

- ▲ **Palabras clave/** Diseño industrial, enseñanza superior, metodología, medio ambiente.
- ▲ **Keywords/** Industrial design, higher education, methodology, environment.
- ▲ **Recepción/** 28 de enero 2022
- ▲ **Aceptación/** 08 de agosto 2022

Perspectivas de aplicabilidad del ecodiseño en la formación universitaria del diseñador industrial en Chile

Prospects for the Applicability of Ecodesign in University Industrial Designer Training in Chile

Dr. © / Mg. Marcelo Venegas-Marcel

Diseñador Industrial y Licenciado en Diseño
Universidad de Valparaíso, Chile.
Departamento de Diseño y Manufactura, U. Técnica
Federico Santa María, Chile.
marcelo.venegas@usm.cl

Dr. Manuel Martínez-Torán

Licenciado en Bellas Artes, Universitat Politècnica de València, España.
Departamento de Dibujo, ETSI Diseño, Universitat
Politécnica de València, España.
mmtoran@upv.es

Dr. Rubén Jacob-Dazarola

Diseñador Industrial y Licenciado en Diseño
Universidad de Valparaíso, Chile.
Departamento de Diseño, Facultad de Arquitectura y
Urbanismo, Universidad de Chile, Santiago, Chile.
rubenhjd@uchilefau.cl

RESUMEN/ El trabajo permitió establecer un panorama de diagnóstico preliminar en las condiciones presentes de algunas carreras para la formación universitaria del diseñador industrial en Chile, así como las posibilidades de implantación del ecodiseño como metodología aplicable en proyectos sostenibles. Se analizó información de distintas fuentes en torno al tema, además de los datos en una muestra de 141 estudiantes de cuatro universidades chilenas, entre el segundo y quinto año de formación regular. Esto permitió elaborar un estudio descriptivo de las variables involucradas en el reconocimiento de la temática medioambiental y las estrategias didácticas incorporadas con mayor frecuencia en proyectos de diseño.

Los resultados muestran un manejo teórico relativo por parte del alumnado en torno a dichos tópicos y debilidades importantes a la hora de integrarlos de manera práctica. Se concluye con una aproximación metodológica simplificada del ecodiseño, factible de ser considerada en la enseñanza del diseño y otras disciplinas afines. **ABSTRACT/** This work established a preliminary diagnostic overview of the conditions present in some university industrial designer programs in Chile, as well as the possibilities of introducing ecodesign as an applicable methodology in sustainable projects. Information from different sources was analyzed, as well as data from a sample of 141 students from four Chilean universities, between the second and fifth year of the regular program. A descriptive study was developed of the variables involved in the recognition of environmental issues and the teaching strategies most frequently used in design projects. The results show a relative theoretical management of these topics by students and important weaknesses when it comes to integrating them in a practical way. We conclude with a simplified methodological approach to ecodesign, which could be considered in the teaching of design and other related disciplines.

INTRODUCCIÓN

El diseño sostenible (DS) aparece como una estrategia proyectual alternativa, con mayor compromiso social, que pone énfasis en la innovación productiva para el desarrollo, pero que asume responsabilidades serias con el estado de bienestar ambiental y colectivo (Corsini y Moultrie 2021). Por su parte el Ecodiseño –siguiendo la norma ISO 14006 (2011, 2)– se convierte en la

respuesta metodológica para la gestión ambiental en el diseño y el desarrollo de productos, asegurando una participación más proactiva en el ciclo de vida de la producción; ello desde la optimización de los recursos energéticos y materiales como en la protección del ecosistema (Rousseaux *et al.* 2017; Brambila-Macias y Sakao 2021). Actualmente, es una de las principales metodologías usadas en los países

desarrollados para la prevención de residuos, ya que transforma las acciones a ejecutar y su cumplimiento en beneficio directo para las empresas. Por ello, la rentabilidad ambiental se traduce directamente en disminución de costos y aportes a la competitividad (García-Sánchez *et al.* 2020). En ese sentido, el análisis del ciclo de vida (ACV) de los flujos de materia y energía de un producto-proceso es la principal herramienta para la optimización

METODOLOGÍAS PARA EL ECODISEÑO			
nombre	autor / procedencia / año	características	fases
PROMISE	Universidad Tecnológica de Delf Holanda / 1994-97	-Una de las más utilizadas en la actualidad -Sencilla y se aplica desde el lenguaje del Diseño -En inicio se caracterizan los productos en 5 estrategias según impacto	1. Organización del proyecto 2. Selección del producto 3. Establecimiento estrategia de diseño 4. Generación y selección de alternativas 5. Detalle del concepto 6. Comunicación y lanzamiento del producto 7. Actividades de seguimiento
EDIP	Universidad Técnica de Dinamarca Dinamarca / 1997	-Nace a partir de la norma alemana para el proceso de Diseño VDI/221 Principios de Diseño los que son válidos para toda la industria	1. concreción (análisis y diagnóstico) 2. Especificación (objetivos M/A) 3. Síntesis (ACV /DFE) 4. Verificación (Requisitos M/A y de Diseño)
ECOREDESIGN	Universidad de Melbourne RMIT Australia / 1997	Se basa en metodologías europeas Enfoque colaborativo entre Empresa y Universidad Pensada en Transferencia Tecnológica	1. Selección y evaluación del producto 2. Evaluación impacto M/A y directrices para el Diseño 3. Desarrollo de producto mejorado M/A
IHOBE	Sociedad Pública de Gestión Medioambiental del gobierno Vasco Ihoibe S.A España / 2000	Nace para difundir la P.H. y C.V Reduce a 7 pasos la metodología para aplicar en las empresas	1. Preparación del proyecto o producto 2. Aspectos ambientales ACV 3. Ideas de mejora 4. Desarrollo de concepto 5. Producto en Detalle 6. Plan de acción 7. Evaluación
UNE 150301	Normalización española, UNE España / 2003	Establece una organización para los equipos de Diseño para identificar, controlar y mejorar los productos desde la perspectiva ambiental	1. Planificación 2. Implantación y funcionamiento 3. Comprobación 4. Acción correctora
PILOT	Universidad Técnica de Viena Austria / 2004	Una de las más utilizadas en la actualidad Sencilla y aplicable desde el lenguaje del Diseño En inicio se caracterizan los productos en 5 estrategias según impacto	1. Selección del producto 2. Formación del equipo 3. Definición estructura de proyecto 4. Preparación del proyecto

Tabla 1. Caracterización general de las principales metodologías de ecodiseño (fuente: Elaboración propia, 2021).

ambiental del sistema completo (empresa, proveedores, distribuidores y usuarios), y su planificación con miras a un DS. La tabla 1 permite aproximarse de forma abreviada a las metodologías de ecodiseño más reconocidas mundialmente, su procedencia y las fases de aplicación más importantes.

Chile y su institucionalidad elaboran el Plan Nacional de Ecodiseño para el período 2018-22. Enmarcado en la Política Nacional de Residuos (2018-2030) del Ministerio del Medio Ambiente (MMA), este plan contempla la ley REP (ley N° 20.920/2016) como una de las principales herramientas para mejorar las condiciones ambientales en centros urbanos y rurales a lo largo del país. Dicha implementación –aún en etapa inicial– no está exenta de complicaciones derivadas de los distintos sectores comprometidos e incluyen desde ineficiencia institucional para fijar metas de productos prioritarios, hasta la dificultad –asumida por las empresas–

para obtener instrumentos de ecodiseño simplificado y a costo razonable. Como consecuencia, se ralentiza la gestión ambiental al interior de la industria o bien se desalientan distintas inversiones en infraestructura que eventualmente permitirían la aplicación de la ley REP (Navech 2020; Sánchez 2021). Respondiendo a dicha coyuntura, el siguiente trabajo pretende establecer una visión diagnóstica respecto de las posibilidades de aplicar el ecodiseño en la mejora ambiental de productos. El estudio indaga en aspectos derivados de la enseñanza inicial en ciertos programas universitarios relacionados con el diseño industrial en Chile, así como también en las condiciones que favorecen la implantación efectiva de un método conducente a una praxis formativa del concepto de DS y su traspaso al sector productivo nacional. Los siguientes son los objetivos procedimentales para sustentar este trabajo:

a) Evaluar el manejo de conceptos medioambientales y metodologías de ecodiseño en algunos programas de enseñanza superior del país relacionados con el diseño de productos; b) determinar oportunidades de implementación para herramientas de ecodiseño simplificado, considerando estrategias didácticas aplicadas al interior de algunas universidades y las posibilidades de escalamiento a la práctica del diseño; c) proporcionar directrices generales para la incorporación efectiva del ecodiseño como método para la enseñanza del diseño de productos en la universidad, con miras a su implantación profesional.

MÉTODO

Se levantó información necesaria para un diagnóstico general de contexto. En primer lugar, se llevó a cabo una revisión exploratoria de bibliografía y datos respecto de la sostenibilidad y el ecodiseño en la educación superior. Luego, se indagó en el manejo de conceptos relativos a dichos temas por parte del alumnado de diseño industrial con formación universitaria de pregrado. Así, se obtuvo información relevante a partir de la recopilación de antecedentes documentales sobre la realidad universitaria nacional e internacional, y la vinculación con dichos contenidos. Además, se recopiló datos a partir de un cuestionario elaborado por el autor acerca del reconocimiento y el impacto de la temática medioambiental, y las modalidades de enseñanza usadas en los proyectos. Es así como se indagó en la relación de dicha dimensión con los eventuales métodos aplicados en las carreras de diseño de productos.

Para tal efecto, se aplicaron preguntas cerradas de tipo dicotómico, politómico, de escala numérica y nominales. Estas se distribuyeron en cuatro variables: a) reconocimiento de conceptos medioambientales; b) dominio de conceptos medioambientales; c) modo de asimilación de los conceptos medioambientales; d) valoración de contenidos medioambientales y estrategias docentes. El procesamiento y el cálculo de los datos

categoricos obtenidos, se llevó a cabo con el software de análisis estadístico Statgraphics Centurion XVI para Windows, en conjunto con Microsoft Excel.

Se utilizó –según sugiere López-Roldán y Fachelli (2015, 16-29)- la prueba de estadística descriptiva sobre la muestra para el estudio de dos variables. La independencia entre ellas se evaluó mediante la verificación o el contraste de la hipótesis nula (H_0), por sobre la hipótesis alternativa (H_1), que es la que determina eventualmente algún grado de asociación; el nivel de significancia que se usó fue de $\alpha = 0.05$, fijando como medida de intensidad entre variables el coeficiente de contingencia C, de Karl Pearson.

RESULTADOS

Ecodiseño y educación superior

El DS comienza a discutirse en el ámbito universitario mundial a partir de la Declaración de Talloires, Francia 1990 (Zutshi y Creed 2018). En Europa, Holanda, Alemania, España y el Reino Unido –desde finales de los años noventa del siglo pasado y comienzos del 2000- incorporan en sus modelos prácticas sostenibles como forma de enfrentar el futuro de la oferta académica y la problemática ambiental (Strobl 1999; Michelsen 2003; Onaindia 2004; Ulls *et al.* 2010; GUNI 2008; Crul y Diehl 2007).

En 2016, Chile –a través del Ministerio del Medio Ambiente (MMA)- culmina el Acuerdo de Producción Limpia Campus Sustentable, suscrito en 2012 por 22 universidades. Finalmente, 14 instituciones de educación superior –que representan el 20% de los alumnos matriculados a nivel nacional- fueron certificadas ambientalmente por la Agencia de Sustentabilidad y Cambio Climático de la Corfo. Según se observa, la incorporación de materias de sustentabilidad en cursos optativos creció en 33%, lo que implica 508 asignaturas con 21.707 alumnos inscritos; por su parte, la investigación aumentó en 93%, con 160 proyectos. Igualmente, los programas de extensión en materia de producción limpia y sustentabilidad registraron un incremento de

CURSOS DE POSTÍTULO OFRECIDOS AL AÑO 2020		
DIPLOMADO		
INSTITUCIÓN	NOMBRE	PERFIL DE INGRESO
U. Andrés Bello (Concepción)	Economía Circular	Administración e Ingeniería
U. Central de Chile	Estrategias para una Economía Circular	Administración Pública e Ingeniería
U. de Chile (FCFM)	Ecodiseño	Ingeniería, Diseño y Arquitectura
U. Mayor	Gestión en la Economía Circular	Administración, Ingeniería y Producción
U. Técnica Federico Santa María	Gestión de Proyectos en Economía Circular	Ingeniería
U. de Chile (FCFM)	Gestión de la Sustentabilidad Organizacional	Administración organizacional
MAGISTER		
U. del Desarrollo	Gestión de la Sustentabilidad	Ingeniería y medioambiente
U. Mayor	Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable	Administración e Ingeniería
U. Austral	Diseño de Entornos Sostenibles	Planificación territorial y medioambiente
U. del Desarrollo	Diseño e Innovación Sostenible	Diseño y áreas afines

Tabla 2. Postítulos y sustentabilidad en universidades chilenas, 2020 (fuente: Elaboración propia, 2021).

UNIVERSIDADES DE CHILE Y CARRERAS ASOCIADAS A DISEÑO				
ESPECIALIDADES				
INSTITUCIÓN	GRÁFICO	INDUSTRIAL	INGENIERÍA	Dicta asignaturas
U. Antofagasta				
U. La Serena				Ética y M. Ambiente
U. Católica de Valparaíso				
U. de Valparaíso				
U. Técnica Federico Santa María (Valpo)				
U. Técnica Federico Santa María (Viña)				Taller Diseño Ecológico
U. de Playa Ancha				
U. de Viña del Mar				
U. A. Bello				
U. Católica de Chile				Diseño y M. Ambiente
U. de Chile				
U. Diego Portales				
U. Adolfo Ibáñez				Taller Ecología y Sustentabilidad
I. P. Los Leones				
I. P. Duoc				Diseño y Sustentabilidad
U. Católica de Temuco				Sistemas Sustentables
U. del Desarrollo				Diseño y Sustentabilidad
U. Tecnológica Metropolitana				Taller Principios Sustentabilidad
U. de Santiago				Producción Ecoeficiente
U. Austral				Producción Limpia/Dis. Sustentable
I. P. Aiep				
U. Bio Bio				
U. de las Américas				
U. Finis Terrae				Innovación y Sustentabilidad

Tabla 3. Pregrado en diseño y sustentabilidad en universidades chilenas, 2020 (fuente: Elaboración propia, 2021).

80%, alcanzando más de 33.000 beneficiarios (MMA 2017).

En lo que se refiere a los conceptos de economía circular (EC) o estrategias de ecodiseño, las universidades nacionales incursionan paulatinamente, pero aún a nivel de oferta de postgrado, como complemento de las competencias profesionales del alumno. Dichos programas están dirigidos al área de la ingeniería o la administración (ver la tabla 2) y solamente dos pueden asociarse a especialidades proyectuales (diseño, ingeniería en diseño o arquitectura).

En cuanto a las carreras de pregrado en el área del Diseño, si bien un número importante declara suscribir los principios de sostenibilidad ambiental, no todos nombran en su malla curricular cursos relativos al tema. De acuerdo con un catastro elaborado a partir de dicha información, se estimó que, de un total de 24 universidades (públicas y privadas), 20 ofrecen programas de diseño gráfico (o temáticas afines), 12 de diseño industrial -de productos o equipamiento- y tres carreras de ingeniería en diseño o manufactura. En dicho universo, 11 carreras declaran asignaturas que consideran temáticas medioambientales y de sostenibilidad desde tercer año preferentemente; solo tres relacionan dichos contenidos en cursos de taller proyectual, siendo dos carreras de ingeniería (tabla 3).

Dimensión medioambiental y metodologías aplicadas en las carreras de Diseño

Los resultados se obtuvieron a partir de un universo muestral de 141 estudiantes (N=141) pertenecientes a cuatro universidades, los cuales se dividieron en los siguientes porcentajes: Universidad de Chile (22,7%), Universidad de Santiago de Chile (18,4%), Universidad Técnica Federico Santa María (31,9%) y Universidad Tecnológica Metropolitana (27%). Según se constató, la mayoría de los alumnos que responden cursan un nivel avanzado de la carrera; a saber, cuarto año o titulación con 54,6%; tercer año o nivel intermedio con 39%; y solo 9% en

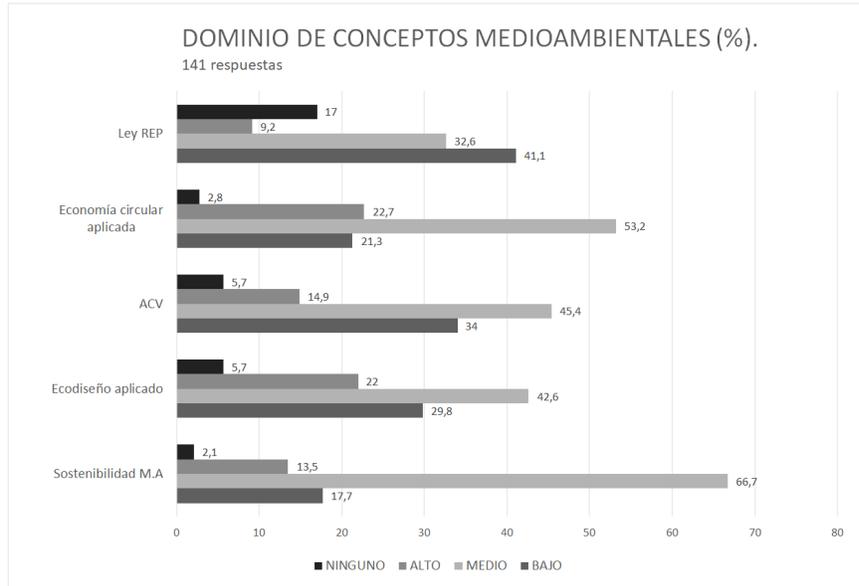


Gráfico 1. Valoración de dominio de conceptos medioambientales (fuente: Elaboración propia, 2022).

nivel inicial o segundo año, quienes cursan ramos electivos relacionados con el tema. Las respuestas para la variable inicial -reconocimiento de conceptos medioambientales- se distribuyó de la siguiente manera: al consultar respecto de la problemática medioambiental, la mayoría mencionó tener conocimiento de dicha coyuntura (95%); lo mismo sucedió con la familiarización en torno al concepto de sostenibilidad medioambiental, donde el 91,5% contestó de manera afirmativa. En cuanto a la interrogante de si las asignaturas habían abordado el concepto de ecodiseño, el 78,7% respondió afirmativamente y el 21,3% señaló no haberlo abordado; así también, con la integración de la EC en el programa de estudios de la carrera, el 85,8% respondió afirmativamente y el 14,2% de manera negativa. En relación con el conocimiento de alguna normativa vinculada con la protección medioambiental, el 63,1% dijo estar al tanto y el 36,9% señaló no conocer ninguna. Para la segunda variable que consulta por el dominio de conceptos en torno a la temática

(preguntas cerradas con la posibilidad de respuesta en escala nominal), los encuestados definieron su grado de dominio (ninguno, bajo, medio, alto) respecto de la sostenibilidad ambiental y su relación con la praxis de diseño; metodología de ecodiseño aplicada a desarrollo de productos; ACV; la EC y su implicancia con el diseño y finalmente de la ley REP. Los resultados pueden apreciarse en puntos porcentuales en el gráfico 1. La tercera variable requerida del universo consultado dice relación con la modalidad de asimilación de algunos conceptos de importancia medioambiental. Sus respuestas fueron en torno a preguntas politómicas, que enmarcaban la estrategia de aprendizaje reconocida para profundizar en dichos conceptos. En las dos primeras preguntas, esta consideraba la aplicación de metodología cuantitativa (balance y cálculo según parámetros) y cualitativa (análisis de requerimientos e impacto de procesos según componentes de producto). En las siguientes tres preguntas se requería confirmar si es que procedía una revisión de carácter teórico de

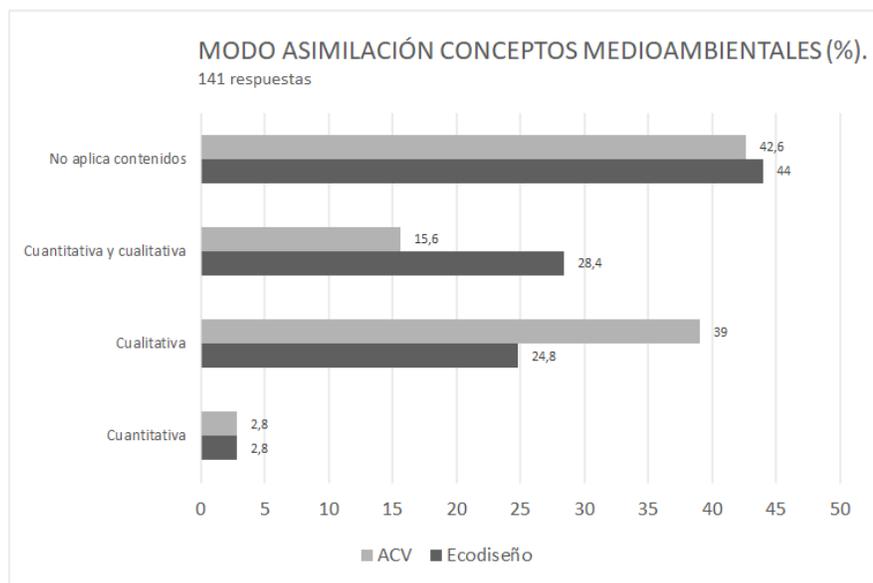


Gráfico 2. Modalidad de asimilación de conceptos medioambientales (Fuente: Elaboración propia, 2022).

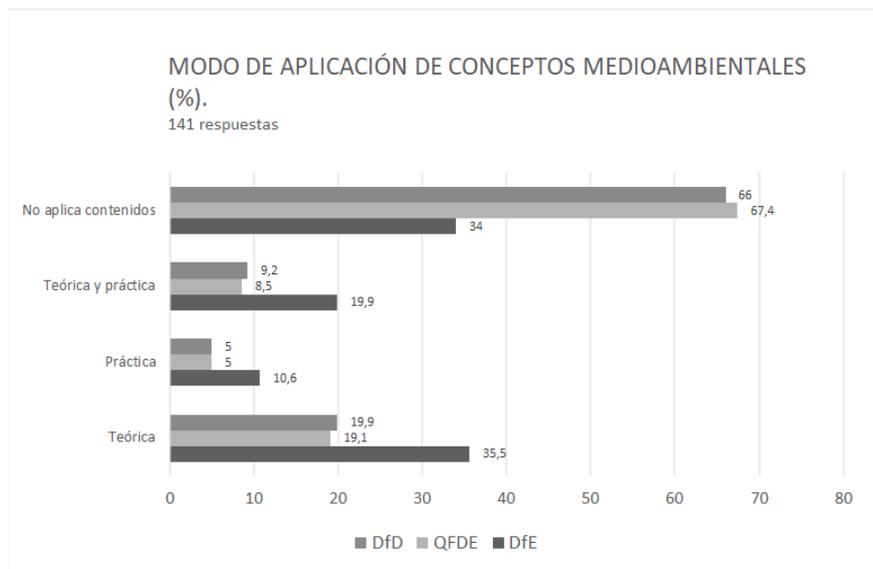


Gráfico 3. Modalidad de aplicación de conceptos medioambientales (fuente: Elaboración propia, 2022).

dichos contenidos (aplicada a investigación de escenarios potenciales) o bien una aplicación del tipo práctico (aplicado a proyectos en

taller de diseño). Cabe señalar que para el caso de las cinco preguntas de la variable, eran respuestas factibles la combinación

de los aspectos sugeridos, así como la confirmación de la nula aplicación de dichos conceptos. Los resultados se muestran en los siguientes gráficos:

La cuarta y última variable solicitada dice relación con la valoración de contenidos medioambientales y las estrategias docentes con las cuales se ha relacionado el universo de alumnos consultados. Se preguntó respecto de estrategias de lectura y revisión de textos, casos prácticos aplicados, dominio y metodología del facilitador de contenidos, así como las posibilidades de acceder a proyectos vinculados con el medio empresarial o bien en instituciones sociales. Para esto se aplicaron cinco preguntas cerradas y en escala numérica (tipo Likert), donde 1 representa la mínima valoración y 5, la máxima. Los resultados pueden resumirse en la tabla 4. De acuerdo con lo anterior, se establecieron niveles de independencia de ciertas variables categóricas y, en razón de sus eventuales resultados, se determinaron factores que pudieran estar afectando la implementación de contenidos relevantes en la praxis de diseño y su relación con la dimensión medioambiental. Para esto se procedió a cruzar dichas variables aplicando específicamente la prueba estadística de Ji-cuadrado (χ^2) de Pearson.

La primera prueba propuesta se estableció a partir de la formulación de la siguiente hipótesis nula (H_0): No existe una dependencia estadísticamente significativa en la relación de las metodologías aplicadas por el docente con el manejo general de contenidos relativos a la dimensión medioambiental.

Los resultados obtenidos permitieron rechazar la H_0 , estableciendo que sí existe una asociación significativa entre las metodologías aplicadas por el docente y el manejo de contenidos en torno a la dimensión medioambiental, $\chi^2(16)=107.721, p<.05$. Además, se encontró un grado de relación alto de las variables evaluadas con un coeficiente de contingencia $C=.658$.

El segundo análisis relaciona el método docente con el desarrollo de casos prácticos ligados a proyectos de diseño. Se formula la

	Valoración de estrategias docentes y contenido (141 respuestas)				
	1	2	3	4	5
Lectura obligatoria y textos recomendados de acuerdo a tema	19,10%	27,70%	24,80%	22%	6,40%
Casos prácticos aplicados	11,30%	15,60%	29,10%	30,50%	13,50%
Manejo docente de contenidos	1,40%	8,50%	33,30%	31,90%	24,80%
Metodología docente	6,40%	12,10%	34,80%	29,10%	17,70%
Proyectos e investigaciones vinculadas con el medio	17,70%	19,10%	27,70%	20,60%	14,90%

Tabla 4. Frecuencia para la valoración de contenidos medioambientales y estrategias docentes (fuente: Elaboración propia, 2022).

siguiente H_0 : No es posible establecer una relación significativa entre las metodologías docentes y la ejecución de ejercicios, casos y proyectos aplicados desde la perspectiva medioambiental.

El resultado muestra el rechazo de la H_0 , determinando que las variables, la metodología docente y la ejecución de ejercicios, casos y proyectos sí están asociadas de manera significativa, $\chi^2(16)=115.917$, $p<.05$. El grado de relación entre variables es alto, con un coeficiente de contingencia $C=.671$.

Finalmente, la tercera prueba analiza la relación de independencia entre el método del docente y la experiencia de vinculación universitaria con el medio en temáticas medioambientales. Se procede a establecer la siguiente H_0 : No hay una dependencia entre la metodología aplicada por el docente facilitador y la valoración de la experiencia en el desarrollo de proyectos e investigaciones vinculadas con requerimientos reales del medio empresarial o de instituciones sociales. Su resultado establece el rechazo de la H_0 , encontrándose una dependencia estadísticamente significativa entre el método docente y la experiencia de vinculación con el medio en temas medioambientales, $\chi^2(16)=105.206$, $p<.05$. El grado de relación es alto entre variables, con un coeficiente de contingencia $C=.653$.

DISCUSIÓN

Es importante señalar que el escenario actual del país en torno a la sostenibilidad ambiental, el ecodiseño y su presencia en la educación

superior es auspicioso si se lo compara con el resto de América Latina (Mac-Lean *et al.* 2020). Sin embargo, cabe destacar que las posibilidades de evaluación sostenida en el tiempo para establecer mediciones respecto de su implementación todavía no se hacen realidad en términos del desarrollo de instrumentos claros y objetivos (Sáenz 2017). Si bien la implantación de estas temáticas ha contado con la presencia activa de la institucionalidad ambiental, las universidades en general aún ven restringida su incorporación a nivel curricular. El hecho de contemplar dichos contenidos a nivel de formación complementaria a la formación inicial (postgrados) y en perfiles de ingreso mayormente ligados a la administración, refleja que la temática todavía es nueva y urge difundirla a nivel organizacional. Dicho panorama se repite en las carreras de áreas proyectuales, donde distintas universidades declaran los temas medio ambientales como contingentes, pero solo el 46% lo hace desde su plan de estudio. En esa línea, solo aproximadamente el 13% del total de carreras aplica dichos conceptos en asignaturas de corte práctico (taller proyectual o de diseño). Según Grimal *et al.* (2020), ello dificulta la integración de estos principios en proyectos que respondan correctamente a las necesidades en cuestión.

Los resultados obtenidos a partir del estudio de la dimensión medioambiental y las metodologías aplicadas en las carreras de diseño y desarrollo industrial de productos revelan que un porcentaje importante de

la muestra dice saber o reconocer ciertos conceptos medioambientales, enfatizando para este ítem la influencia sostenida de sus asignaturas. Sin embargo, la segunda variable que evalúa el dominio efectivo de dichos contenidos señala una tendencia de manejo medio por parte de los alumnos consultados. En efecto, en aquellas temáticas que requieren un dominio objetivo demostrable (ley REP, ACV), es muy revelador que un gran número de estudiantes declara tener bajo nivel de conocimientos. Esto permite inferir que es posible que ciertos conceptos se hayan adquirido a partir de métodos educativos tradicionales (pensar-analizar-comprender) o bien de manera social e informal, constituyéndose en un dominio aparente que complica su aplicación práctica (Thürer *et al.* 2018).

Lo anterior se fortalece con los datos obtenidos a partir de las respuestas de la tercera variable. Los resultados dan cuenta de un importante número de alumnos que dice no incorporar contenidos. Así mismo, la forma de aplicación de dichos contenidos evidencia un énfasis en lo cualitativo y teórico, contradiciendo el método normalmente usado en la planeación de productos sostenibles en términos medioambientales. Todo esto exige una identificación, balance y evaluación de todas las fases del proceso productivo (Favi *et al.* 2019).

Respecto de la cuarta variable requerida, el alumnado se inclina en una predominancia media hacia abordar dichos contenidos a partir de casos prácticos aplicados, por sobre la revisión de material bibliográfico o meramente documental. Esto es coherente con lo señalado por Perpignan *et al.* (2020) respecto de lo esperado para integrar conceptos, conocimientos y habilidades relacionadas con el ecodiseño y los temas de sostenibilidad.

En la misma variable –y considerando tanto la primera como la segunda prueba para el análisis de independencia que enfrenta las metodologías aplicadas por el docente con el dominio general de contenidos medioambientales y con la ejercitación en

torno a casos prácticos- se hace manifiesta la importancia de un manejo completo de dichos conceptos por parte del profesor a cargo. En efecto, se trata de un factor crucial para definir la metodología a ocupar, así como también la propiedad con la cuál se ha de desenvolver efectivamente en el desarrollo de casos prácticos (Moro *et al.* 2019).

Esto podría explicar la distancia apreciada al momento de repasar las respuestas respecto de lo que los alumnos dicen saber y lo que efectivamente saben o pueden demostrar de manera práctica. En este sentido, se aprecia que -para éstos tópicos complejos- los métodos todavía no son eficaces para la implantación de contenidos. Lo anterior se ratifica por la alta relación de dependencia demostrada y el interés estadístico significativo en ambas pruebas. Así mismo y para reforzar lo previamente consignado, se expone la tercera prueba de análisis, la que relaciona método docente aplicado con sus eventuales vinculaciones con el medio externo. El resultado reafirma el hecho de que esta combinación (dependiente y de alta relación) resulta ser un factor de interés para la integración pertinente de contenidos en el proceso de enseñanza-aprendizaje (Lin 2017; Steinmo y Rasmussen 2018). Si bien los resultados porcentuales no permiten asumir dicha modalidad de trabajo como una práctica habitual en las carreras consultadas, se estima que al no existir una tendencia de valoración marcada en torno a la experiencia en proyectos externos al taller de diseño -tal como lo sostienen Chyung *et al.* (2017) en lo relativo a los puntos medios de las encuestas- los guarismos obtenidos eventualmente se explicarían por un desconocimiento o falta de seguridad en torno al tema consultado. Otra alternativa es que se deba a la expresión del concepto que, según lo señalado por Bergen y Labonté (2020), es conocido como "sesgo de deseabilidad social", que sería la manifestación de una forma de entregar respuestas socialmente aceptables sin llegar a exponer un desconocimiento incómodo de ciertos temas.

CONCLUSIONES Y COMENTARIOS

Los conceptos ligados al medioambiente y, en particular, la metodología de ecodiseño, resultan ser reconocidos superficialmente por parte del contexto universitario consultado. Dicha afirmación se sostiene ante la falta de

coherencia entre lo declarado por el alumnado y lo que realmente pueden comprobar como experticia en torno a dichos contenidos. Ello confirma que el tema medioambiental y su aplicación en diseño todavía se aborda a partir de conocimientos generales construidos socialmente, como lo consigna Kopnina (2019) y Heo y Muralidharan (2019); o bien, gracias a políticas incorporadas por las casas de estudios y sus acuerdos con la institucionalidad medioambiental (MMA 2017; Fajardo 2021), las cuales a una escala aún reducida, han logrado permear teóricamente algunos programas de carreras. Esto, en conjunto con el esfuerzo docente para incorporar la vasta temática en el desarrollo de proyectos, favoreciendo metodologías difusas y divergentes que, según lo manifestado por Marconi y Favi (2020), no asegurarían resultados efectivamente sostenibles.

La entrega de contenidos mediante la revisión bibliográfica como estrategia didáctica podría generar un buen marco conceptual ante la temática, según lo consigna el estudio, pero la aplicación práctica y simplificada de estos conceptos a casos reales (fuera de la universidad), pareciera asegurar el aprendizaje de un modo más efectivo en las distintas cohortes (Mourtzis *et al.* 2018). Considerando esto, es dable estimar que para lograr implantar el ecodiseño como metodología proyectual este debiera vincularse de un modo acotado con el proceso tradicional de diseño. Ello se aplica especialmente a las herramientas de evaluación previa de productos (ACV, indicadores de impacto ambiental, levantamiento de inventarios, etc.) que son de difícil aplicación en proyectos si solamente se asumen desde una perspectiva teórica y referencial (Olsen *et al.* 2018; Kūçüksayraç y Arıburun Kirca 2020). Finalmente, esto terminaría por afectar la toma de decisión en el diseño a partir de requerimientos equivocados.

Al revisar el estado del arte de las diferentes metodologías existentes en torno al ecodiseño a nivel mundial y sus distintos procesos de implementación universitaria, resulta difícil no encontrar puntos de similitud con los casos nacionales observados. Esto confirma el importante papel que le cabe a la formación superior como instancia de ensayo e instrucción para la aplicación de estos métodos en las empresas y productos, tal como lo expone Vicente (2020).

Se decide partir entonces desde la referencia entregada por la metodología EDIP y ECOREDESIGN para la configuración del método. Dada sus similitudes de inicio con el escenario y disposición presente en el sector empresarial chileno, valdría la pena que las universidades - donde los programas de carrera y estrategias didácticas pudieron ser analizados - consideraran las siguientes fases correlativas, para ser implementadas a modo de procedimiento proyectual. Eventualmente, estas podrían configurar un método simple y parcelado de ecodiseño con miras a su incorporación en carreras y empresas:

a) Fase evaluativa: recaba los antecedentes necesarios para plantear un marco contextual ambiental en términos de características y condiciones presentes para abordar el proyecto. Contempla dos subfases que permitirían el levantamiento de la siguiente información: i) reconocimiento directo del producto/empresa y sus requerimientos ambientales; y ii) diagnóstico de situación actual del producto en términos ambientales (balance, ACV, DfE, etc.).

b) Fase propositiva: define propuestas de diseño aplicando las siguientes subfases: i) medidas de mejora del producto, considerando la reducción de su nocividad ambiental; ii) especificaciones para la nueva propuesta de diseño; y iii) propuesta de nuevo concepto de diseño.

Considerando lo anterior y con el fin de procurar una evaluación continua con miras a mejoras incrementales del producto, se requiere establecer una retroalimentación fluida con el mandante. Eventualmente, este podría solicitar un informe parcial por cada una de las subfases o bien un nuevo proceso de diseño, activando así un ciclo que aseguraría la actualización y la mejora continua desde la perspectiva medioambiental (Luga *et al.* 2017).

Finalmente, se concluye que este trabajo puede considerarse una instancia preliminar en pos de la elaboración definitiva de un método adaptado para la aplicación del ecodiseño, ya sea en la enseñanza del diseño industrial o en otras carreras proyectuales. Además, también podría ser útil en el traspaso que las propias universidades debieran propiciar hacia aquellas empresas que necesiten aplicar estrategias de mitigación ambiental en sus productos y procesos. ▲▲

BIBLIOGRAFÍA

- Bergen, N. y Labonté R. 2020. «Everything Is Perfect, and We Have No Problems : Detecting and Limiting Social Desirability Bias in Qualitative Research». *Qualitative Health Research* 30 (5): 783-92. <https://doi.org/10.1177/1049732319889354>.
- Brambila-Macias, S., y Sakao, T. 2021. «Effective Ecodesign Implementation with the Support of a Lifecycle Engineer». *Journal of Cleaner Production* 279 (enero): 123520. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.123520>.
- Chyung, S. Y., Katherine Roberts, Ieva Swanson y Andrea Hankinson. 2017. «Evidence-Based Survey Design: The Use of a Midpoint on the Likert Scale». *Performance Improvement* 56 (10): 15-23. <https://doi.org/10.1002/pfi.21727>.
- Cruil, M y Diehl, J. 2007. *Diseño para la sostenibilidad. Un enfoque práctico para economías en desarrollo*. París, Francia: UNEP DTIE. <http://centro.paot.org.mx/documentos/pnuma/sostenibilidad.pdf>.
- Corsini, L. y James M. 2021. «What Is Design for Social Sustainability? A Systematic Literature Review for Designers of Product-Service Systems». *Sustainability* 13 (11): 5963. <https://doi.org/10.3390/su13115963>.
- Fajardo, D. 2021. «Educación superior da un nuevo paso para ser más sustentable». La Tercera. 13 de septiembre de 2021. <https://www.latercera.com/pulso/noticia/educacion-superior-da-un-nuevo-paso-para-ser-mas-sustentable/QAZIB7ND6NAMPDZVKHEHM7CKY/>.
- Favi, C., Marco Marconi, y Michele Germanic. 2019. «Teaching Eco-Design by Using LCA Analysis of Company's Product Portfolio: The Case Study of an Italian Manufacturing Firm». *Procedia CIRP, 26th CIRP Conference on Life Cycle Engineering (LCE) Purdue University, West Lafayette, IN, USA, Mayo 7-9, 2019*, 80 (enero): 452-57. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2019.01.032>.
- García-Sánchez, I-M., Isabel Gallego-Álvarez y José-Luis Zafra-Gómez. 2020. «Do the Ecoinnovation and Ecodesign Strategies Generate Value Added in Multifaceted Environments?» *Business Strategy and the Environment* 29 (3): 1021-33. <https://doi.org/10.1002/bse.2414>.
- Global University Network for Innovation. 2008. «Red nacional holandesa para la introducción del desarrollo sostenible en los planes de estudios de educación superior (Países Bajos)». <https://upcommons.upc.edu/handle/2099/7947>.
- Grimal, L., Pauline Marty, Santiago Perez, Nadège Troussier, Catherine Perpignan y Tatiana Reyes. 2020. «Case Study: Located Pedagogical Situations to Improve Global Sustainable Skills in Engineering Education and Universities». *Procedia CIRP, 27th CIRP Life Cycle Engineering Conference (LCE2020) Advancing Life Cycle Engineering: from technological eco-efficiency to technology that supports a world that meets the development goals and the absolute sustainability*, 90 (enero): 766-71. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2020.02.136>.
- Heo, J. y Muralidharan, S. 2019. «What triggers young Millennials to purchase eco-friendly products?: the interrelationships among knowledge, perceived consumer effectiveness, and environmental concern». *Journal of Marketing Communications* 25 (4): 421-37. <https://doi.org/10.1080/13527266.2017.1303623>.
- International Organization for Standardization. 2011. *ISO14006:2011. Environmental management systems. Guidelines for incorporating ecodesign*. Geneva: ISO. p2.
- Iuga, A., Vasile Popa y Lumini a Popa. 2017. «Industrial Product Life Cycle Stages and Lifecycle Eco-Design». En *Proceedings of 5th International Conference on Advanced Manufacturing Engineering and Technologies*, editado por Vidosav Majstorovic y Zivana Jakovljevic, 365-74. *Lecture Notes in Mechanical Engineering*. Cham: Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-56430-2_27.
- Kopnina, H. 2019. «Green-Washing or Best Case Practices? Using Circular Economy and Cradle to Cradle Case Studies in Business Education». *Journal of Cleaner Production* 219 (mayo): 613-21. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.02.005>.
- Küçüksayracı, E. y Ece Anburun Kirca L. N. 2020. «Integrating sustainability into project-based undergraduate design courses». *International Journal of Sustainability in Higher Education* 21 (2): 353-71. <https://doi.org/10.1108/IJSHE-07-2019-0230>.
- Lin, J-Y. 2017. «Balancing Industry Collaboration and Academic Innovation: The Contingent Role of Collaboration-Specific Attributes». *Technological Forecasting and Social Change* 123 (octubre): 216-28. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2016.03.016>.
- López-Roldán, P. y Fachelli, S. 2015. *Metodología de la investigación cuantitativa. 2ª*. Barcelona, España: Universitat Autònoma de Barcelona. <http://tecnicasavanzadas.sociales.uba.ar/wp-content/uploads/sites/156/2020/08/A04.02-Roldan-y-Fachelli.-Cap-3.6-Analisis-de-Tablas-de-Contingencia-1.pdf>.
- Mac-Lean, C., Luis Santiago Vargas, Gonzalo Uribe, Cristian Aldea, Lorna Lares y Oscar Mercado. 2020. «Sustainability governing entities in higher education throughout Chile». *International Journal of Sustainability in Higher Education* 22 (2): 363-79. <https://doi.org/10.1108/IJSHE-04-2020-0119>.
- Marconi, M. y Favi C. 2020. «Eco-Design Teaching Initiative within a Manufacturing Company Based on LCA Analysis of Company Product Portfolio». *Journal of Cleaner Production* 242 (enero): 118424. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118424>.
- Michelsen, G. 2003. «Las Universidades y la Agenda 21: el ejemplo de la Universidad de Lüneburg». *País (Santiago)*, No 5. <https://doi.org/10.32735/S0718-6568/2003-N5-227>.
- Ministerio del Medio Ambiente y Gobierno de Chile. 2017. «Certificación ambiental en educación superior: las 14 universidades más sustentables de Chile». *mma.gob.cl*. 28 de abril de 2017. <https://mma.gob.cl/certificacion-ambiental-en-educacion-superior-las-14-universidades-mas-sustentables-de-chile/>.
- Moro, C., Fábio Neves Puglieri, Cristiane Karyn de Carvalho Araújo, Murillo Vetroni Barros y Rodrigo Salvador. 2019. «LCA and ecodesign teaching via university-industry cooperation». *International Journal of Sustainability in Higher Education* 20 (6): 1061-79. <https://doi.org/10.1108/IJSHE-11-2018-0206>.
- Mourtzis, D., N. Boli, G. Dimitrakopoulos, S. Zygomas y A. Koutoupes. 2018. «Enabling Small Medium Enterprises (SMEs) to Improve Their Potential through the Teaching Factory Paradigm». *Procedia Manufacturing, "Advanced Engineering Education & Training for Manufacturing Innovation" 8th CIRP Sponsored Conference on Learning Factories (CLF 2018)*, 23 (enero): 183-88. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.04.014>.
- Navech, A. 2020. «A cuatro años de la Ley REP: La industria del reciclaje expone sus preocupaciones». *País Circular* (blog). 19 de mayo. <https://www.paiscircular.cl/industria/a-cuatro-anos-de-la-ley-rep-la-industria-del-reciclaje-expone-sus-preocupaciones/>.
- Olsen, S., Peter Fantke, Alexis Laurent, Morten Birkved, Niki Bey y Michael Z. Hauschild. 2018. «Sustainability and LCA in Engineering Education – A Course Curriculum». *Procedia CIRP, 25th CIRP Life Cycle Engineering (LCE) Conference, 30 abril – 2 mayo, Copenhagen, Dinamarca*, 69 (enero): 627-32. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2017.11.114>.
- Onaindia, M. 2004 «El desarrollo sostenible y la educación ambiental desde la cátedra UNESCO de la UPV/EHU». En *Primer Seminario Interdisciplinar sobre "Desarrollo Sostenible y Educación Ambiental"*, 15-25. Bilbao: Universidad del País Vasco/Gobierno Vasco. http://www.ehu.es/cdsea/web/wp-content/uploads/2016/11/Libro_Ponencias.pdf.
- Perpignan, C., Vincent Robin, Yacine Baouch y Benoit Eynard. 2020. «Identification of contribution and lacks of the ecodesign education to the achievement of sustainability issues by analyzing the French education system». *AI EDAM* 34 (1): 4-16. <https://doi.org/10.1017/S0890060419000465>.
- Rousseaux, P., Cécile Gremy-Gros, Marie Bonnin, Catherine Henriel-Ricordel, Pierrick Bernard, Léa Flourey, Gwenaelle Staigne y Philippe Vincent. 2017. «"Eco-Tool-Seeker": A New and Unique Business Guide for Choosing Ecodesign Tools». *Journal of Cleaner Production* 151 (mayo): 546-77. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.03.089>.
- Sáenz, O. 2017. «Diagnósticos regionales sobre la institucionalización del compromiso ambiental en la educación superior de América Latina y el Caribe». *Revista Contrapuntos* 17 (diciembre): 654-671. <https://doi.org/10.14210/contrapuntos.v17n4.p654-671>.
- Sánchez, D. 2021. Demora en decretos de metas pone presión sobre la Ley REP. *La Tercera*. 8 de enero de 2021. <https://www.latercera.com/pulso/noticia/demora-en-decretos-de-metas-pone-presion-sobre-la-ley-rep/70LZV5ILAVCYNDGP6AVXTJJWTV/>.
- Steinmo, M. y Rasmussen, E. 2018. «The Interplay of Cognitive and Relational Social Capital Dimensions in University-Industry Collaboration: Overcoming the Experience Barrier». *Research Policy* 47 (10): 1964-74. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2018.07.004>.
- Strobl, G. 1999. «La experiencia de Alemania: De la educación ecológica a la educación para el desarrollo sustentable». *Ambiente y Desarrollo*, 1999.
- Thürer, M., Ivan Tomašević, Mark Stevenson, Ting Qu y Don Huisingsh. 2018. «A Systematic Review of the Literature on Integrating Sustainability into Engineering Curricula». *Journal of Cleaner Production* 181 (abril): 608-17. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.12.130>.
- Ulls, Ma A., Martínez Agut, M. P., Piñero, A. y Aznar Minguet, P. 2010. «Análisis de la introducción de la sostenibilidad en la enseñanza superior en Europa: compromisos institucionales y propuestas curriculares». *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias* 7 (Extra 4): 413-32.
- Vicente, J. 2020. «Product Design Education for Circular Economy». En *Advances in Industrial Design*, editado por Giuseppe Di Bucchianico, Cliff Sungsoo Shin, Scott Shim, Shuichi Fukuda, Gianni Montagna, y Cristina Carvalho, 519-25. *Advances in Intelligent Systems and Computing*. Cham: Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-51194-4_68.
- Zutshi, A. y Creed, A. 2018. «Declaring Talloires: Profile of Sustainability Communications in Australian Signatory Universities». *Journal of Cleaner Production* 187 (junio): 687-98. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.03.225>.