios acogedores y que favorezcan la accesibilidad cognitiva en personas con discapacidad intelectual*, se lleva a cabo en la Escuela Politécnica Superior de la Universidad San Pablo-CEU. En particular, la experiencia presentada se ha desarrollado en el Fab Lab Madrid CEU.

En el proyecto hemos tratado de investigar sobre una serie de tipologías arquitectónicas para lo cual, requerimos la ayuda de personas con algún tipo de discapacidad para deducir criterios de mejora de espacios arquitectónicos (en concreto aulas para la docencia universitaria) para transformarlos en lugares accesibles e inclusivos para todos. Con este objetivo, organizamos un taller de diseño colaborativo, estructurado en base a una serie de actividades conforme a la metodología que se expone a continuación.

La primera actividad incluía una breve presentación inicial en la que se ofrecía a los participantes una visión general sobre algunos conceptos relacionados con el espacio arquitectónico que pudiera servir como fundamentación teórica. En concreto, nos centramos en explicar cómo se percibe el espacio arquitectónico a través de los sentidos y cuáles son los parámetros que requieren nuestra atención como arquitectos a la hora de diseñar un ámbito arquitectónico. Así, nos centramos en temas relacionados con las cualidades espaciales, como las dimensiones, las proporciones o la altura de los espacios; las cualidades cromáticas, como las gamas de colores; las cualidades táctiles, como las texturas o los materiales de los acabados y finalmente, las cualidades lumínicas, como el uso de la luz natural, la intensidad de luz o el tipo de iluminación obtenida en un espacio en función de su tipo de cerramiento. Para transmitir toda esta información de forma visual y participativa empleamos dos estrategias.

Por un lado, se empleó una comparativa de imágenes en las que se mostraban distintas tipologías arquitectónicas de aulas universitarias, explicando en detalle cada uno de los conceptos y pidiendo a los participantes que nos describieron los espacios mostrados en base a los parámetros mencionados. Por otro lado, se propuso el análisis de varias aulas, a partir del empleo de gafas de realidad virtual (Lorenzo-Cueva y Lorenzo, 2019) con las que los participantes pudieron recorrer virtualmente distintas tipologías de aulas para analizarlos desde sus experiencias personales al recorrerlas de manera virtual, pudiendo reflexionar así sobre su percepción espacial personal gracias al uso de esta tecnología.

Una vez finalizado este primer análisis, en la segunda actividad se emplearon las tecnologías de fabricación digital. Más concretamente, se usaron las cortadoras láser y cortadoras de vinilos del laboratorio de fabricación digital para fabricar unas piezas a modo de unidades modulares, con las cuales los participantes pudieron realizar maquetas arquitectónicas que les permitían proponer aquellas tipologías de aulas más inclusivas e incluso proponer la disposición del mobiliario en cada aula. En esta fase, les pedíamos diseñar un aula universitaria, jugando con distintas alturas y orientaciones, diferentes tipos de huecos para analizar su idoneidad al tipo de actividad a la que cada aula se destinará (teoría, práctica, trabajo en grupo o debate), varios tipos de acceso al aula y diferentes configuraciones de mobiliario.

Finalmente, en la tercera actividad, los alumnos, que habían trabajado en equipos de tres personas, expusieron al resto de los participantes sus propuestas explicando en detalle las motivaciones que habían seguido para su diseño, así como comentarios y reflexiones sobre aquellos espacios que consideraban más adecuados para mejorar la accesibilidad cognitiva de esta tipología arquitectónica.

Conclusiones

Tras la experiencia se dedujeron algunos criterios determinados por los participantes con discapacidad intelectual que nos han ayudado a pensar en tipologías edificatorias más inclusivas y accesibles para este colectivo. Éstas se han podido agrupar en torno a dos conceptos: en primer lugar, su valoración acerca de las sensaciones de bienestar psicológico, protección y confort físico en estas tipologías y en segundo lugar, la capacidad de cada tipología de generar en los usuarios una imagen amable y acogedora, que despierte sentimientos positivos y de pertenencia.

En cuanto a las cualidades espaciales, se ha concluido que la disposición de los planos verticales en las aulas, así como la altura y la superficie en planta del aula, afectan significativamente a la percepción espacial de los estudiantes. La transparencia en estos planos, tendencia creciente en ambientes educativos, además de permitir una entrada abundante de luz natural, genera respuestas emocionales positivas y fomenta una mayor conexión con el entorno. Esto induce comportamientos exploratorios y una sensación de apertura y seguridad, mejorando la experiencia de los alumnos en el aula.

Además, las variaciones en el plano horizontal del suelo, como gradas o plataformas, generan sensaciones negativas mientras que una percepción dinámica del espacio se genera en espacios de un solo nivel, los cuales promueve la interacción entre los estudiantes, promoviendo un enfoque pedagógico activo que mejora la disposición al aprendizaje y refuerza la sensación de acompañamiento.

La disposición y las características del mobiliario (como su forma o su color) influyen en las respuestas emocionales y participativas de los estudiantes. La posibilidad de modificar la disposición del mobiliario, junto con una diversidad cromática, estimulan el dinamismo, la colaboración entre estudiantes y el trabajo en grupo, mejorando la motivación y la sensación de bienestar e influyendo positivamente en la experiencia educativa.

Las cualidades lumínicas del aula, como la iluminación natural y la intensidad de la luz, afectan significativamente a la percepción del entorno educativo. Una buena iluminación natural mejora la visibilidad y el confort, influenciando positivamente las respuestas cognitivas y emocionales de los estudiantes, fomentando una mayor participación y concentración y mejorando la motivación y el desempeño académico y también la sensación de seguridad: zonas poco iluminadas generan una sensación de miedo.

Asimismo, la temperatura de color en el aula influye en la percepción espacial y emocional de los estudiantes. Colores cálidos proporcionan sensaciones de bienestar y seguridad, así como calma y tranquilidad, mientras que colores neutros y fríos son preferidos para

diferentes actividades académicas. La temperatura de color afecta el confort emocional y la disposición mental, promoviendo comportamientos específicos de relajación, en ambientes cálidos o concentración en ambientes fríos.

Para concluir, hemos de decir que la experiencia ha sido muy enriquecedora, por el hecho de contar con la participación de personas con discapacidad intelectual, que han aportado un punto de vista diferente y muy útil, debido a su implicación y su interés en las actividades que les hemos ofrecido en el taller y a la especial sensibilidad artística que han demostrado en la fase más creativa del diseño arquitectónico.

Agradecimientos

El trabajo que se ha presentado ha sido financiado por la Convocatoria de proyectos de I+D+i 'Retos Investigación', concedido por el Ministerio de Ciencia e Innovación de España al Proyecto de Investigación: Campus inclusivos y Arquitectura, criterios para promover entornos universitarios acogedores y generadores de accesibilidad cognitiva en personas con discapacidad intelectual, realizado en la Universidad San Pablo-CEU. CAMPUS-INCLUAQ-PID2020-114373RB-I00.

Referencias bibliográficas

- Comisión Europea. (2021). *Estrategia Europea sobre Discapacidad 2021-2030*. Bruselas. <https://bit.ly/44qXGrw>
- Fundación Universia. (2023). *Universidad y discapacidad. Estudio sobre el grado de inclusión del sistema universitario español respecto de la realidad de la discapacidad*. <https://bit.ly/3Usg7Yn>
- Gershenfeld, N.; Gershenfeld, A. & Gershenfeld, J.C. (2017). *Designing Reality: How to Survive and Thrive in the Third Digital Revolution*. Basic Books, Nueva York.
- Gershenfeld, N. (2005). *Fab. The Coming Revolution on your Desktop*. Basic Books, Nueva York.
- Gomes-Machado, M. L.; Dos Santos, F. H.; Schoen, T. & Chiari, B. (2016). Effects of Vocational Training on a Group of People with Intellectual Disabilities, *Journal of Policy, and Practice in Intellectual Disabilities* 13 (1), pp. 36-40.
- Instituto Nacional de Estadística (INE). (2022). *Empleo de las Personas con Discapacidad*. <https://bit.ly/44uB21r>
- Kleinert, H. L.; Jones, M. M.; Sheppard-Jones, K.; Harp, B. & Harris, E. M. (2012). Students with Intellectual Disabilities Going to College? Absolutely! *Teaching Exceptional Children*, vol. 44, n. 5, pp. 26-35.
- Lorenzo, C. & Lorenzo, E. (2019). Augmented Reality and Digital Fabrication Technologies as Assistive Tools for University Students with Disabilities. *INTED2019 Proceedings. 13th International Technology, Education and Development Conference*. pp. 4014-4019.

Naciones Unidas. (2006). *Convención sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad*.
<https://bit.ly/3UKbvy2>

Abstract: At Fab Lab Madrid CEU, the Digital Fabrication Laboratory based at San Pablo-CEU University, we think it is important to reflect on the role of the university as an institution that, in addition to focusing on teaching and research in response to the university community, contribute social value, offering activities that promote equal opportunities for people with different abilities. For this reason, we have proposed participatory training activities focused on people with intellectual disabilities, aimed at the design of accessible architecture using architectural representation tools and inclusive digital fabrication technologies, taking advantage of the potential of these technologies and helping to democratize their use.

Keywords: Architectural representation - digital fabrication – inclusion - disability

Resumo: No Fab Lab Madrid CEU (Laboratório de Fabricação Digital da Universidade San Pablo-CEU), achamos importante refletir sobre o papel da universidade como uma instituição que, além de focar no ensino e na pesquisa em resposta à comunidade universitária, contribuem com valor social, oferecendo atividades que contribuem para promover a igualdade de oportunidades para pessoas com diferentes capacidades. Por este motivo, propusemos atividades de formação participativa centradas em pessoas com deficiência intelectual, destinadas à concepção de espaços arquitetónicos acessíveis utilizando tecnologias de fabricação digital, aproveitando o potencial destas tecnologias e ajudando a democratizar a sua utilização.

Palavras-chave: Representação arquitetônica – fabricação digital – inclusão – deficiência

[Las traducciones de los abstracts fueron supervisadas por el autor de cada artículo]
