

Inclusive Engineering and Co-design: An Inter-University Learning Experience on Disability

Jerez Yáñez, Jessica; Cea Bizama, Ignacio; Sandoval Torres, Felipe
Universidad del Bío-Bío

jjerez@ubiobio.cl; icea@ubiobio.cl; fsandoval@ubiobio.cl

***Abstract-** This work analyzes an inter-university learning experience focused on the co-design of inclusive technological solutions for people with disabilities in the Biobío region, Chile. The initiative brought together engineering students, students from other disciplines, mentors, public institutions, and disability experts by experience in a two-day challenge structured around real-world problems identified through participatory activities. The paper asks how this type of short and intensive environment contributes to the development of technical, socio-technical, and ethical competencies in engineering education. The analysis draws on project pitches, team records, and process observations. Three findings stand out. First, students progressively reframed problems from a device-centered approach toward a contextual understanding of disability, accessibility, and autonomy. Second, interaction with users, caregivers, and specialists increased the social relevance of proposals and promoted co-design logics instead of purely assistive or technocentric responses. Third, early prototyping became a space for situated ethical reflection by revealing assumptions about usability, participation, dignity, and impact. The results suggest that interdisciplinary, project-based, and participatory experiences can help embed ethics and social responsibility into engineering education, particularly in curricular contexts where inclusive engineering remains weakly developed. The article closes by identifying methodological and evaluative challenges for the next stage of the study.*

***Keywords—** inclusive engineering; co-design; disability; engineering ethics; project-based learning.*

Ingeniería inclusiva y codiseño: una experiencia formativa interuniversitaria en discapacidad

Jerez Yáñez, Jessica; Cea Bizama, Ignacio; Sandoval Torres, Felipe

Universidad del Bío-Bío

jjerez@ubiobio.cl; icea@ubiobio.cl;

fsandoval@ubiobio.cl

Resumen- Este trabajo analiza una experiencia interuniversitaria orientada al codiseño de soluciones tecnológicas inclusivas para personas con discapacidad en la Región del Biobío, Chile. La iniciativa reunió a estudiantes de ingeniería y de otras disciplinas, mentores, instituciones públicas y personas expertas por experiencia en un desafío intensivo de dos jornadas estructurado a partir de problemáticas reales levantadas mediante instancias participativas. El artículo examina cómo esta experiencia contribuye al desarrollo de competencias técnicas, socio-técnicas y éticas en la formación en ingeniería. A partir de la revisión de pitches finales, fichas de proyecto y registros de observación, se identifican tres hallazgos principales: la reformulación contextual de los problemas, el fortalecimiento de la pertinencia social mediante codiseño y el valor del prototipado temprano como espacio de reflexión ética situada. Los resultados sugieren que experiencias breves, interdisciplinarias y participativas pueden constituir una estrategia válida para incorporar ética y responsabilidad social en la educación en ingeniería, especialmente donde la ingeniería inclusiva aún presenta bajo desarrollo curricular.

Palabras clave-- ingeniería inclusiva; codiseño; discapacidad; ética en ingeniería; aprendizaje basado en proyectos.

I. INTRODUCCIÓN

De acuerdo con los resultados del Estudio Nacional de la Discapacidad 2022, en Chile el 17.6% de la población adulta presenta algún tipo de discapacidad. Para el caso de la Región del Biobío, el porcentaje asciende a 21.9%. Estas cifras evidencian la magnitud del desafío en materia de accesibilidad e inclusión en el territorio, así como la necesidad de impulsar iniciativas orientadas al desarrollo de soluciones que contribuyan a mejorar la calidad de vida y la participación social de esta población. Sin embargo, las capacidades del Estado son limitadas y el involucramiento del sector privado tampoco ha resultado suficiente para responder de manera pertinente y oportuna a esta diversidad de necesidades.

Por su parte, las facultades de ingeniería de las universidades de la región cuentan con capacidades profesionales, infraestructura y experiencia aplicada que

podrían orientarse al desarrollo de soluciones pertinentes para personas con discapacidad. Esto permite sostener que existe una oportunidad concreta para vincular la formación en ingeniería con problemáticas reales del entorno, especialmente cuando los procesos formativos se sustentan en marcos de aprendizaje aplicado, innovación y vinculación con el medio.

Sin embargo, aun cuando las instituciones de educación superior promueven procesos formativos destinados a la adquisición de competencias transversales asociadas a la inclusión y la responsabilidad social, con frecuencia no logran traducirlas en competencias disciplinares propias de la ingeniería aplicadas a la resolución de problemas sociales reales, y menos aún en ámbitos vinculados a discapacidad. En muchos casos, dichas iniciativas se abordan desde una perspectiva principalmente conceptual, sin incorporar experiencias formativas orientadas al diseño, validación preliminar y desarrollo de soluciones tecnológicas concretas.

De esta manera, la formación en ingeniería en la región corre el riesgo de limitar la preparación de profesionales capaces solo de desarrollar soluciones tecnológicas centradas en la producción de artefactos aislados, perdiendo la potencialidad de que estas consideren integralmente el entorno, la diversidad de experiencias asociadas a los distintos tipos de discapacidad y los contextos reales de uso de las tecnologías. En este sentido, la interacción directa con personas con discapacidad y la comprensión de sus trayectorias, necesidades y barreras cotidianas se vuelven elementos fundamentales para el desarrollo de soluciones pertinentes, funcionales y socialmente relevantes. En este contexto, el presente artículo analiza una experiencia interinstitucional de formación intensiva orientada al codiseño de soluciones tecnológicas inclusivas, con el propósito de examinar de qué manera este tipo de iniciativas contribuye al desarrollo de competencias técnicas, socio-técnicas y éticas en estudiantes de ingeniería.

II. ESTADO DEL ARTE

La inclusión de personas con discapacidad en la educación superior ha sido ampliamente estudiada en relación con el acceso, permanencia y barreras institucionales que enfrentan los estudiantes. Sin embargo, en los últimos años ha emergido una línea de investigación que desplaza el foco hacia el rol de la formación en ingeniería en el desarrollo de competencias para el diseño de tecnologías inclusivas. Este enfoque reconoce que las disciplinas tecnológicas no solo deben garantizar condiciones de acceso equitativo a la educación, sino también formar profesionales capaces de concebir soluciones que respondan a la diversidad funcional de la sociedad [1]–[3].

En este marco, la literatura internacional destaca la relevancia de incorporar principios de Universal Design y Universal Design for Learning (UDL) en la formación en ingeniería y otras áreas Science, Technology, Engineering, Mathematics (STEM). El diseño universal propone anticipar la diversidad de usuarios desde las primeras etapas del proceso de diseño, integrando criterios de accesibilidad, flexibilidad y

usabilidad de productos y sistemas tecnológicos. Estudios empíricos han mostrado que la explicitación de estos principios en cursos de ingeniería favorece que las y los estudiantes integren consideraciones de accesibilidad en la resolución de problemas de diseño [3]. De forma complementaria, revisiones sistemáticas sobre la implementación de UDL en educación superior STEM indican que este enfoque contribuye a ampliar oportunidades de aprendizaje y participación, aunque su adopción curricular aún es limitada en muchas instituciones [1].

Junto con estos marcos conceptuales, diversas investigaciones subrayan el potencial de metodologías pedagógicas basadas en aprendizaje experiencial y desarrollo de proyectos orientados a necesidades reales. En particular, experiencias maker y de aprendizaje basado en proyectos han demostrado ser efectivas para el desarrollo simultáneo de competencias técnicas —como diseño y prototipado— y competencias socio-técnicas relacionadas con el trabajo interdisciplinario, el análisis de necesidades de usuarios y la evaluación del impacto social de las tecnologías [2]. Estas aproximaciones permiten que las y los estudiantes comprendan la diversidad funcional no sólo como un desafío técnico, sino como un fenómeno social que requiere soluciones contextualizadas.

En el contexto chileno, la investigación sobre inclusión en educación superior se ha concentrado principalmente en el estudio de las condiciones de acceso y permanencia de estudiantes con discapacidad. Investigaciones pioneras han evidenciado la relevancia de programas institucionales de apoyo, la eliminación de barreras arquitectónicas y la transformación de prácticas pedagógicas para avanzar hacia universidades más inclusivas [4]–[6]. No obstante, estos trabajos también muestran que la inclusión se ha abordado principalmente desde una lógica de acompañamiento y adaptación, mientras que la incorporación sistemática de enfoques de accesibilidad y diseño inclusivo en la formación disciplinar de la ingeniería aún es incipiente.

En los últimos años han comenzado a emerger experiencias que exploran metodologías de codiseño con personas con discapacidad, las cuales permiten generar soluciones tecnológicas más pertinentes y socialmente relevantes. Estas iniciativas evidencian el potencial de integrar la participación de usuarios en procesos de ideación y desarrollo tecnológico, al tiempo que introducen nuevas competencias para la formación en ingeniería, como la facilitación de procesos participativos y la traducción de necesidades sociales en requerimientos de diseño [7], [8].

Este debate se vincula además con los marcos profesionales que orientan la formación en ingeniería en Chile. Tanto el Marco de Cualificaciones para la Educación Superior como los lineamientos del Colegio de Ingenieros de Chile enfatizan la responsabilidad social del ejercicio profesional y la necesidad de abordar problemas complejos considerando sus dimensiones sociales y éticas. Desde esta perspectiva, la incorporación de enfoques de accesibilidad, diseño universal y codiseño en la formación en ingeniería puede entenderse como

una extensión natural de las competencias profesionales asociadas a una ingeniería socialmente responsable.

En contextos donde el desarrollo curricular en estas materias aún es limitado, las experiencias formativas basadas en proyectos y en la interacción con usuarios reales emergen como estrategias relevantes para fortalecer la formación en ingeniería inclusiva, contribuyendo a articular competencias técnicas, éticas y socio-técnicas orientadas al desarrollo de soluciones tecnológicas para una sociedad diversa.

En ese marco, el artículo presenta una experiencia interuniversitaria desarrollada en la región del Biobío. La pregunta orientadora de la investigación es: ¿de qué manera un desafío intensivo de codiseño contribuye al aprendizaje ético y socio-técnico en estudiantes de ingeniería? La relevancia de esta pregunta radica en que permite analizar la ética no como un contenido abstracto, sino como una dimensión operativa del proceso de diseñar con y para otros.

III. DISEÑO DE LA EXPERIENCIA FORMATIVA

Frente a la brecha formativa presentada en el apartado anterior, surge la necesidad de generar experiencias educativas que permitan a las y los estudiantes desarrollar competencias de innovación interdisciplinaria orientadas al diseño de soluciones tecnológicas inclusivas, en interacción directa con personas con discapacidad, cuidadores/as y actores relevantes del ecosistema regional de discapacidad.

Desde esa constatación, se diseñó una instancia colaborativa no competitiva que reunió a estudiantes de ingeniería y de otras disciplinas pertenecientes a distintas instituciones de educación superior de la región del Biobío, con el fin de trabajar en equipos pequeños para el diseño de soluciones tecnológicas orientadas a problemas específicos vinculados a discapacidad e inclusión.

A. Estructura general del desafío

La experiencia se organizó como una instancia colaborativa no competitiva denominada “Desafío Futuro Inclusivo, Ideas que Transforman”. Su preparación involucró la participación de nueve instituciones de educación superior, junto con la colaboración de organismos públicos vinculados a los ámbitos de discapacidad, ciencia y tecnología. En este contexto, la iniciativa se concibió como un espacio interinstitucional orientado a promover la generación de soluciones con impacto social desde la formación en ingeniería y disciplinas afines. El propósito pedagógico se enmarca en que estudiantes provenientes de distintas áreas del conocimiento formularan respuestas a problemáticas reales de inclusión, trabajando en equipos interdisciplinarios de tamaño reducido y contando con el acompañamiento de mentores especializados en ámbitos técnicos, sociales y de diseño.

El levantamiento de necesidades se realizó previamente mediante la implementación de grupos focales con personas con discapacidad de la provincia de Concepción, con el fin de identificar barreras y desafíos presentes en su vida cotidiana. A partir de estas instancias participativas se detectaron problemáticas relacionadas con accesibilidad física,

comunicación, movilidad personal, inclusión digital, vida independiente, transporte accesible, rehabilitación y desarrollo de ayudas técnicas. La identificación y priorización de estos desafíos permitió que los equipos iniciaran su proceso de trabajo a partir de una base empírica situada, directamente vinculada con experiencias concretas de exclusión, limitaciones de acceso o dificultades cotidianas enfrentadas por las personas participantes.

B. Desarrollo del evento y fuentes de análisis

El evento se desarrolló durante dos jornadas intensivas y reunió a 77 estudiantes (41 mujeres y 36 hombres), quienes fueron organizados en 9 equipos mixtos e interdisciplinarios. Esta conformación buscó fomentar la colaboración entre distintas miradas disciplinares y promover el trabajo conjunto en torno a problemáticas complejas de inclusión. Cada grupo contó con el acompañamiento de profesionales provenientes de áreas como ingeniería, diseño, fonoaudiología, terapia ocupacional, educación diferencial e innovación; así como también con la participación de personas expertas por experiencia, incluidas personas cuidadoras. Este acompañamiento permitió enriquecer el proceso de ideación y desarrollo de soluciones, incorporando perspectivas técnicas y sociales en la formulación de las propuestas. Al cierre del proceso, los equipos presentaron sus resultados mediante un project pitch, explicitando el problema abordado, la propuesta de solución desarrollada, el valor agregado de la iniciativa, la metodología empleada y la proyección de impacto de cada proyecto.

Posteriormente, las y los estudiantes recibieron retroalimentación por parte de profesionales con experiencia en ámbitos como innovación, discapacidad, ingeniería y desarrollo tecnológico. Esta instancia tuvo como objetivo fortalecer las propuestas presentadas, aportando observaciones técnicas y estratégicas que permitieran mejorar la claridad de las soluciones planteadas. Asimismo, ofreció orientaciones para una eventual profundización, desarrollo posterior o escalamiento de los proyectos en contextos académicos o de innovación aplicada.

Para este artículo se revisaron tres tipos de evidencia: los pitches finales, las fichas de proyecto elaboradas por los equipos y registros de observación del proceso. En esta etapa de la investigación, el objetivo es identificar patrones de aprendizaje y criterios de diseño movilizados durante una experiencia formativa breve. Por ello, el estudio se sitúa en la interpretación de hallazgos emergentes antes que la validación longitudinal de productos. Considerando que se trata de la primera aproximación a este tipo de experiencias multidisciplinarias e interinstitucionales, no se desarrollaron instrumentos que permitan conocer las reflexiones de quienes participaron, respecto de la incidencia de este tipo de actividades en la formación profesional que transitan, lo cual queda como desafío para futuras realizaciones de la iniciativa.

TABLA I
DIMENSIONES ANALÍTICAS OBSERVADAS EN LOS EQUIPOS

Dimensión	Indicadores observados
Formulación del problema	Ampliación desde la carencia funcional hacia barreras del entorno, contexto de uso y experiencia cotidiana.
Pertinencia social	Presencia de usuarios, cuidadores y especialistas en la validación temprana de supuestos de diseño.
Interdisciplinariedad	Integración de criterios técnicos, educativos, territoriales y de cuidado en la propuesta.
Ética situada	Discusión explícita sobre autonomía, dignidad, seguridad, participación y dependencia.

IV. RESULTADOS

Como resultado del proceso de trabajo desarrollado durante las dos jornadas del desafío, cada equipo elaboró una propuesta de solución orientada a abordar una problemática específica asociada a barreras de: accesibilidad, movilidad, comunicación e inclusión en distintos ámbitos de la vida cotidiana. En todos casos, las iniciativas avanzaron desde etapas iniciales de ideación hacia el desarrollo de prototipos conceptuales, alcanzando niveles de madurez tecnológica asociados a TRL 2. Un tercio de los equipos alcanzó la prueba de concepto experimental o TRL 3, donde se desarrollan y prueban de manera preliminar los principios fundamentales de una solución.

A. Elementos comunes de las propuestas

Si bien las propuestas desarrolladas por los equipos abordaron ámbitos diversos —entre ellos salud, transporte, educación y movilidad—, fue posible identificar una serie de elementos comunes en su formulación y desarrollo. En primer lugar, las iniciativas compartieron un enfoque orientado a la autonomía de las personas con discapacidad, buscando reducir la dependencia de terceros en la realización de actividades cotidianas mediante el apoyo de soluciones tecnológicas accesibles.

En segundo lugar, varias propuestas incorporaron tecnologías accesibles y multisensoriales, permitiendo que la información pudiera ser comprendida a través de distintos canales de interacción. Este aspecto favorece la usabilidad por parte de personas que enfrentan barreras diversas y muestra una comprensión inicial, pero significativa, de la necesidad de diseñar para una pluralidad de experiencias de uso.

Asimismo, se observó una preocupación transversal por la viabilidad y sostenibilidad de las propuestas, privilegiando, en muchos casos, soluciones que pudieran articularse con infraestructura ya existente o desarrollarse mediante tecnologías de bajo costo y con mayores posibilidades de acceso para personas de menores ingresos. Este enfoque resulta especialmente relevante en el contexto regional, pues aumenta la pertinencia territorial de las propuestas y sus posibilidades de adopción y escalabilidad.

TABLA II
ÁMBITOS ABORDADOS POR LOS EQUIPOS

Equipo	A	B	C	D	E
Equipo 1	2	0	0	2	0
Equipo 2	2	2	2	2	2
Equipo 3	2	0	2	2	0
Equipo 4	2	0	0	2	0
Equipo 5	0	0	1	2	0
Equipo 6	0	2	0	2	0
Equipo 7	0	2	0	2	0
Equipo 8	0	0	0	2	0
Equipo 9	0	0	2	2	0

La tabla II sintetiza la participación de los 9 equipos en el desafío, dando cuenta de los ámbitos a las que tributaron sus propuestas, a saber: (A) transporte/movilidad, (B) comunicación inclusiva, (C) vida independiente, (D) elementos adaptados, (E) acceso a servicios de asistencia. Para su cuantificación se estableció una escala de 0 a 2, en la que 0 corresponde al nulo desarrollo del ámbito, 1 a un ámbito medianamente desarrollado y 2 a la tributación completa en dicho componente. De esta manera, es posible observar que los 9 equipos generaron propuestas que involucran la adaptación de elementos existentes, para la promoción de la accesibilidad, seguido de la tributación al transporte donde 3 equipos asociaron sus propuestas a este ámbito, mientras que el ámbito al que menos aportaron las soluciones diseñadas fue al acceso a servicios de asistencia, siendo solo un equipo el que trabajó al respecto.

B. Proceso de formulación: de la identificación de la barrera a la proyección de impacto

El proceso de formulación de las propuestas mostró una trayectoria común entre los equipos, que puede describirse como una secuencia de cuatro momentos: identificación de una barrera concreta, comprensión situada del problema, ideación de una alternativa de solución y proyección de su impacto en la vida cotidiana de las personas con discapacidad. En lugar de iniciar desde una lógica centrada exclusivamente en el artefacto, los equipos comenzaron reconociendo una experiencia de exclusión o dificultad en contextos reales de uso, tales como el transporte, la comunicación, la movilidad o la vida independiente. Este punto de partida permitió que el problema técnico no se definiera sólo como una carencia funcional, sino como una situación socialmente producida, en la que intervienen el entorno, la infraestructura, las relaciones de apoyo y las condiciones de acceso.

A partir de ello, las y los estudiantes reformularon progresivamente sus preguntas de diseño. En varios casos, la pregunta inicial se vinculaba a “qué dispositivo podría

construirse”, mientras que el proceso de mentoría y contraste con personas expertas y usuarias/os permitió desplazarla hacia interrogantes más complejas: para quién se diseña, en qué contexto se usará la solución, qué barreras busca remover y qué efectos podría tener sobre la autonomía, la participación o la dignidad de las personas. Este desplazamiento es relevante, pues evidencia una transición desde una comprensión instrumental del diseño hacia una aproximación socio-técnica, más consistente con los enfoques de diseño universal y codiseño revisados en la literatura [1], [3], [7], [8].

Como resultado, las propuestas no sólo avanzaron hacia prototipos o pruebas conceptuales tempranas, sino que también incorporaron una narrativa de impacto social. Los equipos tendieron a justificar sus iniciativas no únicamente por su factibilidad técnica, sino por su potencial para mejorar la experiencia cotidiana de personas con discapacidad, reducir dependencias innecesarias y favorecer formas más inclusivas de interacción con el entorno. En este sentido, el desafío permitió observar que, incluso en tiempos acotados y con niveles iniciales de madurez tecnológica, es posible movilizar en estudiantes de ingeniería una forma de formulación orientada por la pertinencia social de la solución y no sólo por su novedad técnica.

C. Consideraciones para un enfoque inclusivo: más allá del artefacto

Uno de los hallazgos más relevantes del desafío fue que la construcción de soluciones no quedó restringida a la elaboración de objetos o dispositivos, sino que tendió a incorporar dimensiones más amplias del enfoque inclusivo. En primer lugar, las propuestas evidenciaron una atención significativa a la realidad local y regional. Esto se expresó en la consideración de condiciones materiales concretas del territorio, tales como: infraestructura disponible, restricciones económicas, características de los servicios y posibilidades reales de implementación. Lejos de plantear soluciones abstractas o descontextualizadas, los equipos buscaron responder a problemas situados, aumentando con ello la pertinencia de las propuestas.

En segundo lugar, emergió de manera transversal una comprensión de la discapacidad asociada a derechos, dignidad y participación. Aunque no todos los equipos utilizaron este lenguaje de forma explícita, varias propuestas mostraron preocupación por evitar respuestas asistencialistas o meramente compensatorias, privilegiando en cambio alternativas que fortalecieran la autonomía y la capacidad de decisión de las personas. Esta orientación es especialmente relevante para el campo de la formación en ingeniería, ya que desplaza el foco desde “resolver un problema para otros” hacia “diseñar con otros”, reconociendo a las personas con discapacidad como sujetos de experiencia y no sólo como destinatarias de una intervención.

TABLA III
DISCAPACIDADES ABORDADAS EN LAS PROPUESTAS

Equipo	Auditiva	Visual	Intelectual / Cognitiva / TEA	Física / Motora	Múltiple / Sensorial
Equipo 1	1	1	0	0	0
Equipo 2	1	0	0	0	0
Equipo 3	0	0	0	1	0
Equipo 4	1	1	1	0	1
Equipo 5	0	1	0	0	0
Equipo 6	1	0	0	0	0
Equipo 7	1	1	1	1	0
Equipo 8	1	1	1	1	1
Equipo 9	0	0	1	0	0

A través de la tabla III es posible observar una dispersión respecto a los tipos de discapacidades observadas en las propuestas efectuadas por los equipos, donde predominan desafíos con orientación a discapacidades auditivas, visuales e intelectuales, siendo la discapacidad motora y múltiple o sensorial, las menos abordadas por los equipos.

En tercer lugar, varias iniciativas ampliaron la unidad de análisis más allá del usuario individual e incorporaron el papel del entorno. Las propuestas tendieron a considerar redes de apoyo, condiciones de uso, espacios físicos y adaptaciones contextuales, lo que permite afirmar que el desafío favoreció una mirada sistémica del problema. Desde esta perspectiva, la inclusión no se concibe exclusivamente como una propiedad del artefacto, sino como el resultado de una articulación entre tecnología, entorno social y condiciones institucionales.

Finalmente, en algunas propuestas apareció una dimensión incipiente, pero significativa, de cambio cultural. Esto se manifestó en soluciones orientadas no sólo a facilitar una tarea, sino también a visibilizar barreras, sensibilizar a otros actores o promover entornos más receptivos a la diversidad funcional. Este resultado sugiere que las experiencias de formación en ingeniería inclusiva pueden contribuir no sólo al desarrollo de productos, sino también a la transformación de marcos de comprensión sobre discapacidad en comunidades educativas y territoriales.

TABLA IV
IMPACTOS POTENCIALES A PARTIR DE LAS SOLUCIONES

Equipo	F	G	H	I
Equipo 1	1	1	0	1
Equipo 2	1	0	1	0
Equipo 3	1	1	0	0
Equipo 4	1	1	0	0

Equipo 5	1	0	0	0
Equipo 6	0	1	1	0
Equipo 7	0	1	1	0
Equipo 8	0	0	1	0
Equipo 9	1	0	0	0

La tabla IV permite sintetizar los impactos potenciales de las propuestas efectuadas por cada uno de los equipos, los que permiten fortalecer la necesidad y lo imperativo de una mirada holística por sobre el usuario individual, de manera de obtener impactos ligados al desenvolvimiento social en el territorio. Se observaron impactos desde una mirada de: (F) Autonomía e independencia, (G) Participación social e integración, (H) Dignidad, respeto y trato inclusivo, (I) Seguridad y bienestar emocional. De esta manera, es posible cuantificar una línea tendiente a proyectos con impactos ligados mayoritariamente a los puntos F y G, mientras que se observó una reducida participación en impactos orientados a seguridad y bienestar emocional.

D. Superación de la centralidad del artefacto

La experiencia mostró que los equipos, aun cuando trabajaron bajo un formato intensivo de ideación y prototipado, no se limitaron a una lógica artefactual. En distintos niveles, las propuestas integraron dimensiones emocionales, relacionales y contextuales del problema abordado. En varios casos, la solución propuesta no buscó únicamente compensar una limitación funcional, sino también mejorar la experiencia subjetiva de las personas, disminuir situaciones de frustración, aumentar la seguridad percibida o fortalecer la confianza para desenvolverse en determinados espacios. Ello sugiere que la comprensión del problema se amplió desde la función técnica hacia la experiencia humana de uso.

Este resultado puede interpretarse a la luz del enfoque de Diseño Centrado en el Ser Humano, en tanto las propuestas tendieron a construirse considerando necesidades, comportamientos y trayectorias concretas de las personas involucradas. La interacción con mentores/as, especialistas y personas expertas por experiencia operó como un mecanismo que tensionó soluciones excesivamente abstractas o tecnocéntricas, favoreciendo respuestas más ajustadas a contextos reales. Así, el prototipado no funcionó sólo como ejercicio técnico, sino como instancia de validación temprana de supuestos sobre accesibilidad, usabilidad y pertinencia social.

Asimismo, se observó una tendencia a pensar en la adaptabilidad del entorno para una diversidad más amplia de personas, y no exclusivamente para un usuario idealizado. Este aspecto resulta especialmente valioso para una perspectiva de educación en ingeniería comprometida con la inclusión, ya que aproxima a las y los estudiantes a una noción de diseño que reconoce la heterogeneidad de capacidades,

trayectorias y formas de interacción. En consecuencia, la experiencia no sólo produjo ideas o prototipos preliminares, sino también una forma distinta de entender qué significa diseñar tecnológicamente frente a problemas complejos de carácter social.

V. DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos permiten discutir el valor formativo del desafío en al menos cuatro planos. En primer lugar, la experiencia confirma la relevancia del codiseño como estrategia pedagógica para la ingeniería inclusiva. La literatura reciente ha mostrado que la participación de personas con discapacidad en procesos de ideación y desarrollo tecnológico incrementa la pertinencia de las soluciones y amplía las competencias que movilizan los futuros profesionales [7], [8]. En el caso analizado, la interacción con personas expertas por experiencia, cuidadores/as y especialistas no actuó únicamente como una validación externa, sino como un componente constitutivo del proceso formativo. Esto permitió que las y los estudiantes reformularan sus supuestos iniciales y reconocieran que los problemas de accesibilidad no pueden comprenderse adecuadamente sin incorporar la experiencia de quienes enfrentan esas barreras en la vida cotidiana.

En segundo lugar, la experiencia evidencia el valor de la interdisciplinariedad para abordar problemas socio-técnicos complejos. La participación de estudiantes de distintas áreas y de un ecosistema ampliado de actores institucionales y profesionales, favoreció una comprensión menos reduccionista de la discapacidad. En línea con lo señalado por estudios sobre formación inclusiva en ingeniería, este tipo de experiencias permite articular competencias técnicas con capacidades de comunicación, colaboración, análisis contextual y evaluación del impacto social de las tecnologías [2]. Más que una suma de disciplinas, lo que aparece aquí es una aproximación convergente a un problema cuya resolución exige integrar saberes técnicos, sociales, educativos y de salud.

En tercer lugar, la experiencia aporta evidencia sobre el aprendizaje en ingeniería inclusiva en contextos donde estas materias aún no están plenamente integradas al currículo. Tal como sugiere la literatura sobre Universal Design y Universal Design for Learning, la inclusión no debiera limitarse a políticas de acceso o apoyo institucional, sino formar parte de la manera en que se enseña a diseñar y resolver problemas en STEM [1], [3]. En este caso, el desafío funcionó como una experiencia de aprendizaje situado en la que las y los estudiantes pusieron en juego dimensiones éticas y socio-técnicas del quehacer ingenieril, vinculando el diseño con la dignidad, la autonomía y la participación de las personas. Esto es particularmente relevante para el eje “Ethics and Society in Engineering Education”, ya que muestra que la ética puede trabajarse no sólo como contenido declarativo, sino como criterio de diseño y toma de decisiones en contextos reales.

En cuarto lugar, el prototipado temprano aparece como una herramienta pedagógica valiosa, aunque con alcances acotados. Los niveles iniciales de madurez tecnológica

alcanzados por los equipos no deben leerse como una limitación del proceso, sino como evidencia del carácter exploratorio y formativo de la experiencia. El valor principal no radica en la obtención de productos terminados, sino en la posibilidad de traducir necesidades complejas en conceptos de solución, someterlos a contraste y aprender tempranamente de esa iteración. En este sentido, el prototipado temprano permitió hacer visibles supuestos, tensiones y criterios de diseño que suelen permanecer implícitos en procesos formativos tradicionales.

Con todo, la experiencia también muestra límites que es importante reconocer. Por una parte, la corta duración del desafío restringe la posibilidad de evaluar apropiadamente la funcionalidad, adopción o escalabilidad de las propuestas. Por otra, el artículo no incorpora aún instrumentos sistemáticos de evaluación de aprendizajes percibidos por estudiantes, mentores/as o personas usuarias, lo que acota la profundidad del análisis de la experiencia; esto constituye - sin duda- una oportunidad clara para futuras investigaciones.

TABLA V
 PROYECCIONES FORMATIVAS

Ámbito	Proyección para educación en ingeniería
Curriculo	Integrar accesibilidad y codiseño como criterios de formulación de proyectos, no sólo como contenidos complementarios.
Ética	Vincular la reflexión ética con decisiones concretas de diseño, priorización y validación temprana.
Vinculación	Fortalecer la interacción con usuarios y actores territoriales como fuente de pertinencia social y aprendizaje aplicado.
Evaluación	Desarrollar instrumentos para medir aprendizaje socio-técnico y trayectoria posterior de prototipos y equipos.

La tabla V sintetiza los ámbitos de expansión que una nueva versión del desafío u otras iniciativas pudieran desarrollar. En lo curricular, se presenta la oportunidad de integrar la accesibilidad y el codiseño como metodologías permanentes en diversas asignaturas de las carreras de ingeniería. Desde lo ético, prima la posibilidad de hacer de la reflexión ética, una constante en la toma de decisiones de diseño, priorización y validación en todos los proyectos de ingeniería que se elaboran en las asignaturas y talleres formativos. Respecto del relacionamiento con el medio, esta actividad potencia la vinculación de las y los estudiantes con potenciales usuarios reales y cotidianos de las soluciones que se desarrollan en ingeniería. Finalmente, es posible incorporar instrumentos de evaluación que permitan medir los resultados alcanzados con los prototipos diseñados.

VI. CONCLUSIONES Y PROYECCIONES

La experiencia analizada demuestra que es posible generar, en períodos formativos breves pero intensivos, condiciones pedagógicas favorables para que estudiantes de ingeniería y de otras disciplinas desarrollen propuestas tecnológicas orientadas a la inclusión de personas con discapacidad desde una perspectiva situada, colaborativa y

socialmente relevante. Más que producir soluciones técnicamente acabadas, el desafío permitió movilizar una forma de comprender el diseño como práctica socio-técnica, en la que la pertinencia de la solución depende de su capacidad para dialogar con la experiencia de las personas, el contexto territorial y las condiciones reales de uso.

Desde esta perspectiva, uno de los principales aportes de la experiencia es mostrar que la formación en ingeniería puede superar enfoques centrados exclusivamente en el artefacto y avanzar hacia procesos de aprendizaje donde la accesibilidad, la autonomía, la dignidad y la participación se vuelven criterios explícitos de diseño. La interacción con personas con discapacidad, cuidadores/as y especialistas permitió que los equipos reformularan los problemas desde una lógica menos tecnocéntrica, integrando dimensiones éticas, relacionales y contextuales que suelen quedar fuera de la enseñanza convencional, lo que permitió que temas como: transporte, movilidad, infraestructuras, sistemas de comunicación, tecnologías asistivas, que pudieran ser visto exclusivamente como requerimientos técnicos, se aborden de manera integral; tal como muestran los datos recopilados.

En términos formativos, el desafío aporta evidencia sobre el potencial de metodologías basadas en codiseño, interdisciplinariedad y prototipado temprano para fortalecer competencias técnicas y socio-técnicas en ingeniería inclusiva. Estas competencias incluyen no sólo la ideación y validación preliminar de soluciones, sino también la capacidad de escuchar, traducir necesidades complejas, trabajar colaborativamente y reconocer el impacto social de las decisiones de diseño.

Finalmente, el caso sugiere que la inclusión, en el ámbito de la educación en ingeniería, no debe comprenderse únicamente como un desafío institucional de acceso o permanencia, sino también como una oportunidad para transformar la orientación del quehacer formativo y profesional. En ese sentido, el desafío no sólo produjo ideas de solución frente a barreras concretas, sino que abrió un espacio para ensayar una pedagogía de la ingeniería donde la ética se materializa en el propio proceso de diseñar con y para otros.

TABLA VI
LÍNEAS DE DESARROLLO PARA LA SIGUIENTE ETAPA

Eje	Desarrollo esperado
Datos	Entrevistas, rúbrica de aprendizaje y revisión de iteraciones posteriores de los equipos.
Seguimiento	Monitoreo de continuidad de propuestas, alianzas y prototipos de mayor fidelidad.
Currículo	Exploración de adaptación del desafío a asignaturas o laboratorios permanentes.
Comparación	Posible réplica en otras instituciones para contrastar resultados y condiciones de implementación.

Una siguiente fase de estudio pudiera complementar el análisis documental del evento con evidencia producida por las y los participantes. Se propone incorporar entrevistas breves a estudiantes, mentores y personas expertas por

experiencia, así como una rúbrica de evaluación para identificar cambios en la comprensión del problema, en la integración de criterios de accesibilidad y en la capacidad de justificar decisiones de diseño desde una perspectiva ética. Esta ampliación metodológica permitiría distinguir con mayor precisión qué aprendizajes son atribuibles al codiseño, cuáles al trabajo interdisciplinario y cuáles al prototipado temprano.

Junto con ello, sería relevante seguir la trayectoria posterior de las propuestas elaboradas durante el desafío. Un seguimiento a corto plazo permitiría observar cuáles ideas avanzan hacia prototipos de mayor fidelidad, qué tipos de alianzas institucionales facilitan su continuidad y en qué medida la interacción temprana con usuarios influye en la sostenibilidad del desarrollo. Para el campo de la educación en ingeniería, este seguimiento resulta valioso porque permite pasar desde la descripción de una experiencia prometedora hacia la evaluación de su potencial formativo e institucional.

Desde la perspectiva de LACCEI, este caso también abre una agenda comparativa para otras facultades de ingeniería de América Latina interesadas en fortalecer el vínculo entre innovación, accesibilidad y justicia social. Un siguiente paso podría consistir en adaptar esta metodología a asignaturas regulares, laboratorios de innovación o programas de vinculación con el medio, con el fin de evaluar su transferencia a contextos curriculares más estables.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al Servicio Nacional de Discapacidad Biobío por la iniciativa de convocar a las facultades de ingeniería de la región a este trabajo. También a la Secretaría Regional Ministerial de Ciencias, Tecnologías, Conocimiento e Innovación por el respaldo entregado. A las 9 casas de estudio involucradas y a las y los estudiantes que hicieron posible la primera versión del desafío.

DECLARACIÓN SOBRE EL USO DE LA IA Y LA RESPONSABILIDAD DE LOS AUTORES

La y los autores declaran que se utilizaron herramientas de inteligencia artificial para efectos de redacción, edición de texto y traducción. Todos los resultados generados con asistencia de IA fueron revisados, validados y editados por los autores. Los autores asumen la plena responsabilidad de la exactitud, originalidad e integridad de todo el contenido de este manuscrito, incluidos los componentes generados con ayuda de la inteligencia artificial.

REFERENCIAS

[1] J. Schreffler, E. Vasquez III, J. Chini, and W. James, “Universal Design for Learning in postsecondary STEM education for students with disabilities: A systematic literature review,” *Int. J. STEM Educ.*, vol. 6, no. 1, 2019.

[2] C. G. Reynaga-Peña et al., “Engineering education for inclusion: Developing transversal and disciplinary competencies with maker projects,” *Eur. J. Eng. Educ.*, 2025.

- [3] K. E. Bigelow, "Designing for success: Developing engineers who consider universal design principles," *J. Postsecondary Educ. Disab.*, vol. 25, no. 3, pp. 211-225, 2012.
- [4] M. R. Lissi et al., "Discapacidad en contextos universitarios: Experiencia del PIANE-UC en la Pontificia Universidad Católica de Chile," *Calidad en la Educación*, no. 30, pp. 306-324, 2009.
- [5] A. Corrales, V. Soto, and G. Villafañe, "Barreras de aprendizaje para estudiantes con discapacidad en una universidad chilena," *Actualidades Investigativas en Educación*, vol. 16, no. 3, pp. 1-27, 2016.
- [6] G. A. Rodríguez Molina and B. Valenzuela Zambrano, "Acceso y permanencia de estudiantes con discapacidad en las universidades chilenas," *Sinéctica*, no. 53, 2019.
- [7] K. Exss Cid et al., "Investigación inclusiva y codiseño: cocreación de un sistema de apoyo tecnológico para la discapacidad intelectual," *Revista 180*, no. 49, 2022.
- [8] K. Exss Cid et al., "Toolkits para una participación accesible: el caso de PiX como herramienta universal para el codiseño," *Revista 180*, 2024.