



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

Tesis Doctoral

2024
mayo

didáctica proyectual

desde la perspectiva económica circular

Escuela Técnica Superior de Ingeniería
del Diseño.

Programa de Doctorado en Diseño,
Fabricación y Gestión de Proyectos
Industriales.

Alumno: Marcelo E. Venegas Marcel
Directores: Dr. Manuel Martínez
Torán
Dr. Rubén Jacob
Dazarola





UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

Tesis Doctoral

Didáctica proyectual desde la perspectiva
económica circular.

Escuela Técnica Superior de Ingeniería
del Diseño.

Programa de Doctorado en Diseño,
Fabricación y Gestión de Proyectos
Industriales.

Alumno: Marcelo E. Venegas Marcel
Directores: Dr. Manuel Martínez
Torán
Dr. Rubén Jacob
Dazarola

Agradecimientos

A mis directores de tesis, Manolo y Rubén por su inagotable paciencia, generosidad intelectual y rigurosidad académica. Sin sus oportunas y precisas observaciones, no hubiese sido posible avanzar de forma efectiva hasta estas instancias del trabajo doctoral.

Mi gratitud, además, a todos mis colegas, alumnos y amigos en general, de las distintas casas de estudio en donde me desempeño como docente.

En especial, al Departamento de Diseño y Manufactura de la Universidad Técnica Federico Santa María, lugar en el que he podido compartir mi interés por el diseño y la problemática ambiental, a través de los distintos cursos y proyectos desarrollados durante este proceso.

Convirtiéndose en un relevante espacio para debatir planteamientos e ideas de importancia en torno a la investigación.

Finalmente, agradezco a toda mi familia, por el cariñoso apoyo y aliento constante entregado, para poder mantenerme firme en esta larga búsqueda. Muy en especial a mis padres, hermana, esposa e hija, quienes han sido y seguirán siendo la principal fuente de motivación para seguir avanzando día a día.

Tesis Dirigida por el Dr. Manuel
Martínez Torán y el Dr. Rubén Jacob
Dazarola. Presentada por Marcelo E.
Venegas Marcel, para la obtención del
grado de Doctor por la Universitat
Politécnica de València en el programa
de Doctorado en Diseño, Fabricación y
Gestión de Proyectos Industriales.

Febrero del 2024.

© 2024 Marcelo E. Venegas Marcel.

*Diseñador mención Productos y
Licenciado en Diseño, U. de Valparaíso,
Chile, 1996.*

*Magister Construcción en Maderas,
U. Bío Bío, Chile, 2011.*

*Diplomados Universidad del Bío Bío
Concepción, Chile:*

*Ciencia y tecnología de la Madera.
Física de la Construcción y terminaciones
en Madera.*

*Laminado en Madera.
Sistemas constructivos en Madera.*

Índice General

Parte 1. Introducción.....	1
1.1. Área de estudio y aspectos generales.	1
1.2. Justificación de la Investigación.	3
1.3. Hipótesis.....	4
1.3.1. Hipótesis general.....	5
1.4. Objetivos.	5
1.4.1. Objetivo general.	5
1.4.2. Objetivos específicos.	5
1.5. Materiales y métodos.	6
1.5.1. Primera etapa, levantamiento y gestión de la información.....	6
1.5.2. Segunda etapa, ejecución y validación de propuestas.	8
1.5.3. Tercera etapa, evaluación final y conclusiones.	8
1.6. Estructura general del trabajo de tesis.	9
Parte 2. Estado del arte.....	12
2.1. Paradigmas productivos y Modelos de consumo.....	12
2.2. Sociedad y consumo, una visión general.....	17
2.3. Consumo desde la óptica sociológica.....	18
2.3.1. Desde la sociedad productivista a la consumista.	18

2.3.2. Ética del trabajo y consumo.....	21
2.3.3. Diferenciación, igualdad. Dos enfoques para entender el consumo.....	21
2.3.4. Individualismo contemporáneo, moda y consumo.	24
2.4. Diseño, consumo y consumismo.....	26
2.5. Desarrollo y sostenibilidad. Una perspectiva histórica.	32
2.5.1. Posguerra, inicio del concepto de Desarrollo.	32
2.5.2. Estado de bienestar, el centro y la periferia.	34
2.5.3. La visión neoliberal, economía de mercado y sostenibilidad.....	36
2.5.4. Desarrollo centrado en el ser Humano.	37
2.6. Desarrollo y medio ambiente.	38
2.6.1. El inicio del ambientalismo.	38
2.6.2. Visiones económicas y grados de sostenibilidad.	42
2.6.3. Sustentabilidad, desarrollo sostenible y sostenibilidad.	43
2.7. Economía circular y ecodiseño. Sostenibilidad económica y productiva.....	45
2.7.1. De la economía lineal a la economía circular.....	45
2.7.2. Estructuras de pensamiento y economía circular.	50
2.7.3. El ecodiseño como metodología.	54
2.7.4. Pensamiento de ciclo de vida, análisis del ciclo de vida y ecodiseño.....	62
2.7.5. Ecodiseño, ecoeficiencia y ecoinnovación.	66
2.8. Desarrollo sostenible y escenario actual para la ecoeficiencia.	69

2.8.1. La ecoeficiencia como idea.....	69
2.8.2. Indicadores para la ecoeficiencia.	72
2.8.3. Ecoeficiencia a nivel mundial. Visiones y experiencias.....	76
2.8.4. La ecoeficiencia en Chile.....	78
2.8.5. Políticas Públicas para la cuestión Medioambiental a nivel global.	79
2.8.6. Chile y la sostenibilidad ambiental en las empresas.	81
2.8.7. La empresa chilena y la problemática ambiental.	83
2.9. Sostenibilidad ambiental y Educación.....	84
2.9.1. Universidad y sostenibilidad.	85
2.10. Conclusiones y definición del Marco Teórico.	92
2.10.1. Aspectos generales.	92
2.10.2. Revisión punto 1.	93
2.10.3. Revisión punto 2.	94
2.10.4. Revisión punto 3.	95
2.10.5. Revisión puntos 4 y 5.	96
2.10.6. Revisión puntos 6 y 7.	96
2.10.7. Revisión punto 8.	97
2.10.8. Revisión punto 9.	99
2.10.9. Direccionamiento general de la Investigación.....	100
Parte 3. Investigación y 1° estudio publicado.	103

3.1. Consideraciones generales.....	103
3.2. Presentación del artículo.	103
3.2.1. Resumen.....	104
3.2.2. Introducción.	104
3.2.3. Método.	106
3.2.4. Resultados.	107
3.2.5. Discusión.	113
3.2.6. Conclusiones y comentarios.....	115
Parte 4. Investigación 2° y 3° estudio publicado.	117
4.1. Consideraciones generales para el 2° estudio.	117
4.2. Presentación del artículo.	118
4.2.1. Resumen.	118
4.2.2. Introducción.	118
4.2.3. Revisión de literatura.....	121
4.2.4. Método.	122
4.2.5. Estudio de casos.	128
4.2.6. Conclusiones.....	131
4.3. Consideraciones generales para el 3° estudio.	132
4.4. Presentación del artículo.	133
4.4.1. Resumen.....	133

4.4.2. Introducción.....	134
4.4.3. Método.....	136
4.4.4. Resultados y discusión.....	140
4.4.5. Conclusiones.....	145
Parte 5. Estudios y contribuciones teórico prácticas.....	150
5.1. Introducción.....	150
5.2. Actividades de divulgación, validación y cooperación.....	151
5.2.1. Conferencias, Charlas y columnas de opinión.....	151
5.2.2. Cooperación técnica y vinculación con empresas.....	154
5.3. Objetivos y alcance de modelo metodológico propuesto.....	156
5.4. Modelo metodológico propuesto.....	157
5.4.1. Modelo y contexto medioambiental. Descripción y procesos.....	159
5.4.2. Instrumentos de registro, control y ev. para modelo propuesto.....	163
Parte 6. Conclusiones de la tesis.....	180
6.1. Introducción.....	180
6.2. Revisión de hipótesis y objetivos iniciales de tesis.....	181
6.2.1. Sobre la hipótesis.....	181
6.2.2. Acerca de las preguntas de investigación.....	182
6.2.3. Acerca de los objetivos consignados.....	185
6.3. Sobre los aportes de la propuesta.....	189

6.3.1. Perspectiva general.....	189
6.3.2. Orgánica y fases.....	190
6.3.3. Herramientas y soluciones de diseño ensayadas.....	191
6.4. Acerca de la investigación y su escalabilidad futura.....	192
6.5. Comentarios finales.....	194
Parte 7. Referencias bibliográficas.....	197
7.1. Bibliografía.....	198
Parte 8. Anexos.....	229
8.1. Resultados dimensión medioambiental y carreras de diseño.....	230
8.2. Tablas de proceso análisis AEE.....	231
8.3. Matrices de evaluación para modelo propuesto.....	232
8.3.1. Matriz de marco lógico MML (A1).....	232
8.3.2. Matriz de caracterización del producto (B1).....	233
8.3.3. Matriz de impacto ambiental del producto (C1).....	234
8.3.4. Matriz impacto ambiental y consumo de energía del producto (C2).....	235
8.3.5. Matriz de evaluación funcional del producto (C3).....	236
8.3.6. Matriz de evaluación recuperabilidad del producto (C4).....	237
8.3.7. Matriz de indicadores y estrategias de ecodiseño (D1).....	238
8.3.8. Matriz de diagnóstico y escenario de posibles mejoras (D2).....	239
8.3.9. Matriz de selección propuestas de diseño (D3).....	240

Índice de Figuras

Figura 1. Estructura general del trabajo de tesis.	11
Figura 2. Industrialización y modelos productivos.	13
Figura 3. El panóptico productivo taylorista.	14
Figura 4. La producción en serie al interior de la compañía Ford.	15
Figura 5. Flexibilización en planta y multifuncionalidad productiva del STP.	16
Figura 6. Los referentes de Toyota tras su éxito productivo y comercial.	17
Figura 7. Enfoques para la jerarquización de las necesidades humanas.....	19
Figura 8. Edward Bernays, campaña para American Tobacco Corporation.	22
Figura 9. Edward Bernays, campaña para B. Crocker y The Beech Nut Packing Co.....	24
Figura 10. La moda como elemento de diferenciación social.	26
Figura 11. El diseño y su influencia en los distintos períodos de Industrialización.	28
Figura 12. Estereotipo del estilo de vida americano y su asociación con el consumo.....	29
Figura 13. Campañas publicitarias disruptivas y asociación con demandas sociales.	30
Figura 14. Don Tapscott y su definición de las nuevas generaciones nativas digitales. ...	31
Figura 15. La Buena Forma presentes en los proyectos de la escuela de Ulm.	33
Figura 16. Raymond Loewy y la apuesta estadounidense del Styling.....	34
Figura 17. Diseño y política estatal en Latinoamérica; Gui Bonsiepe en INTEC.	35
Figura 18. Características de la economía circular.	49

Figura 19. Rueda estratégica de ecodiseño.....	56
Figura 20. Jerarquización ideas de diseño.	59
Figura 21. Gestión del ciclo de vida. Conceptos operativos y herramientas.....	63
Figura 22. Rueda análisis de ciclo de vida de un producto.	64
Figura 23. Principios y marco de referencia ACV y aplicaciones.	66
Figura 24. Niveles de ecoeficiencia e innovación incremental.....	68
Figura 25. Diagrama general metodología propuesta.	123
Figura 26. Fases y sub fases para esquema metodológico propuesto.	137
Figura 27. Propuestas y soluciones de diseño de detalles según caso.....	147
Figura 28. Actividades de divulgación realizadas en el marco de la investigación.	153
Figura 29. Proyecto Pymes regionales, envases y embalajes ecodiseñados.....	155
Figura 30. Metodología general de modelo propuesto.	158
Figura 31. Diagrama sistémico de la metodología general de modelo propuesto.	160

Índice de Tablas

Tabla 1. Objetivos específicos y actividades según etapas de investigación.....	7
Tabla 2. Factores para la inviabilidad futura del sistema económico lineal.....	46
Tabla 3. Concepto de economía circular y algunas definiciones.....	47
Tabla 4. Estrategias y medidas de ecodiseño.....	57

Tabla 5. Etapas y planificación en horas según metodología lhobe.....	60
Tabla 6. Fases de la Metodología PILOT.	61
Tabla 7. Caracterización de las principales metodologías de ecodiseño.	105
Tabla 8. Postítulos y sostenibilidad, Universidades chilenas 2020.	107
Tabla 9. Pregrado en diseño y sostenibilidad Universidades chilenas 2020.....	109
Tabla 10. Frecuencia valoración contenidos m. ambientales y estrategias docentes.....	112
Tabla 11. Categorías para separación inicial de unidad de análisis.....	124
Tabla 12. Tipologías de materiales obtenidos de un RAEE.	124
Tabla 13. Peligrosidad de material según Reglamento manejo de res. Peligrosos.	126
Tabla 14. Clasificación de material según capacidad de reciclaje.	127
Tabla 15. Matriz de constatación y registro de indicadores según equipo.	129
Tabla 16. Polímeros y fracción de masa del total en equipos analizados.	130
Tabla 17. Resumen caracterización RAEE, electrodomésticos domiciliarios.....	131
Tabla 18. Reconocimiento y balance de E y E.	142
Tabla 19. Definición de criterios de reciclabilidad.	143
Tabla 20. Propuestas de medidas y mejoras para E y E.	144
Tabla 21. Matriz de ponderación y evaluación de conceptos de diseño.....	146
Tabla 22. Matriz MML para la planificación del proyecto. A1.	164
Tabla 23. Matriz de caracterización del producto. B1.	167
Tabla 24. Matriz de impacto ambiental del material C1. y criterios de evaluación.	169

Tabla 25. Matriz de impacto ambiental y consumo de energía. C2.	171
Tabla 26. Matriz de indicadores funcionales. C3. y criterios para su evaluación.....	172
Tabla 27. Matriz de evaluación recuperabilidad. C4. y criterios para su evaluación.....	174
Tabla 28. Matriz ponderación indicadores y estrategias de ecodiseño. D1.....	176
Tabla 29. Matriz de diagnóstico y escenario de posibles mejoras. D2.....	177
Tabla 30. Matriz de selección de propuestas de diseño. D3.	179

Índice de Gráficos

Gráfico 1. Características de sostenibilidad declaradas por Pymes chilenas.....	84
Gráfico 2. Valoración de dominio de conceptos medioambientales.	110
Gráfico 3. Modalidad de asimilación de conceptos medioambientales.	111
Gráfico 4. Modalidad de aplicación de conceptos medioambientales.	111

Abstract

The present work delves into the environmental issues and explores the possibilities for the implementation of circular practices, specifically linked to the projective didactics of design. This work serves as a response to the responsibility inherent in the discipline, concerning environmental issues and the peremptory need to find efficient and agile ways to address design projects under sustainable requirements. These approaches are particularly aimed at direct integration into university professional education and, concurrently, into the professional practice of designers within companies, with a specific emphasis on those categorized as small and medium-size enterprises.

The obtained results have allowed for the development of a comprehensive overview for the identification and characterization of the context of interest. Such as the current conditions to advance procedural proposals facilitating decision-making in design solutions aligned with the requirements established by current environmental regulations. This has resulted in the formulation of an instructional application that embraces the methodology and tools of eco-design but from a simplified perspective. This model aims to contribute to the development of executive procedures that define strategies for environmental improvement.

The research conclusions ultimately demonstrated effective implementation in design cases, considering them as assignments intended for the preliminary validation of the model. In pursuit of this objective, the trial was conducted in undergraduate university programs related to design and engineering, as well as in collaborative projects directly commissioned by regional manufacturing companies.

Nevertheless, the proposal could still be regarded as an initial version, thus creating room for ongoing evaluations and enhancements. Finally, it awaits the definitive implementation of this instrument within the university educational context and the productive business sphere.

Key words

Industrial Design; Circular Economy; Ecodesign; Design Education; Methodology; Environmental indicator

Resum

La present tesi, va permetre indagar sobre la problemàtica ambiental i les possibilitats per a la implantació de pràctiques circulars, vinculades específicament amb la didàctica projectual de disseny. Este treball, com una resposta a la responsabilitat que li ha cabut a la disciplina, respecte de la problemàtica mediambiental i la peremptòria necessitat de trobar formes eficients i àgils per a poder abordar projectes de disseny, sota requeriments sostenibles. I estes, dirigides en particular per a ser incorporades de manera directa a la formació professional universitària, així com, en la praxi professional del dissenyador a l'interior de les empreses, i amb especial èmfasi en les quals es definixen com de petit i mitjana grandària.

Els resultats que s'han pogut obtindre, van permetre alçar un panorama general a mode d'identificació i caracterització del context d'interés. Tal com, de les condicions presents per a aconseguir avançar en propostes procedimentals que faciliten la presa de decisió en solucions de disseny, alineades amb els requisits establits per la institucionalitat ambiental vigent. Aconseguint-se a partir d'això, el plantejament d'un model d'aplicació didàctica, que considera la metodologia i eines de l'ecodisseny però des d'una perspectiva simplificada. Per a poder amb-tribuir d'esta manera, amb procediments executius que definisquen estratègies destina-dones a la millora ambiental.

Les conclusions de la investigació van evidenciar finalment una execució efectiva en casos de disseny, assumits estos, com a encàrrecs destinats a la validació *pre-liminar del model. Considerant-se per a tal efecte, l'assaig en carreres universitàries de pregrau relacionades amb disseny i Enginyeria, així com, en projectes de tipus col·laboratiu, sol·licitats directament per empreses regionals de manufactura.

No obstant això allò, la proposta va poder estimar-se encara com una versió de caràcter inicial, obrint-se així, un espai per a contínues avaluacions i millores per a esta. Quedant finalment a l'espera, d'una implantació definitiva d'este instrument en el context formatiu universitari i en l'àmbit productiu-empresarial.

Paraules clau

Disseny Industrial; Economia Circular; Ecodisseny; Educació en Disseny; Metodologia; Indicador Ambiental.

Resumen

La presente tesis, permitió indagar acerca de la problemática ambiental y las posibilidades para la implantación de prácticas circulares, vinculadas específicamente con la didáctica proyectual de diseño. Dicho trabajo, como una respuesta a la responsabilidad que le ha cabido a la disciplina, respecto de la problemática medioambiental y la perentoria necesidad de encontrar formas eficientes y ágiles para poder abordar proyectos de diseño, bajo requerimientos sostenibles. Y estas, dirigidas en particular para ser incorporadas de forma directa a la formación profesional universitaria, así como, en la praxis profesional del diseñador al interior de las empresas, y con especial énfasis en las que se definen como de pequeño y mediano tamaño.

Los resultados que se han podido obtener, permitieron levantar un panorama general a modo de identificación y caracterización del contexto de interés. Tal como, de las condiciones presentes para conseguir avanzar en propuestas procedimentales que faciliten la toma de decisión en soluciones de diseño, alineadas con los requisitos establecidos por la institucionalidad ambiental vigente. Lográndose a partir de esto, el planteamiento de un modelo de aplicación didáctica, que considera la metodología y herramientas del ecodiseño, pero desde una perspectiva simplificada. Para poder contribuir de esta forma, con procedimientos ejecutivos que definan estrategias destinadas a la mejora ambiental.

Las conclusiones de la investigación evidenciaron finalmente una ejecución efectiva en casos de diseño, asumidos estos, como encargos destinados a la validación preliminar del modelo. Considerándose para tal efecto, el ensayo en carreras universitarias de pregrado relacionadas con diseño e ingeniería, así como, en proyectos de tipo colaborativo, solicitados directamente por empresas regionales de manufactura.

No obstante, aquello, la propuesta pudo estimarse aún como una versión de carácter inicial, abriéndose así, un espacio para continuas evaluaciones y mejoras para la misma. Quedando finalmente a la espera, de una implantación definitiva de dicho instrumento en el contexto formativo universitario y en el ámbito productivo-empresarial.

Palabras clave

Diseño Industrial; Economía Circular; Ecodiseño; Educación en Diseño; Metodología; Indicador ambiental

Introducción

1.1. Área de estudio y aspectos generales

La realidad ambiental del planeta en la actualidad fluctúa entre la razonable incertidumbre respecto de la disponibilidad futura de los recursos naturales finitos, la contaminación indiscriminada de los sistemas ecológicos y la incapacidad, por tanto, de hacerse cargo de los desechos que una incesante producción industrial, finalmente termina por generar. Dicha situación, ya en la década de los sesenta comienza a avizorarse como un problema serio a tener en cuenta (Carson, 2016), obteniendo de manera creciente la atención mundial para lograr posicionar en la actualidad, un robusto cuestionamiento acerca de las evidentes consecuencias del ciclo producción-consumo. Así como, de la necesidad urgente de poder encontrar soluciones realmente efectivas, para resolver las cada vez más complejas problemáticas derivadas del intrincado fenómeno anterior. (Sandoval et al, 2017).

La declaración de Río de Janeiro sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (UNCED, siglas en inglés), en el año 1992 logra posicionar dicha cuestión como una temática de carácter económico-empresarial, acuñando de este modo el concepto de Desarrollo Sostenible (WCED,1987). Centrando su eje principalmente en el bienestar del ser humano, su armonía con la naturaleza y la vinculación indefectible entre crecimiento y protección del medio ambiente (ONU,1992). Dicha idea, se entiende posteriormente como una nueva manera de procesar el vínculo existente entre la perspectiva económica y productiva. En donde se establece un cambio de paradigma filosófico proyectivo que va más allá de un movimiento de carácter ecológico, sino que muy por lo contrario

asume más bien un modelo de negocio de tipo bucle cerrado, cimentando las bases de lo que se entiende por economía circular, EC (F.E. Mc Arthur, 2015).

El rol del diseño debió aceptar así, que su trabajo se extendía más allá de la resolución cerrada del producto, pensada tan sólo en la consideración de la eficiencia industrial y funcional, o bien, hasta que la vida útil del mismo se diera por concluida (Dowie y Simon, 1994). Pasando a constituirse más bien, en un valioso actor tendiente a propiciar la articulación armoniosa entre todas las variables funcionales y productivas, así como, de los diversos escenarios socioculturales y ambientales presentes (Manzini, 1996). Lo anterior puede corroborarse en tres importantes exposiciones entre los años 1985 y 1991, que dan testimonio de este nuevo vínculo entre el diseño verde y la participación de las empresas: *The green Designer* en 1986; *More from less* de 1990; *Green Design: Beyond the Bandwagon* en 1990 (Madge, 1997). Así, el diseño, finalmente empieza a hacerse cargo de una manera más social de su responsabilidad, cambiando el foco hacia los escenarios cotidianos y dentro de una lógica de la innovación para el desarrollo, pero priorizando el estado de bienestar colectivo (Manzini y Bigués, 2000).

El ecodiseño aparece como una respuesta metodológica y un camino proyectual para la concepción de productos y servicios. Que en su perspectiva teórica y posterior aplicación, terminaría eventualmente por ocuparse de una optimización mucho más racional de los recursos disponibles (económicos y naturales) para el ciclo productivo, así como también procurar un reintegro efectivo de estos, a los distintos ecosistemas minimizando así las externalidades como resultado de los residuos generados al final de su vida útil. Esta metodología, comenzó a gestarse en Europa durante la década de los noventa y en su implementación ha saludado el desarrollo de distintas normativas, reglamentos y exigencias que dicha comunidad actualmente exige a una vasta clase de procesos, así como el resultado de estos mismos convertidos finalmente en productos. Permitiendo así, de manera preventiva la disminución de los impactos ambientales, pero también la obtención de apreciables beneficios económicos y competitivos en toda la cadena de valor productiva (Cerdá y Khalilova, 2016). Por lo que es en este momento, una de las principales metodologías consideradas en los países desarrollados para la reducción o evitar la generación de residuos, ya que transforma los pasos necesarios para su cumplimiento, en un beneficio económico para las empresas. Haciendo que la rentabilidad ambiental se traduzca directamente en disminución de costos y en significantes aportes a la competitividad (Suppen y van Hoof, 2007).

En este sentido, el aprovechamiento innovador de las materias primas – con énfasis, por cierto, en las que se encuentran a la mano – y la eficiencia productiva (en pos de la eliminación de residuos), se convierten en una apuesta por la economía territorial, disminuyendo así los costos y la contaminación generada por el transporte desde zonas geográficas lejanas (Pauli, 2010). En consecuencia, los ecosistemas sostenibles supondrían por tanto una asociación entre ser humano y naturaleza, en busca de un mutuo beneficio. La visión ecoeficiente, aparece por tanto como una respuesta a la necesidad creciente de proveer intervenciones (de manejo productivo) en condiciones reguladas o semi reguladas, con el fin de rectificar una o varias dinámicas bióticas, o físico químicas

del ambiente, de manera favorable para la sostenibilidad de los recursos, pero a la vez compatible con la conservación de los equilibrios ecológicos o del potencial adaptativo del propio ecosistema intervenido (Mitsch y Jørgensen, 2003).

La experiencia lograda en los países de mayor industrialización respecto de dicho concepto ha logrado transformar el cumplimiento progresivo de las distintas normativas ambientales requeridas, en eficaces acciones para su cumplimiento, pero con evidentes beneficios para las empresas incumbentes. Confirmando, por tanto, que la rentabilidad ambiental obtenida, es factible traducirla directamente como un aporte real a la competitividad (García et al. 2020). En ese sentido, y coincidiendo con la idea de la eficiencia ambiental, el análisis del ciclo de vida (ACV) de los flujos de materia y energía de un producto-proceso, se va posicionando como la principal herramienta para proceder con la optimización ambiental de toda la cadena de valor (empresa, proveedores, distribuidores y usuarios), y su correcta planificación con miras a un desarrollo sostenible efectivo.

El escenario que se consigna, sin duda que cuenta con una nutrida trayectoria mundial respecto de metodologías y procedimientos de ecodiseño para ser implementados en el sector productivo, y con especial énfasis en el desarrollo de productos (IHOBE, 2000; Wimmer y Züst, 2001; Gertsakis, 2001; Wenzel y Alting, 1999). Sin embargo, aún parecen no ser del todo ágiles para facilitar su aplicación en términos prácticos. Sobre todo, si se piensa en el camino a recorrer para su real puesta en marcha en economías todavía en desarrollo. Así como también, en los respectivos sectores productivos que se encuentran en proceso de afianzamiento y con la urgente necesidad de ser asistidos para poder avanzar en el cumplimiento de los distintos requerimientos medioambientales. Por lo que tal circunstancia, debiera ser valorada con la intención de proceder sin dilación en la formulación de mejoras relevantes – o al menos, ser considerada motivo de estudio – en términos de como fomentar la aplicación guiada del ecodiseño en el sector empresarial (Manzano, 2022). Siendo esto, un punto del todo significativo y ponderado como de alto interés, para ser asumido en trabajos de investigación en torno a dicha temática.

1.2. Justificación de la Investigación

La realidad actual que vive Europa en torno al ecodiseño no tiene un correlato equivalente en la mayor parte de Latinoamérica. Chile, por tanto, decidió asumir de manera excepcional un relevante rol dentro de los países pioneros en la región, para el desarrollo, aplicación e implantación de esta metodología. Estableciéndola – aunque de modo incipiente y en ámbitos muy acotados – a partir de la denominada ley REP 20.920 (responsabilidad extendida al productor, 2016) y considerada principalmente en un inicio, solamente al área de envases y embalajes, E y E (Molina, 2018). Así mismo, en temas de normativa ha sido igualmente reconocido como el primer país en homologar la norma ISO 14006 (NCh ISO 14006, 2013), que basada en la norma española UNE 150301 pro-

mueve como objetivo principal la implantación de los sistemas de gestión ambiental y el establecimiento de directrices para la incorporación cierta del ecodiseño.

Aun así y considerando dichas iniciativas, el conocimiento ampliado y la aplicación del concepto de ecodiseño todavía ha mantenido niveles exigüos en términos de impacto. Circunscribiéndose básicamente a un manejo del todo acotado en ciertos círculos del quehacer académico universitario o bien en determinados sectores empresariales, considerados prácticamente de avanzada. Lo que, analizado desde la perspectiva formativa y a partir de una aspiración legítima del país para posicionarse como nación de EC, termina evidenciando una peligrosa zona de incertidumbre, de la cuál es dable comenzar a pronunciarse. Por lo que sería esperable – cuando menos – que dicha tarea sea relevada y asumida en concordancia con paradigmas claros y modelos objetivos de difusión-enseñanza. Los cuales sean factibles de ser alineados con un cada vez más necesario reconocimiento, de la delicada realidad medio ambiental, en la que el planeta se encuentra actualmente (UNESCO, 2012).

En vista de lo anterior, es factible, por tanto, deducir que el conocimiento y la divulgación respecto del tema, en el mejor de los casos puede ser considerada todavía como insuficiente. Sobre todo, si es entendida como base fundamental de ciertas competencias profesionales, propias de labores con marcado perfil proyectual o insertas al menos dentro del ciclo económico-productivo. De esta manera, la indagación profunda en bases teóricas de conocimiento ligadas al ecodiseño es una tarea que la investigación a proponer debe decidirse a plantear. Estimándose, que se torna relevante hacerse cargo tanto del análisis y estudio de las diversas visiones que giran en torno al problema medioambiental, así como, de las necesidades coyunturales devenidas del entendimiento o integración de estas mismas. Permitiendo en consecuencia, la implantación de una didáctica proyectual con vocación ecoeficiente (Leal, J. 2005), factible de ser asumida y aplicada como instrumento válido para los distintos programas dirigidos a la formación profesional. Así como también, de la lógica vinculación y traspaso de dichos conceptos hacia el mundo empresarial, mediante la integración de esta mirada sistémico ambiental, a sus prácticas habituales o bien, a la innovación en productos.

1.3. Hipótesis

Debido a los argumentos ya planteados, se ha procedido a levantar una hipótesis, como un modo de establecer un lineamiento que permita una guía efectiva de dicha investigación y a partir de esta premisa, poder ir validando el desarrollo de la misma. Así mismo, se ha decidido plantear ciertas interrogantes que faciliten el seguimiento de avance de ciertos aspectos complementarios, tendientes a ayudar en la evaluación progresiva de su resolución a lo largo del trabajo de tesis.

1.3.1. Hipótesis general

El diseño dentro de un modelo económico circular y regenerativo, supone una gran oportunidad en el ámbito académico y empresarial. Por lo que la preparación estratégica de todos sus actores para dicho escenario permitirá la correcta y oportuna toma de decisiones en todas las fases asociadas a productos sostenibles.

1.3.1.1. Interrogantes aplicables a la Investigación

- ¿Es dable considerar que la cuestión de la sostenibilidad ambiental se establezca como una lógica de pensamiento, de absoluta urgencia para ser difundido e incorporado en el ámbito social, académico y empresarial chileno, toda vez que es considerado como parte fundamental para un potencial desarrollo económico?
- ¿Es posible la implementación de prácticas proyectuales con énfasis ambiental y territorialmente apropiadas, como impulsoras de la innovación, competitividad, la eficiencia y la rentabilidad empresarial dentro de una visión económica y productiva con una marcada lógica circular?
- ¿Resulta razonable que las compañías desarrolladoras de productos y servicios deban a corto plazo priorizar de manera sistémica e integral sus procesos productivos con miras a la obtención de soluciones ambientalmente eficientes en todo su ciclo de vida?
- ¿Es factible la implantación a nivel nacional del concepto y metodologías de ecodiseño a partir de instrumentos de aplicación simplificada, como un modo de ampliar su difusión e implementación por parte de los distintos profesionales de área, las instituciones de formación e investigación, así como al interior del sector empresarial?

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Sistematizar desde una perspectiva circular y ecoeficiente la planeación de productos, mediante la propuesta de un modelo evaluativo-procedimental, orientado a la práctica didáctica en programas, carreras y actividades proyectuales en general.

1.4.2. Objetivos específicos

- a) Guiar la selección de las distintas corrientes de pensamiento, métodos y herramientas, factibles de ser aplicadas en el trabajo proyectual con lógica sos-

tenible, mediante la ejecución y ponderación de un estado del arte dirigido al ámbito en cuestión.

- b) Caracterizar las habilidades cognitivas requeridas, en función del cotejo de las necesidades y requerimientos de aprendizaje medioambiental que plantea la contingencia. Identificando para tal efecto, referencias metodológicas y modelos ya aplicados, considerando para aquellos fuentes de primera mano: perfiles formativos en escuelas y universidades; programas de formación de posgrado y de perfeccionamiento para la empresa; y finalmente actividades proyectuales desarrolladas por consultoras, profesionales e investigadores ligadas al desarrollo de productos y servicios.
- c) Establecer un modelo evaluativo a partir de la metodología del ecodiseño, para la planeación de productos circulares. Tomando como referencia ciertas características y requerimientos generales de la empresa chilena, fundamentalmente la pequeña y mediana empresa.
- d) Validar modelo metodológico propuesto, mediante ensayos en investigaciones o estudios de casos, como una forma de testear los alcances de este.
- e) Evaluar el modelo alcanzado, permitiendo su aplicación tanto a experiencias empresariales, como formativas. Estableciendo como prioritarias, acciones de co-creación para la toma de decisiones ecoeficientes, aplicables en la planeación de productos con miras hacia una lógica económica circular.

1.5. Materiales y métodos

Se ha decidido trabajar en base a tres etapas para poder ir abordando la investigación que se propone, para lo cual se han considerado distintos tipos de métodos e instrumentos pertinentes a cada caso (ver tabla 1), los que serán mencionados en detalle y a continuación:

1.5.1. Primera etapa, levantamiento y gestión de la información

La primera parte del estudio se construirá a partir de la elaboración del estado del arte del tema a partir de una búsqueda sistemática y estratégica de información en distintas fuentes y bases de datos. Para lo anterior, se ha procedido con una revisión literaria de una serie de artículos científicos y libros relacionados con el área y tema propuesto, los cuales han podido ser clasificados en razón de su contenido y nivel de impacto para con la investigación. Dicho trabajo de gestión bibliográfica ha sido ejecutado, mediante la

herramienta informática *Zotero*¹, *software* que permite la administración, organización, elaboración de citas y de la bibliografía referenciada en el documento de tesis, así como, en todos los artículos de investigación desarrollados a partir de dicho trabajo.

Tabla 1. Objetivos específicos y actividades según etapas de investigación. Fuente: desarrollado por el autor

		Actividades		
ETAPAS	1°	-Ejecución estado del arte temática -Revisión bibliográfica -Gestión de la información	A	OBJETIVOS ESPECÍFICOS
		-Estudio de campo en contexto -Procesamiento de datos -Cotejo información -Caracterización perfiles cognitivos	B	
	2°	-Propuestas de modelos e instrumentos -Herramientas preliminares -Aplicación simplificada	C	
		-Retroalimentación a partir de la aplicación de modelos previos -Evaluación preliminar -Exposición de resultados	D	
		-Presentación de resultados a incumbentes -Gestión y evaluación información	D	
	3°	-Definición modelo probable -Traspaso a contexto de referencia -Aplicación con requerimientos reales -Evaluación de resultados -Divulgación de resultados	E	

La metodología de investigación a utilizar en esta instancia se concentra principalmente en el desarrollo de estudios con un enfoque tipo mixto, realizando levantamiento y procesamiento de información a nivel cualitativo y cuantitativo. Para tal efecto, se realizará un análisis de la información empleando paquetes estadísticos pertinentes; específicamente para el procesamiento y cálculo de ciertos datos categóricos obtenidos se ejecutará mediante el software de análisis estadístico *Statgraphics Centurion XVI*² para *Windows*, en conjunto con *Microsoft Excel*. Así mismo, se procederá desde el punto de vista cualitativo, a partir del favorecimiento de una relación cercana con los actores incumbentes. Procediendo a la recogida de información mediante la aplicación de cuestionarios, reuniones y visitas para validación de ciertas premisas previas, como

¹ www.zotero.org

² www.statgraphics.com

también en la facilitación de referencias para la ejecución de requerimientos necesarios a ser considerados en esta primera etapa diagnóstica y como contenido fundamental del primer artículo de investigación consignado en el compendio.

1.5.2. Segunda etapa, ejecución y validación de propuestas

En esta fase, se comenzará con el desarrollo de modelos e instrumentos tendientes a compendiar y dirigir los conceptos obtenidos en la etapa previa. Procediendo con la elaboración de herramientas simplificadas (derivadas del ecodiseño) y de aplicación práctica, factibles de ser integradas en el proceso de enseñanza y aprendizaje en la formación profesional; así como también para poder ser aplicadas en empresas con casos de referencia para la mejora ambiental, mediante la facilitación de diseñadores e ingenieros del área de productos.

Se realizarán entrevistas de manera presencial obtenidas a partir de la organización de *workshops*, asistencia a congresos y conferencias, así como desafíos vinculados con el medio, teniendo como finalidad la recogida de impresiones y datos objetivos respecto del trabajo efectuado. Obteniendo así, retroalimentaciones factibles de ser consideradas en potenciales correcciones de la propuesta.

Los distintos instrumentos desarrollados de manera preliminar serán sometidos a evaluación de profesionales e investigadores en el área, mediante la exposición y publicación de resultados en conferencias, congresos y publicaciones académicas ligadas a la línea de estudio en la cual se trabaja.

1.5.3. Tercera etapa, evaluación final y conclusiones

Se ponderarán y presentarán los resultados obtenidos, en búsqueda de la obtención de datos relevantes a considerar en la definición de modelo final.

Se procederá por tanto, en la concreción para la implementación de los distintos sistemas elaborados y la modalidad de traspaso a las instancias de referencia y asumidas como incumbentes para el proyecto. Lo anterior, mediante desafíos colaborativos con empresas de interés, o bien, *workshops*, que permitan obtener información significativa para la aplicación de diseño orientado y a partir de experiencias co creativas.

A partir de la información ya procesada, se avanzará en la formulación de conclusiones que permitirán la evaluación de los distintos objetivos procedimentales. En especial en los aspectos logrados y no logrados respecto de la efectividad del método para implementar soluciones a nivel de proyectos desde el ecodiseño.

Se divulgarán aspectos derivados del trabajo de tesis, de modo de ser revisados y discutidos por especialistas y profesionales afines a la línea de investigación planteada. Asumiendo dicha instancia, como un modo de levantar orientaciones futuras para nuevos trabajos o bien, complementarias al que finalmente se plantea.

1.6. Estructura general del trabajo de tesis

La estructura o cuerpo general del trabajo de tesis, se ha concebido para su desarrollo, mediante la articulación por compendio de artículos, de acuerdo a las directrices señaladas para la presentación de Tesis doctorales en la Universidad Politécnica de Valencia (UPV), con resultados previamente publicados³. Organizándose en siete partes, las cuales logran enmarcarse en la metodología propuesta previamente y en cada una de las etapas definidas para aquello.

La primera parte, establece aspectos introductorios para el trabajo de investigación. Se comienza por determinar el área en donde se ha de desarrollar el trabajo, procediendo con un análisis crítico para poder avanzar con una visión diagnóstica que logre identificar ciertos desajustes o problemáticas debido al contexto en donde está enmarcada la tesis. Así mismo, se presentan argumentos que justifican el trabajo, validando su impacto y la pertinencia de su consideración en el área consignada. Finalmente, se plantea una premisa a nivel de hipótesis, que facilita la orientación general de la investigación y se fijan los objetivos necesarios para activar procedimentalmente la misma.

La segunda parte se realiza una amplia revisión del área de estudio, delineando un estado del arte que permite la definición de un marco teórico que sustente y dirija el tema central del trabajo de tesis. Estimándose que la temática medioambiental, es una situación de relevancia para el diseño industrial de productos. Por lo que se cree necesario, hacer una valoración especial en la relación entre la actividad proyectual, la relación con el consumismo – como acto social – los modelos económicos productivos y la posibilidad de considerar al desarrollo productivo, dentro de una visión de eficiencia medioambiental. Tributando de esta manera, con las conclusiones generadas, al objetivo específico A.

La tercera parte, corresponde al trabajo de investigación inicial, en donde es factible determinar un escenario actual respecto de la temática y las características más relevantes para proceder con la conducción y orientación de ciertos procedimientos, que han de ser considerados por el modelo en desarrollo. De igual forma, se elaboran aplicaciones metodológicas a nivel de herramientas simplificadas, con el fin de prototipar instrumentos dirigidos al análisis del ciclo de vida y su puesta en práctica respecto de la evaluación preliminar del producto. Con esto, se espera cumplir con los objetivos específicos B y C, además de poder contribuir con información relevante para la confección de un artículo de investigación publicable, iniciando el trabajo de tesis por compendio.

La cuarta parte, está referida la fase de propuestas; la cual pretende avanzar con la definición y desarrollo de la aplicación de procedimientos e instrumentos que conside-

³ Para mayor información, se recomienda la lectura de la Directrices y normativas señaladas por la Universidad, mediante la consulta en el sitio web de la Escuela de Doctorado:
<https://https://www.upv.es/entidades/EDOCTORADO/info/916649normalc.html>

ren la metodología del ecodiseño, como una instancia apropiada para ser empleada en el diseño de productos, bajo requerimientos productivos que contemplen desafíos en la mejora ambiental. Lo anterior, se condice con la necesidad de cumplir con los objetivos C y D, buscando delinear de manera previa algunos protocolos básicos para ser contemplados en el modelo final. Lo que finalmente permite aportar al desarrollo de un segundo y tercer artículo con miras a ser publicado.

En la quinta parte, se aprovechan los datos concluyentes de la fase anterior, para poder ser aplicados en el desarrollo de un modelo que permita ir abordando posteriormente proyectos con un enfoque sistémico. El cual sea factible de ser aplicable en ámbitos formativos, así como, en el contexto de los requisitos propios de la empresa y los establecidos por la normativa medioambiental vigente. De esta manera se pretende cumplir con lo consignado en el objetivo principal, al igual que con los objetivos específicos D y E. Lo anteriormente señalado, se establece como insumo básico para el planteamiento de una didáctica diagnóstica y simplificada en torno al tema. Prospectando su aplicación en distintos proyectos de diseño, así como, en próximas investigaciones factibles de ser presentadas a revistas de la especialidad, avanzando eventualmente en su publicación; concluyendo con este hito el grueso del trabajo de tesis por compendio.

Ya en la parte sexta, se especifican las conclusiones más importantes del trabajo desarrollado, las que hacen posible la ponderación de los resultados obtenidos, en relación a los objetivos que han podido ser planteados. De la misma forma, se responden las interrogantes surgidas a partir de la hipótesis principal que ha orientado la tesis de manera general. Dicha síntesis, facilita el trabajo prospectivo en torno a futuras líneas de investigación, como una instancia natural para ir profundizando en el área de investigación asumida. Se da cumplimiento con esta parte, al objetivo específico último planteado (E).

Finalmente, la séptima parte, se constituye como un complemento informativo del trabajo desarrollado (referencias bibliográficas, anexos y varios), que dan cuenta de todo el material que ha sido utilizado, el que ha podido surgir de manera lógica en el marco y curso natural de la investigación. Ayudando en el cabal entendimiento del trabajo, las distintas vías de desarrollo y los esquemas de resolución de este.

A continuación, la figura 1, presenta un resumen gráfico que muestra las distintas fases propuestas y las diferentes acciones a desarrollar, en el transcurso del trabajo de tesis:

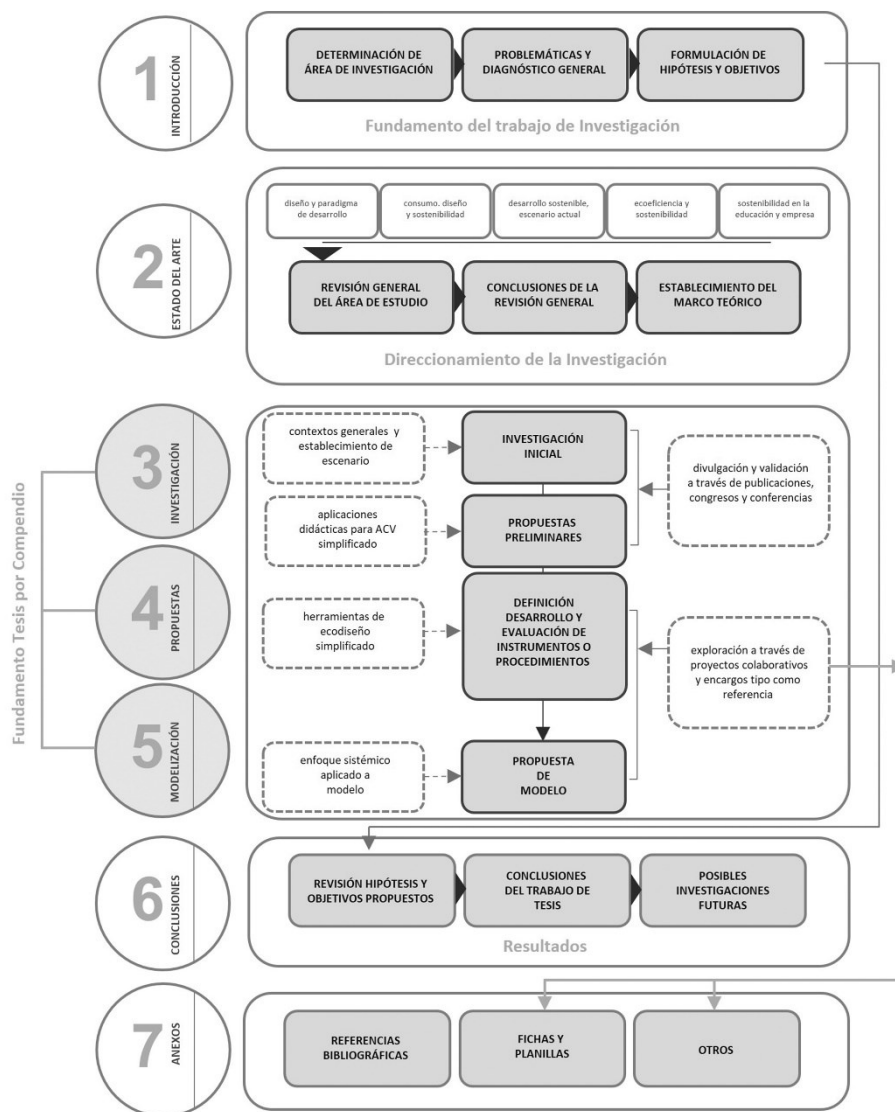


Figura 1. Estructura general del trabajo de tesis. Fuente: desarrollado por el autor

2

Estado del arte

2.1. Paradigmas productivos y Modelos de consumo

La revolución Industrial como modelo productivo comienza a vislumbrarse en Inglaterra ya en la segunda mitad del siglo XVIII (1750-1780), explicando dicho proceso según Landes (1979) como "(...) al complejo de innovaciones tecnológicas que, al sustituir la habilidad humana por la maquinaria y la fuerza humana y animal por la energía mecánica, provoca el paso desde la producción artesana a la fabril, dando así lugar al nacimiento de la economía moderna" (p.15). Según lo anterior es posible entender que se comienza a dar así, un paso desde la concepción del trabajo artesano, producto expresamente de talleres con carácter individual, a una división completa entre los medios productivos y la mano de obra representada por los trabajadores. Terminando por propiciar evidentes cambios desde la perspectiva económica, cultural y en consecuencia desde el punto de vista social (figura 2).

La nueva óptica fabril y su implementación a través de la industria, propuso variaciones que a partir de una nueva forma para producir y organizar la mano de obra, llevaron necesariamente a lo que Coriat y Figueria (1982) denominan como "producción en masa" (p.2). Lo que se convierte en el punto de inicio para la implantación de un nuevo paradigma en la monopolización de los capitales, gracias al reemplazo del obrero de oficio, tradicional y de estirpe, por el obrero prácticamente sin preparación. Siendo los sistemas de organización del trabajo como el taylorismo (siglo XIX) y el fordismo (siglo XX) los que terminaron por establecer las bases para una operativización extrema de la

faena, concentración en las fábricas de la mano de obra, un mayor control, división del trabajo y una optimización estricta del tiempo aplicado para aquello.

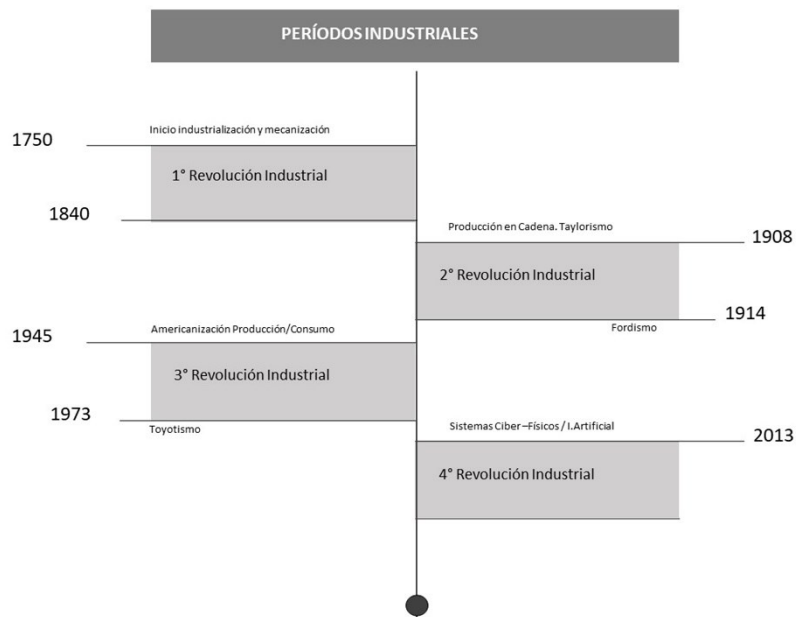


Figura 2. Industrialización y modelos productivos. Fuente: desarrollado por el autor

El taylorismo, llamado así por los principios señalados por el ingeniero y economista norteamericano Frederick Taylor (1856-1915) y también considerado como el prelude de la Segunda Revolución Industrial, sugiere una orgánica de fraccionamiento en las etapas del proceso productivo. Generando un método de organización industrial, cuyo fin era aumentar la productividad y evitar el dominio que el obrero individualmente podría tener en los tiempos de producción (figura 3). Implantando de este modo, procedimientos que permitieran controlar estrictamente la faena al interior de las fábricas, restringiendo la nociva inactividad que pudiera corresponderle al operario. Dicho concepto del trabajo logró reducir los costos y optimizó científicamente la producción, obteniendo un crecimiento en la denominada administración de la calidad, estableciendo por tanto nuevos estándares a seguir. No obstante, el peso del oneroso trabajo y el escaso salario recibido por la fuerza laboral hicieron necesaria la reformulación de este sistema de producción (Aguirre Rojas, 2008; Buitrago, 2020).

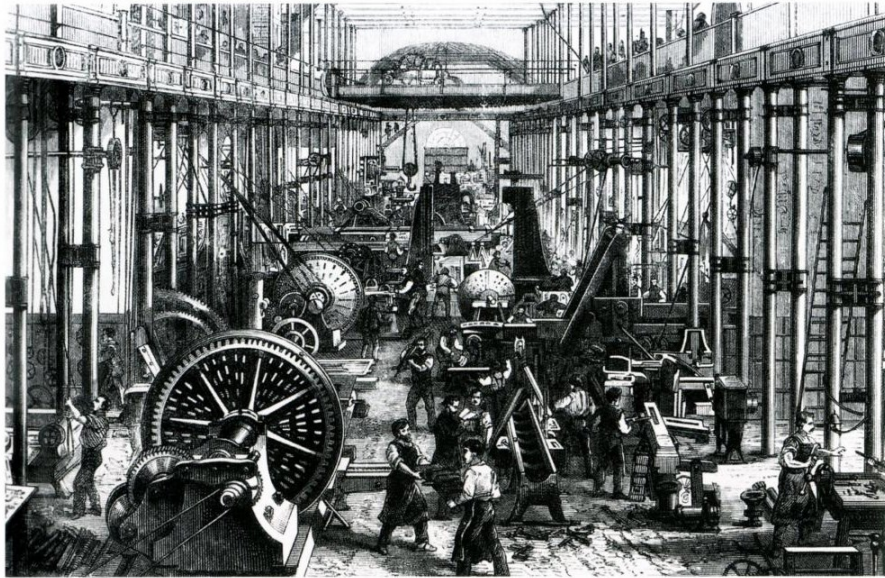


Figura 3. El Panóptico productivo taylorista, planificación en planta y su relación con los mecanismos de control para la producción industrial. Fuente: imagen capturada desde www.aulafacil.com

El fordismo (sistema productivo propuesto por Henry Ford para hacer posible la manufactura del automóvil Ford T en el año 1908) por su parte vino a promover la especialización del trabajo, modificar la visión industrial vigente y avanzar en la minimización de los costos. Siendo la cadena de montaje en la industria (figura 4), la gran promotora de la producción de mercancías en grandes series generando nuevas condiciones productivas, donde la estandarización empieza a convertirse en la norma general a considerar (Degen, 2011). Dicho modelo exige la presencia de maquinaria especializada en una sola operación, el transporte y la producción en cadena para poder obtener una gran velocidad productiva, abriendo paso de esta manera, a la producción en serie (Watson, 2019). Lo anterior aparece además como una variación remedial al taylorismo, haciéndose cargo de la intensidad del trabajo asumida por el obrero, otorgándole a modo de inversión, el pago de altos salarios en pos de aumentar su poder adquisitivo. Permitiendo, por un lado, una adecuación tácita y aceptada por parte de los trabajadores a esta nueva organización laboral; y así mismo – en la medida que su aumento salarial permitiese acceder a los bienes por ellos mismos producidos – ir transformando al

obrero en un potencial consumidor. Sentando por tanto las bases de lo que en la actualidad se denomina producción y consumo en masa (Trejo, 2010).

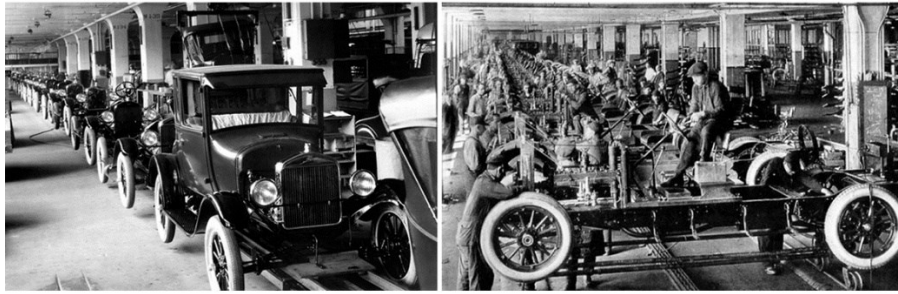


Figura 4. La producción en serie al interior de la compañía Ford para su modelo Ford T.

Fuente: imagen capturada desde www.diagonalperiodico.net

Del sistema de producción seriado, característica primordial del denominado fordismo, se comienza a dar un salto a un esquema productivo que tiende a enfatizar la especialización. Esto gracias al advenimiento de las tecnologías de la información, que permitieron aplicar una visión más flexible al sistema productivo. Debiendo su crecimiento, al acento establecido por la gestión en general y la perspectiva organizativa (Lanz et al., 2013). Surge entonces el posfordismo o también llamado toyotismo (esquema productivo originado en Japón, haciendo referencia a la empresa Toyota como iniciadora de este), instaurando la superación de la faena mecanicista individual y especializada, por una visión, en donde el trabajador multi operativo es la clave para una continua adaptación productiva, alineada con las necesidades reales de las demandas de mercado (figura 5). Por lo que, para lograr dicho desafío, la filosofía que se asume por sus colaboradores es uno de los grandes logros del Sistema Toyota de Producción (STP).

Haciendo partícipe a los trabajadores de los objetivos de la empresa y comprometerlos así, con las continuas mejoras abordadas a partir de la constitución del concepto de equipo, en aras de la obtención de la calidad del producto y sus indicadores asociados. Es el dispositivo *Just in time* (Justo a tiempo) el que logra adaptar por tanto la producción a la variabilidad del mercado, minimizando el bodegaje y aplicando prácticamente el concepto del *stock 0* (para no inmovilizar capital), asegurándose así, de producir solamente lo que es demandado y lo que ya está vendido. No obstante, esta flexibilidad no sería posible tan sólo con la anuencia de una cultura laboral de colaboradores involucrados, sino que precisa una agilidad que sólo es producto de la minimización de la fábrica clásica. Eliminando, desconcentrando la producción y tercerizando actividades, incluso las que tradicionalmente se desarrollaban dentro de la fábrica, pero podrían significar atascos innecesarios (Ohno, 2017).



Figura 5. Flexibilización en planta y multifuncionalidad productiva del Sistema Toyota de Producción (STP). Fuente: imágenes capturadas desde www.nbcnews.com ; www.thenewswheel.com

El giro al modelo japonés de la producción y por ende del mercado, se vio fortalecido básicamente según Hanan (2013) por la copia en primera instancia, y un giro de la demanda, que valorizó en mayor grado los aspectos de atractivo formal en perjuicio de los valores funcionales. En este sentido, el advenimiento de la denominada tecnología de la información y el impulso creciente de las personas por poder diferenciarse, han impulsado según lo expuesto por Hanan a la búsqueda de productos cada vez menos comunes, pasando según Toffler (1997, citado en Paltrinieri y Esposti, 2013) desde un consumo en masa (consumismo) a un consumo diversificado (prosumerismo). Teniendo como base, una suerte de obsolescencia programada del consumo, en donde los productos quedan obsoletos no porque dejan de funcionar, sino más bien porque van perdiendo su atractivo para los distintos segmentos de mercado. Así, una sociedad moderna que se caracterizaba por consumir preferentemente en masa pasó a ser una sociedad posmoderna con un consumo menos estandarizado, más diferenciado y segmentado (Haines-Gadd et al., 2018).



Figura 6. Los referentes de Toyota tras su éxito productivo y comercial. Taiichi Ohno diseñador del sistema de producción Justo a Tiempo; Kiichiro Toyoda fundador de Toyota Motor Corporation . Fuente: elaboración del autor a partir de imágenes recuperadas desde www.pinterest.cl ; www.media.toyota.co.uk

2.2. Sociedad y consumo, una visión general

Durante el siglo XX la sociedad experimentó una progresión creciente respecto del fenómeno denominado consumo. Ya en el año 1900 el gasto real por concepto de consumo era unos 1,5 billones de dólares, para pasar en el año 1988 a 24 billones de gasto público y privado. Doblando así el del año 1975 y sextuplicando el declarado en el año 1950 (Venegas, 2011, según UNDP,1998). Para pasar en el año 2006 a un aumento de gasto de 30,5 billones de dólares, un 28% más que el decenio anterior (TWWI, 2010).

De acuerdo con lo anterior, es dable determinar que el sucesivo aumento del consumo posicionado como fenómeno, ha pasado a ser un tema central de estudio que ya no tan sólo está ligado con aspectos de carácter económico, sino también, es factible relacionarlo a una variedad de enfoques en donde el comportamiento social y cultural de las personas, es el punto de inicio para poder establecer un completo análisis. Esto, por considerarse que dicho fenómeno, más que constituirse solamente en una relación funcional con objetos, destinados a satisfacer necesidades de pervivencia Hasyim (2017), es además un acto cargado de significados sociales y culturales. Que tiende a vincular a las personas, haciéndolas expresar identidad y pertenencia, así como también, decretar y reproducir diferencias en torno al estatus (Bauman,2015).

Por un largo tiempo, el consumo fue privilegio de sectores acomodados y este utilizado como mecanismo de diferenciación social. Donde la adquisición de objetos y marcas valoradas socialmente era el instrumento por aplicar, para que sectores privilegiados establecieran una distancia social y simbólica de los sectores más bajos (Baudrillard, 2019). Sin embargo, el consumo se ha masificado en la actualidad, alcanzando día a día a un mayor número de personas, gracias al advenimiento de los denominados créditos de consumo, los créditos a plazo de las grandes tiendas comerciales y la consiguiente

expansión de las tarjetas de crédito. Generando, de la mano con el acceso al consumo, una sensación de bienestar y mejoramiento supuesto de las condiciones vida, en donde dicha ilusión de éxito e inclusión pareciera ser percibida como una efectiva forma de igualdad social. Pero según Moulian (2002) el mecanismo de crédito asociado a la compra, tan sólo “permite realizar una consumación del deseo del consumo sobre la base de un disciplinamiento a posteriori. (...) por lo que, es la puerta de entrada al paraíso del consumo a través del purgatorio del endeudamiento” (p.89). Lo que en consecuencia, necesariamente lleva a cuestionarse si esta supuesta integración, producto del consumo, es tan real como aparenta y si en efecto trae consigo la movilidad social. O más bien, este símbolo aspiracional de acceso a la modernidad se termina por convertir en un mecanismo artificioso, que tan sólo tendería a reproducir y acrecentar la diferenciación social, gracias al empobrecimiento encubierto de los sectores más vulnerables, como resultado del progresivo endeudamiento.

2.3. Consumo desde la óptica sociológica

La sociología sostiene que, el acto del consumo no tan sólo es una relación práctica con los objetos, los que traducidos en bienes, permitirían la satisfacción de necesidades para la subsistencia y el bienestar material. Sino también, es una práctica que se encuentra repleta de significaciones sociales, en la cual, es factible expresar distintas connotaciones, ya sea de competencia y diferencia en torno al estatus. Así como, se torna en la representación del sentido de pertenencia colectiva e identificación, en la medida que estos bienes pueden ser efectivamente adquiridos. Por lo que, además de la relevancia que el consumo ha tenido, como un factor vinculante entre la esfera productiva y las causas para su desarrollo, es necesario también, hacer un reconocimiento a su rol eminentemente comunicativo. Más aún, desde la primera categorización dirigida por una lógica productivista, irrumpe la del tipo consumista, en donde, lo gravitante está arraigado en los significados simbólicos del consumo, como espacio de manifestación en torno a la movilidad social, reconocimiento asociado a esto, diferenciación en torno al estatus y finalmente la sensación de gratificación como resultado de lo anterior (Bauman, 2017).

2.3.1. Desde la sociedad productivista a la consumista

Se está en una era, en donde el mundo con el que toca relacionarse pareciera estar concebido en su generalidad por el consumo, fenómeno que sin duda alguna es el fin último del proceso productivo. Lo anterior, es entendido como el mecanismo por el cual, los bienes producidos se disponen como un modo para el disfrute de la existencia, creando sucesivas necesidades transformadas en nuevos productos. Las que en consecuencia, serán el punto de partida para la activación de un ciclo continuo, que sin duda es el motor que impulsa a la producción.

Los sujetos insertos en este ciclo, y desenvolviéndose sin cuestionamientos en él, validan una realidad social en donde lo primordial es alinearse con esta falsa moral. La cuál, han de aceptar y reproducir gracias a las nuevas estrategias de *marketing* o mecanismos de moda desarrollados por el sistema. Ya Marx (1867), describía a este mundo (dentro de una matriz productivista), como un mundo enajenado en donde muchas de las necesidades que se manifiestan no son tales, las que más allá de ser una expresión de una necesidad intrínsecamente humana, no son más que especulaciones finalmente. Ante este supuesto, los sujetos se someten a esta fruitiva cadena, al punto de aceptar máximos sacrificios para poder obtener lo que progresivamente se va tornando inaccesible. Adoración objetual que según Harvey (2014) y Rosendal (2019) termina por desarraigar y someter al individuo, en esta dinámica de necesidades enajenadas.

En este sentido, y dentro del actual sistema económico-social, complejo y de una estructura de consumo en etapa madura (Sztulwark, 2020), vale la pena consignar la diferencia existente entre las necesidades humanas (biológicas, afectivas, cognitivas, etc.), sus variaciones a lo largo del tiempo y los medios necesarios para la satisfacción de estas en nuevos escenarios (ver figura 7). Punto clave para lograr entender lo intrincado de este tejido, producto de la dimensión económica, social y política, el cuál al expresarse de manera diferente en cada sociedad y por ende su espacio temporal, termina por condicionar la cantidad y calidad de estos satisfactores de necesidades (mercancías, bienes u objetos) y las posibilidades presentes para su acceso (Max-Neef et al., 1994).

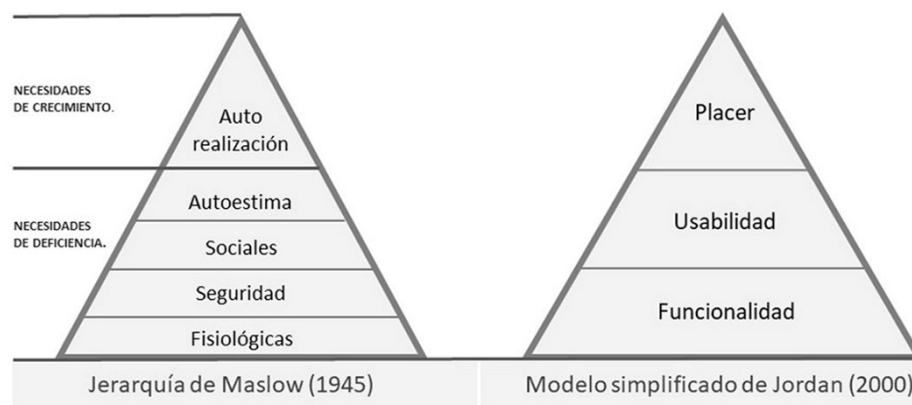


Figura 7. Enfoques para la jerarquización de las necesidades humanas y su variación en el tiempo. Fuente: elaboración del autor según Zhang y Dong, 2009.

Marx, establece una diferencia entre las reales necesidades del hombre y las necesidades artificialmente gatilladas, por las cuales este es finalmente cautivado. El que, en una suerte de adoración hacia las cosas, es presa de una sensación de soledad y aislamiento respecto de los demás y por ende del entorno que le rodea. Sometiéndose, en esta dinámica vertiginosa de necesidades, a ser transformado en un ser mental y físicamente deshumanizado; al que, según el autor, no cabría más que definirlo como hombre mercancía; el que, en su individual decisión, asume la relación con el mundo exterior, en la medida que lo posee, lo consume y lo usa.

Los individuos, por tanto, son funcionales a lo que la cadena productiva les propone, los que son empujados a consumir por sobre lo que puedan necesitar, para mantener una continua oferta de bienes y servicios. Por lo que la necesidad de compra relacionada con los objetos, no se presenta necesariamente por su utilidad real o necesidad verdadera. La valoración de estos, según Bonsiepe (1978), está dada por el valor de cambio (valor de mercado) por sobre el valor de uso (utilidad real). El cual es asumido de manera prioritaria, determinando así, lo que Marx señala finalmente como fetichismo de la mercancía:

(...) la forma de la madera, por ejemplo, cambia al convertirla en una mesa. No obstante, la mesa sigue siendo madera, sigue siendo un objeto físico vulgar y corriente. Pero cuando la mesa empieza a comportarse como mercancía se convierte en un objeto físicamente metafísico (Marx, 1867/1976, p.47).

En consecuencia, la particular relación estimada entre sujeto y objeto no proviene de su valor de uso o valor exclusivamente material, sino de su valor de cambio, el cual, se establece de acuerdo a las convenciones colectivas en un determinado tiempo. De esta manera, el fetichismo de la mercancía es inseparable del paradigma de producción de mercancías que es inherente a una economía de tipo burgués (Venegas, 2011).

Ya a fines de los años veinte del siglo pasado, el concepto de socialización forzada del trabajo según Baudrillard (2019), se vio debilitado, desembocando a la postre en una fuerte crisis del sistema económico. Lo cual, va estableciendo una grieta en torno al propósito esencial, limitado solamente al factor productivo. Se abre forzosamente una zona – según el autor – para encontrar alternativas que procuraran la sustentabilidad del sistema. Para lo cual el consumo, aparece como un elemento clave de salvación, siendo entendido además, como una fuente de retribución al esfuerzo. “(...) ahora la gente se moviliza como consumidora; sus necesidades se hacen tan esenciales como su fuerza de trabajo” (p.154). Dicha mecánica consigue asegurar la viabilidad económica del modelo ampliando los espacios al consumo y la significación asociada; contribuyendo de acuerdo a lo consignado por Baudrillard con una óptica simbólica y social de los objetos que termina por instalar la denominada moral del consumo.

Por otro lado, esta nueva lógica instalada logra desarticular los verdaderos valores y virtudes que sustentaban el espíritu del capitalismo, de los cuales la ética protestante era su pilar fundamental. Se pasa así según Weber (1955), de una valoración del trabajo

(como un valor en sí), a una visión instrumental del mismo; asumido finalmente sólo como un medio para la obtención de bienes materiales. Siendo esta lógica instrumental, junto a la determinada por la racionalización tecnológica de la vida, el punto de partida, para despojar al hombre de su libertad de opción, centrándolo únicamente en la preocupación por la riqueza y encerrándolo definitivamente en lo que dicho autor denomina como la jaula de hierro.

2.3.2. Ética del trabajo y consumo

Durante el desarrollo del capitalismo, la ética del trabajo weberiana se impuso como un elemento de motivación, que potenció y ayudó a instaurar dicho sistema. Apoyado en el concepto donde, el trabajo era la principal herramienta que ayudaba a apreciar, dar sentido y valorar la vida. Según Bauman (1998/2017), la ética del trabajo debía contrarrestar la idea asumida por los obreros tradicionalistas, de sólo solventar las necesidades básicas requeridas. Por lo que, trabajar para obtener más dinero, carecía de un significado especial o de un incentivo mayor, que pudiera definir con mayor fuerza esta suerte de valor vida. Lo que en términos fabriles y productivos, generaba un enorme problema para la imposición y cumplimiento de potenciales tareas que pudieran ser controladas y cuantificadas, al carecer estas, de un efectivo y real sentido para la fuerza de trabajo en cuestión.

Ante los inicios de la época moderna, el ocio y el descanso eran conceptos contrarios a lo que predicaba la ética del trabajo, siendo relegadas estas conductas, a un segmento valórico de una muy baja estimación. Así mismo, Bauman habla de cómo se procuró la negación de cualquier forma de asistencia, como una manera de mantener una existencia precaria en la fuerza laboral, con salarios tan exigüos que comprometían ciertamente la supervivencia. En este sentido la ética del trabajo fue, cuando menos efectiva en una etapa inicial, pues reducía las posibilidades de escoger el modo de vivir por parte de los trabajadores, obligando a las personas a laborar duramente. Se consagra el concepto del empleo universal como esquema a futuro, considerándose, por tanto, que estar desempleado constituía una alteración de lo correcto. Por lo que a la postre, dicha ética se constituyó en la base fundamental para la formación de la sociedad actual mediando entre la fuerza de los agentes del trabajo y la estrecha participación del capital.

2.3.3. Diferenciación, igualdad. Dos enfoques para entender el consumo

En la década de los sesenta, el consumo de masas se hizo necesario para fortalecer y potenciar los procesos de producción, mediante una demanda programada con un consumo de carácter uniforme y completamente homogéneo (Belk, 1986). Lo que para los años setenta, se convierte prácticamente como un medio instrumental para la desconexión con la realidad del hombre y por sobre todo para el control simbólico de masas.

En este sentido, la lógica de consumo no es posible de ser simplificada a un simple ejercicio de satisfacción de necesidades, como puede ser justificada desde la visión económica solamente. Para Baudrillard (2010), la diferencia entre la función económica y la función signo es un elemento para considerar, lo que es fundamental a la hora de tener un enfoque completo en torno al tema. La función económica, pone al objeto desde un rol meramente funcional-técnico, en donde dichos bienes satisfacen solamente necesidades prácticas. A diferencia de la función signo, en donde los objetos y expresamente el consumo, se basan en la valoración simbólica que estos presentan y que son el factor de diferenciación, que a modo de testimonio que puede ostentarse – socialmente hablando – definen toda una escala de valores jerárquicos, factibles de ser asociados. Por lo que es plausible, considerar la vocación que los objetos tienen respecto de la capacidad comunicativa, en términos de poder ser un vehículo de expresión de lo que cada sujeto (al poseerlos) es, o eventualmente puede vislumbrar convertirse.

Así, el enfoque de la diferenciación por signo, que está detrás del fenómeno del consumo, no necesariamente está vinculado con el placer o el goce personal. Sino más bien, se instaura como una institución colectiva y con características coactivas, destinada a dirigir la conducta de los individuos en una suerte de destino social y que, de manera determinista establece de forma positiva o negativa, la correspondencia a tal o cual jerarquía de clase. Baudrillard de esta forma, desmitifica la ideología del consumo como acto de carácter pragmático de un sujeto aislado, sino más bien reafirma dicho acto, como una suerte de sello adquirible que conlleva necesariamente una distinción dentro de un determinado colectivo, gatillado por una pugna y distinción de clases, destinado a poder crear la ilusión de movilidad y aspiración social.



Figura 8. Edward Bernays, campaña para American Tobacco Corporation. Fuente: elaboración del autor según imágenes recuperadas de www.mdmarketingdigital.com; www.elpais.com

Dicha premisa, pareciera robustecerse al analizar la labor desarrollada por el publicista norteamericano de origen austriaco, Edward Bernays (1891-1995). Quién a los comienzos del siglo XX, experimentó con las conductas de consumo, la iconografía cultural y su relación con el concepto de marca (figura 8). Incursionando, de manera persistente y con gran aceptación, por cierto, mucho más allá de las virtudes prácticas de un producto; fundamentando principalmente su trabajo en la tesis de que, un eventual éxito comercial en una determinada audiencia estaría situado en la lectura interesada de los deseos y miedos más profundos, albergados en el ser humano o grupo de sujetos, pertenecientes a un determinado segmento. Vínculo psicológico y cultural aprovechado sin duda en favor del mercado, y que Bernays, justificaba del siguiente modo en su reconocida obra *Propaganda* (1929, citado en Lamme, 2011): “el mero hecho de que la propaganda pueda tener un motivo oculto no excluye la posibilidad de que la finalidad lograda pueda...coincidir con algún gran bien público” (p. 232).

A modo de ejemplo cabe mencionar la campaña de *American Tobacco Company* y su reconocida marca *Lucky Strike*, que ante la pérdida del 50 por ciento de las cuotas de mercado, solicitan a Bernays promocionar el cigarrillo para el público femenino. Instalando la costumbre de fumar, como un efectivo método para bajar de peso, así como, un progresista símbolo de liberación femenina y de provocación al poder masculino. Organizando para tal efecto una manifestación de mujeres fumando en público y avanzando en medio del desfile de Pascua de 1929 en Nueva York (Menéndez, 2019).

Otros casos son, los de las compañías *Betty Crocker* y *The Beech-Nut Packing* (figura 9); la primera, integra la participación simplificada de las dueñas de casa en la preparación de tortas en época de la posguerra –tiempos en que el tiempo comenzaba a escasear– como un modo de minimizar la culpa que estas decían sentir, al momento de tan sólo usar una mezcla seca para tal efecto. Bernays decide por tanto, incorporar a la mezcla, la presencia de un huevo a modo de ingrediente complementario y así hacer pensar a las usuarias que su participación en el proceso de preparación era mayor, minimizando el sentimiento de culpa que les producía cocinar con un producto que requiriera tan poco esfuerzo; en la segunda compañía, Bernays apela a la influencia de un número importantes de médicos estadounidenses (cinco mil aproximadamente), para poder lograr certificar el hecho que, introducir en el desayuno norteamericano proteínas, como los huevos y el tocino, era mucho más saludable que seguir con un desayuno más ligero. Lo que varía la costumbre del café con jugo y tostadas, por uno que prefería el tocino como componente principal, haciendo crecer las ventas de la compañía *The Beech-Nut Packing* como consecuencia y cambiando definitivamente el modo de desayunar de la sociedad estadounidense (Unamuno, 2017; Gregory, 2016).



Figura 9. Edward Bernays, campaña publicitaria para Betty Crocker y The Beech Nut Packing Company. Fuente: elaboración del autor según imágenes recuperadas de www.mdmarketingdigital.com; www.entreelcaosyelorden.com

2.3.4. Individualismo contemporáneo, moda y consumo

La modernidad nace caracterizada por el quiebre y una negación continua de la tradición, en donde esta ruptura con el pasado se ve reflejada en la creación de la obra nueva, que según Lipovetsky (2006), se expresa como un testimonio del negacionismo a un estancamiento cultural y por ende del compromiso con una reinención constante. El autor, pone su análisis respecto de la perspectiva individualista contemporánea y el consumo de masas. Teniendo como iniciadores de estos cambios, a los artistas de la época, quienes en sus afanes transformadores fueron capaces de criticar el estatus quo de las convenciones y las instituciones sociales, rebelándose en contra del espíritu de la sociedad burguesa, para subestimar así el rol del dinero, el trabajo y el racionalismo asceta que la moral protestante proponía.

Lipovetsky asegura que, a partir de los primeros años del siglo XX la burguesía comienza a sufrir ataques cada vez más provocadores y feroces de los artistas renovadores, quienes en constantes críticas cuestionan con el individualismo radical del capitalismo económico y sus implicancias. El surgimiento del consumo de masas de los años veinte en Norteamérica, propicia un cambio de conducta general de la vida común, desde un inicio puritano, hacia una cultura cada vez más apegada al placer, que hasta ese momento sólo era privilegio de una minoría intelectual y vinculada con la práctica del arte. De esta forma, la difusión a escala mayor de bienes considerados como suntuosos, la participación de la publicidad como medio de *marketing*, la moda, los *mass me-*

dia y de sobre manera el acceso al crédito como medio de financiamiento, dan como consecuencia la implantación definitiva del hedonismo como valor, que a la postre se convertiría en el principal promotor del gasto y su asociación con el disfrute máximo de la vida.

De esta manera señalan Lipovetsky et al. (2013), que la ética protestante fue derribada por las consecuencias coordinadas entre la época moderna y el consumo de masas, en donde este último favoreció la singularización de los hombres por sobre la dependencia social. Estimando finalmente que, la búsqueda de la autonomía individual y el deseo de la liberación personal, serían el eje de la condición posmoderna, en donde la moda encuentra caldo de cultivo para imponerse como una manifestación del gusto personal, emulando los modelos presentes e innovadores por sobre los de los antepasados.

El concepto de moda tuvo en un inicio características de distinción y respetabilidad social de los sectores acomodados por sobre las clases inferiores, acercándose según Figueras y Montero (2013), al denominado consumo conspicuo de Veblen⁴. Con Lipovetsky, sin embargo, dicho postulado va perdiendo peso progresivamente como móvil de diferenciación social, cediendo su espacio al favorecimiento de la individualidad, seducción y deseo constante por lo nuevo. Valorándose en la actualidad la novedad, como un valor que permite exhibir la individualidad estética, moderna y cambiante. En donde una sociedad contemporánea dice moverse con la posibilidad de elegir libremente, evitando regirse en función de una legitimidad colectiva anterior y centrándose cada vez más en los deseos personales.

⁴ Thorstein Veblen define al consumo conspicuo como a un tipo de consumo ostentoso, con objetivo de movilidad social del tipo aspiracional, a través de los objetos con énfasis en el lujo. Para profundizar en el concepto, se recomienda revisar el libro *The Theory of the Leisure Class* (1992) del mismo autor.



Figura 10. La moda como elemento de diferenciación social y su relación con el consumo conspicuo. Fuente: www.viajemiamiyorlando.com.

2.4. Diseño, consumo y consumismo

Dentro de una sociedad inserta en una matriz lineal de producción (Cerantola, 2016) y definida en beneficio de dicho modelo como, sociedad de consumo, cabe el cuestionamiento respecto del rol y responsabilidad que asume el diseño como disciplina proyectual, como promotor y fuente de influencia para la consolidación del consumo como motor principal del desarrollo económico.

Según González y Torres (2012) el consumo, puede entenderse en la actualidad como un sistema global que abarca todas las dimensiones de la vida de un ser humano. Involucrando, por tanto, no tan solo a la obvia y simple transacción económica, sino también aspectos identitarios, aspiracionales y emocionales, así como valores socioculturales que dentro de dicha dinámica estructuran la naturaleza de la sociedad. En ese sentido y según señalan los autores, es factible entender que, dentro de esa configuración social de mercado, se despliegan ante los ojos del consumidor, una amplia gama de identidades (traducidas en bienes y servicios) las cuales son factibles de ser seleccionadas a libre disponibilidad y gusto, para ser adquiridas. Determinando mediante este ejercicio, el reconocimiento del estatus social asociado a lo consumido, por el resto de los integrantes de la sociedad.

Para Slater (1997), es necesario saber cuáles son las necesidades comunes que comparten la masa de consumidores, para así, poder determinar la naturaleza de las mercancías que eventualmente podrían satisfacerla. Desprendiéndose de lo anterior, que se tenderá a favorecer la generalidad por sobre la individualidad, como una premisa que, en un engañoso halo de libertad soberana, conduzca a la sociedad en la posibilidad ilusoria de elegir lo que quiera consumir, o bien, en palabras del autor, “La soberanía del Consumo”(p.34).

Lo anterior con una data mayor a un siglo, en donde la cultura ligada al consumo ha podido avanzar en su expansión y desarrollo. Haciéndose evidente en su evolución, según Slater, como es que el diseño y la cultura del consumo han ido estrechando su complicidad. La que, basada principalmente en la inclinación de la cultura del consumo por los signos, imágenes y la publicidad en general, terminan comprometiéndose con una evidente estilización de las mercancías y del contexto circundante.

Por lo que la utilización de la propaganda, los envases, las vitrinas, los puntos de venta y el diseño de productos como actividad, se convierten en válidos instrumentos para la motivación del deseo y la persuasión para la compra, convirtiéndose estas herramientas, en el motor más efectivo para el éxito de lo que el autor califica como capitalismo comercial.

González y Torres sostienen que, la presencia del diseño como factor presente en la diversificación de las mercancías y el fomento del consumo, puede vincularse al establecimiento de lo que se entiende por Modernidad (ver figura 11). Lo cual, en razón a las características de los procesos de industrialización y su relación con los distintos momentos históricos, sería posible de dividir en dos; modernidad temprana y modernidad tardía. La primera aparece de la mano de los albores de la industrialización y el cambio social asociado a la especialización el mundo fabril. Entendiéndose que, para dicho período, el diseño juega un rol relevante en la racionalización de la producción y sobre todo en el embellecimiento de las mercancías. Distinto es lo acaecido en la modernidad tardía, en donde éste, se convertiría en factor primordial para diversificar y diferenciar productos, impulsando la ostentación y el consumo mediante la persuasión publicitaria.

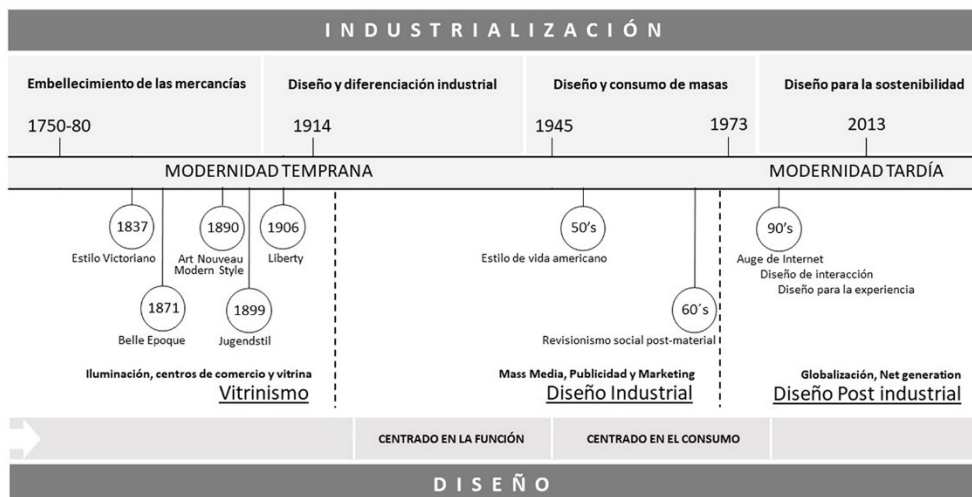


Figura 11. El diseño y su influencia en los distintos períodos de Industrialización. Fuente: desarrollo del autor.

El cambio de siglo encontraría a la primera modernidad enfocada en el crecimiento incipiente de las ciudades, contemplando la aparición de la nueva arquitectura, el mobiliario urbano, vitrinas que exhibían nuevos productos, así como, sistemas de iluminación y transportes que inyectarían un nuevo dinamismo a la vida en la urbe. El diseño, fija su inspiración en la naturaleza, alejándose del estilo victoriano vigente hasta esos días, iniciando la denominada *Belle Epoque*. La cual, luego sería interpretada de manera diversa a través de todo el continente europeo: *Art Nouveau* en Francia y Bélgica; *Jugendstil* en Alemania; *Modern Style* en países anglosajones y el *Liberty* en Italia. Así mismo, el advenimiento de la vida nocturna permitió la aparición de nuevos puntos de ventas y centros de comercio, dando una importancia única a la exhibición en vitrina. Lo que inicia un nuevo oficio – el vitrinista – que es definido como una suerte de artista comercial, que atraparía la atención de las personas, mediante el desarrollo de focos visuales atractivos en ciertos puntos de la ciudad.

Sparke (2011) señala que dicho oficio sería el precursor del creativo que trabajaba al interior de la industria, el cuál en el período intermedio a las dos guerras mundiales, pasa a denominarse diseñador industrial. Éste establecería como su primera estrategia objetiva, el propiciar que los productos desarrollados por la industria tuvieran una identidad propia. Estimando que tal diferenciación, pudiera ser leída como un valor agregado por parte del consumidor, en pos de una suerte de identificación personal con las mercancías, más allá de la simple prestación funcional determinada por las necesidades básicas de la época. Por lo que el diseño para esta primera modernidad según lo ex-

puesto por Sparke, cumplió en consecuencia, un papel fundamental en el desarrollo industrial, la producción seriada y la expansión de mercados. Donde la aplicación de valores estéticos-comunicativos dirigidos a los productos desarrollados, propician en definitiva la implantación exitosa del modelo de consumo.

La Modernidad Tardía referida por Giddens (1995, citado en Svensson, 2011), recibe por tanto a la práctica del consumo como un fenómeno social ya establecido, el cuál vino a consagrarse finalmente luego del término de la segunda guerra mundial. Si bien, previo a esta etapa, Estados Unidos ya influenciaba a los países más ricos de Europa con su estilo ostentoso y aspiracional de consumo, posterior al término del conflicto, la americanización del estilo de vida, según lo expuesto por Niño (2012), pasó a consagrarse como el paradigma cotidiano a seguir para el consumo excesivo de bienes materiales, muchas veces innecesarios. Automóviles, casas y otros objetos se erigen como símbolos representativos de la mejora económica y el nuevo estatus asociado (ver figura 12); trayendo como consecuencia una nueva escala valórica basada principalmente en una estructura atada al consumo como elemento rector (Ivanova, 2011). En donde el diseño, la publicidad y los medios masivos de comunicación (radio, revistas, cine y televisión) contribuyeron según Sparke, a la abundante promoción y difusión de los nuevos estilos de vida ofertados, para poder ser adquiridos por las personas que tuvieran el dinero suficiente para comprarlos. Surgiendo dentro de esta dinámica, una profusa y variada cultura material, derivada de las imágenes y productos de diseño que invadieron el mercado. Extremando así, posiciones (en la década de los sesenta y setentas) que se desplazaban, según Calvera (2010), desde el consumo emergente asociado al diseño popular y muchas veces asociado al mal gusto de las masas, hasta la que enarbolaba el argumento de aspiración cultural reflejado por los valores del buen diseño, como característica determinante de una posición social elitista con visos de modernidad.



Figura 12. Estereotipo del estilo de vida americano y su asociación con el consumo. Fuente: recuperado desde www.triangulomag.files.wordpress.com

Esta segunda modernidad inevitablemente entrará en un proceso de redefinición, poniendo en duda la cultura asociada a los valores tradicionales, el materialismo y la cultura material asociada al consumo. Estableciendo para aquello un período revisionista y reivindicatorio de los derechos, el bienestar de la sociedad civil y de las minorías, un período post material, denominado post modernidad (Piquer y Bartoll, 2018).

Dicha crisis del modelo post industrial, fomentada y acelerada por la diligente labor de estudios de diseño y laboratorios de investigación de consumo durante el capitalismo maduro encontró en estos mismos equipos, la clave para una incomodidad incubada dentro del modelo existente. Significando cambios que, según Papanek (1995), establecerían compromisos éticos de la labor proyectual – asociados al bienestar humano – como un objetivo plausible. Instando en consecuencia, a una mayor sensibilidad del diseño con la temática social y el compromiso ecológico, que muchas veces, la industria solamente asumió mediante la utilización interesada de la publicidad, destinada a blanquear una imagen contaminada por el consumo y todas las externalidades producto de la explotación indiscriminada de los recursos naturales.

El post modernismo se atrevió a desconocer el vínculo con las elites modernas, apelando a un discurso que validaba una cultura material bajo la promesa de la diversidad, pluralismo y democracia. Cultura en donde, la presencia de la masa social como principal protagonista del consumo, aparece tanto en la vida social, así como, de las cuestiones públicas, convirtiéndose en una relevante fuerza demandante de exigencias y mejoras varias. Para Umberto Eco (1984) esto, escondería una paradoja interesante de relevar, estableciendo que, si bien las masas se convertían en una fuerza social poderosa, sus demandas de bienestar seguirían siendo dominadas por los medios de comunicación de masas. Los que al estar en las manos de la clase dominante, restarían validez y autonomía de origen a dicha expresión ; sentenciando, por tanto, que las matrices de la cultura de masas seguirían estando en las manos las de la cultura hegemónica superior (figura 13).



Figura 13. Campañas publicitarias disruptivas y asociación con demandas sociales. Caso WOM Chile 2019/2021. Fuente: desarrollo del autor a partir de imágenes recuperadas en www.latercera.com; www.americaeconomia.com; www.pagina7.cl

En las décadas de los ochentas y los noventas, la comunicación de medios aparece como una importante herramienta para la difusión de los estilos de vida de la clase dominante. Que según la opinión de Bauman (2012), se suma al centro comercial y otros constructos sensoriales, que facilitados por profesiones funcionales al modelo económico, terminan por convencer a la masa consumidora de que el consumo en sí es un producto cultural. Así mismo, con el advenimiento de internet, las posibilidades de consumo (ofrecido ahora de manera virtual) fueron aumentando al ser exhibidas bajo una suerte de escaparate global. Las que necesariamente terminarían por generar ramificaciones impensadas previamente (para el diseño, *marketing* y publicidad), abriéndose así, a la participación en nuevas experiencias comerciales en donde la interacción *on line* (en línea) se corona como la estrategia predominante para la persuasión de un nuevo y complejo consumidor, el consumidor de la generación digital (figura 14). Tapscott (2009, citado por Jones, 2010) los pudo definir como, a los niños pertenecientes a la denominada *Net Generation* (generación de la era digital, nacidos entre 1977-97). De la misma forma, fue capaz de caracterizarlos para su nítida comprensión, según el siguiente relato:

“Por primera vez en la historia, los niños se sienten más cómodos, bien informados y alfabetizados que sus padres con una innovación fundamental para la sociedad. Y es a través del uso de los medios digitales que la Net Generation desarrollará y superpondrá su cultura al resto de la sociedad. *Baby Boomers*, retrocedan. Estos niños ya están aprendiendo, jugando, comunicándose, trabajando y creando comunidades de manera muy diferente a sus padres. Son una fuerza para la transformación social” (Jones, 2010, p.2).



Figura 14. Don Tapscott y su definición de las nuevas generaciones nativas digitales.

Fuente: desarrollo del autor a partir de imágenes recuperadas en www.weforum.org; www.amazon.com; www.nl.123rf.com

El diseño en la posmodernidad, según Blanch y Novik (2006) en su vertiente más comercial, se posicionó como el aliado fundamental para la satisfacción de los gustos y las necesidades sin fronteras, de la experiencia humana de cara al consumo. No obstante, la corriente social del diseño, no se haría esperar como una alternativa cierta a esta visión expansiva de mercado y del consumismo. Bregando, para que ya a finales del siglo veinte (cuando el cuestionado modelo post industrial entra en crisis), los diversos estudios de diseño se abocaran a la identificación de una latente preocupación, que en los días que corren se presenta como una indesmentible realidad: la transformación de la conciencia social, orientada al fomento del equilibrio ecológico y humano del planeta. Surgiendo de esta certeza, una poderosa matriz restauradora que vincula innovación, diseño, empresariado y sostenibilidad (F.E MacArthur, 2015).

2.5. Desarrollo y sostenibilidad. Una perspectiva histórica

El término desarrollo, tiene variados orígenes si es que se decide acercarlo a significados orientados principalmente a lo que se puede entender como progreso y crecimiento. Normalmente, el comienzo de toda teoría que hable de desarrollo encuentra su procedencia en países que han tenido el dominio del sistema económico a nivel global (Europa desde el siglo XVIII, EE. UU. desde mitad del siglo XX) y que han podido exportar de forma interesada el modelo, imponiéndolo como una manera de controlarlo a su beneficio. En este escenario las definiciones de crecimiento y desarrollo se acercan a una visión economicista, estimándose que dicha concepción mecanicista, lineal y utilitarista ligada principalmente a la producción, serían la clave para poder alcanzar el bienestar general de la población, confundiéndose ambas, en torno a ser un instrumento para, o fin en sí mismo (Griffin, 2001). Lo anterior, ha sido el modelo predominante y puede ser explicado en razón de ciertos sucesos históricos, que de manera concomitante lo han ido afianzando durante el tiempo.

2.5.1. Posguerra, inicio del concepto de Desarrollo

Es posible sostener, que el comienzo del concepto de economía del desarrollo surge hasta pasado la Segunda Guerra Mundial. Tiempo en el cuál, Inglaterra y EE. UU., se comprometen en un pacto por la libertad, la seguridad económica y social. En torno al cual se propugna una vía única para el orden mundial, en donde la producción sería la clave para asegurar la paz y la prosperidad global. En dicha contingencia, organismos tales como el Banco Mundial (BM), el Fondo Monetario Internacional (FMI) y la Organización para las Naciones Unidas (ONU) surgieron en el concierto internacional, en un tiempo en donde el Plan Marshall (1948-1951) comenzó a regir como una estrategia geopolítica destinada a acelerar la reconstrucción europea de posguerra y con ello, el mejoramiento de su calidad de vida. Asegurándose para tal efecto, la facilitación al acceso de bienes de consumo del tipo masivo y con un conocido origen estadounidense.

Reforzando así, la detención del avance del comunismo internacional en la medida de que se lograra conjugar el desarrollo económico y la democracia (Etxebarria et al., 2009).

Dentro de este concepto lineal de desarrollo modernizador y como un modo de asegurar una correcta implantación del modelo, se necesitó encasillar a todos los países dentro de una de las cinco etapas evolutivas de acuerdo a lo sostenido por el economista y político estadounidense Walt Whitman Rostow (1961, citado en Tinel, 2015). Encasillamiento que podía ir desde un nivel inicial de sociedad tradicional, o bien en una posición ya avanzada del consumo de masas. Donde, el logro efectivo de dicha idea modernizadora pasaría indefectiblemente por el facilitar una mutación social hacia un capitalismo industrializado. En el cuál, la orientación productiva estaba guiada por la presencia progresiva de bienes duraderos de consumo y el fortalecimiento en consecuencia de la clase media. Consagrando la idea de un paradigma reduccionista, que determinó el bienestar a través de la factibilidad o capacidad de acceso a bienes cotidianos de uso masivo, validando al producto interno bruto (PIB) como indicador predominante para medir el crecimiento de los países.



Figura 15. La Buena Forma presentes en los proyectos de la escuela de Ulm: 1. Hans Roericht – diseño de producto, TC 100, apilamiento de servicio de catering para Rosenthal AG. 1959 / 2. diseño de carrocería “autonova-fam” Michael Conrad, Pio Manzù (egresados de la HfG – Ulm) y Fritz Busch (crítico de automóviles). / 3. Otl Aicher, Lufthansa – 1962.

Fuente: imágenes recuperadas desde www.di-conexiones.com.

La disciplina del diseño, alineada con lo anterior, se centró en el desarrollo y producción de todo un imaginario objetual enfocado en el bienestar hogareño y la vida familiar. Donde la masificación de este bienestar se vio reflejado en productos seriados que buscaban la eficiencia y que, dentro de una visión austera, pudiesen asegurar la mayor accesibilidad posible de las personas a estos bienes. De acuerdo con lo anterior, es posible establecer diferencias que fueron determinantes para poder entender la filosofía proyectual presente tanto en Europa y los países escandinavos, versus su correlato práctico presente en Estados Unidos. Mientras en el viejo continente los esfuerzos estaban dirigidos a proyectar un futuro planificado (centrado en el ser humano y con visiones altruistas), consagrando la concepción de la buena forma en productos de carácter social; en EEUU este trabajo fue dejado en las manos del libre mercado e insti-

tuciones privadas donde la máxima – lo feo no se vende – popularizada por Raymond Loewy y su práctica estilística, fue el elemento promotor del estilo de vida americano, en donde los valores publicitados por el marketing y traducidos fielmente a productos, podían ser adquiridos por los integrantes de una sociedad que ya en dicho momento eran reconocidos como consumidores (Gay y Samar, 2007).



Figura 16. Raymond Loewy y la apuesta estadounidense del Styling. 1. Studebaker Champion Regal Deluxe Starlight Coupé, 1950 / 2. Studebaker Packard Hawk, 1958. Fuente: desarrollo del autor con imágenes recuperadas desde, www.flickr.com ; www.ar.pinterest.com

2.5.2. Estado de bienestar, el centro y la periferia

La reconstrucción europea de posguerra estuvo ligada a una fuerte y hegemónica visión capitalista. Sin embargo, uno de los puntos a defender por las democracias representativas en el Occidente, para lograr detener el descontento social y por ende el avance del comunismo soviético, fue el llamado Estado de Bienestar. Dicha expresión económica, se originó a partir de la definición establecida por el economista británico John Maynard Keynes (1883-1946), la cual fue puesta en práctica como una solución aplicable al período postguerra, y en su aplicación pretendía un desarrollo económico socialmente equilibrado, con la fuerte participación estatal en políticas que aseguraran la implementación del pleno empleo (Serrano, 2018). Situación, que fue sentando las bases para poder ir incorporando paulatinamente en el análisis político y social que comenzaba a reinstalarse, diversas teorías e idearios respecto del desarrollo, que se inclinaban preferentemente por poner en el centro al ser humano.

Pero la realidad de los países del primer mundo y su empeño por el bienestar social distaba mucho respecto de la realidad de los países llamados en desarrollo. En donde la concepción económica mundial imperante, los obligaba a ser partícipe de una estructura, pero desde una posición relacional completamente asimétrica. Asumiendo un rol impuesto, al ser proveedores de materias primas, mano de obra barata y consumidores de todos los avances tecnológicos que desde los países desarrollados podían recibir. Esta relación fue denominada en Latinoamérica como la Teoría de la Dependencia y

nace como respuesta a la Teoría de la Industrialización y el Desarrollo; que desde la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) elaboran como forma de explicar el estancamiento socioeconómico de Latinoamérica durante el siglo XX. Según Martínez Peinado (2011), la responsabilidad de esta teoría es posible situarla en el argentino Raúl Prebich, quien desde su rol como secretario ejecutivo de la CEPAL (1950-1963) postula la desigual realidad de estos dos polos, uno desarrollado (Centro) y otro subdesarrollado (Periferia). Para luego así, más adelante en el período comprendido entre los años 60 y 70, asumir un enfoque que según lo señalado por el economista brasileño Paul Singer (1998) habría de transformarse en lo que se conoció como dependencia tolerada. Facilitando en dichos países, visiones ideológicas de corte desarrollista que favorecerían la intervención estatal como una manera de planificar una industrialización sustitutiva y fomentar así el mercado interno (Faletto, 1999).



Figura 17. Diseño y política estatal en Latinoamérica; Gui Bonsiepe y su labor en INTEC (1970-73). Fuente: desarrollo del autor a partir de imágenes capturadas en, www.nucleo-lc.org ; www.belasartes.ulisboa.pt

Este modelo por sustitución de importaciones abrió grandes esperanzas académicas e investigativas en el ámbito del diseño latinoamericano. Sobre todo, respecto de su rol como válido agente de cambio para la minimización de la dependencia tecnológica-proyectual con los países industrializados del centro. Permitiendo avanzar en innovación industrial y pasar posteriormente a establecer relaciones de interdependencia en condiciones de mayor igualdad. Uno de los casos más emblemáticos fue el del diseñador alemán Gui Bonsiepe (figura 17), quién tras ser formado y dictar docencia en la escuela de Ulm, Alemania, coopera con INTEC, Instituto de Investigaciones Tecnológicas para el gobierno de Chile (1966-73), Argentina (1974-80) y Brasil (desde 1981) con las intenciones de poder implementar proyectos de prueba en diseño industrial y planificación estratégica, tendientes a contribuir al desarrollo socioeconómico y por ende a la calidad de vida de los países (Palmarola, 2001).

2.5.3. La visión neoliberal, economía de mercado y sostenibilidad

En términos estrictos el neoliberalismo apareció como una natural reacción al estado de bienestar social, que venía imponiéndose posteriormente a la segunda guerra mundial. Así, en 1947, el austriaco Friederich Von Hayek postuló instituir los lineamientos para la difusión del neoliberalismo, citando en Mont-Pélerin, Suiza, a un grupo de importantes teóricos adherentes al modelo, los cuales en tono de casi cofradía acuerdan las bases de un capitalismo más duro y libre de toda regulación, en respuesta al avance de los fundamentos del estado social presente en la posguerra (Cardoso, 2006).

La fundamentación se basaba en una ácida crítica al igualitarismo que promulgaba el estado-bienestar, que, según lo sostenido, minaba la libertad de los ciudadanos y el vigor que la competencia pudiera generar. Factores que eran considerados vitales para la reformulación del concepto de prosperidad general, erigiendo a la desigualdad como valor a seguir de manera indispensable y con urgencia por parte de las sociedades occidentales.

Lo anterior no pasó de ser un modelo de características teóricas por más de veinte años, hasta que, en 1974, producto de la crisis recesiva del modelo económico de la posguerra (baja tasa de crecimiento, inflación elevada) las ideas neoliberales comienzan a ganar terreno, secundadas por los altos gastos sociales asumidos por el Estado y el poder excesivo de las demandas obreras y sindicales. Proponiendo en consecuencia, un modelo alejado de la visión intervencionista de Keynes; exhortando por un Estado austero respecto de las políticas presupuestarias y sus gastos sociales, además de la reposición de una tasa natural de desempleados, que permitiese desalentar la influencia nociva de los sindicatos. Configurándose finalmente los años ochenta, como el indiscutible triunfo de la ideología neoliberal, en los países capitalistas avanzados (Bayón, 2020).

Punto aparte merece el caso Latinoamericano, en donde Chile apareció como el laboratorio natural para la implantación del modelo neoliberal de la mano de Milton Friedman, la escuela de Chicago y su influencia norteamericana, en conjunto con el período del gobierno militar del general Augusto Pinochet. Siendo esta, la primera experiencia conocida del modelo, aplicada de manera sistemática y con férreo apego a los principios liberales que sostuvieron las mayores medidas económicas introducidas en el país. A saber: eliminación de los controles de precios; apertura indiscriminada de las importaciones y la liberalización del mercado financiero (Ffrench-Davis, 2001).

En torno a dicho escenario económico, político y social, se comienza a reconocer la particular coexistencia entre la sostenibilidad y el diseño. Desde propuestas ingenuas y experimentales, usando desechos materiales, como una forma de aplicar creativamente el reciclaje y buscar una salida alternativa – aunque ineficiente – a la irrupción de la feroz economía de mercado y las consecuencias visibles en términos ambientales. Hasta, el aprovechamiento de estas para poder establecer un blanqueamiento de imagen por las externalidades medioambientales, producto del consumo excesivo de bienes y servicios y todas las consecuencias generadas por su estructura productiva.

En esta coyuntura, el inicio del ecodiseño en la década de los ochenta y su esfuerzo para poder instalarse como válida preocupación investigativa en universidades, así como, en la incipiente institucionalidad ambiental de los distintos países, va transfiriendo lentamente dichos conceptos a la empresa y/o ministerios de una forma más sistemática. Ya sea, mediante la objetivación de los efectos negativos de la producción y la cuantificación de los impactos medioambientales, o bien, refiriendo consideraciones centradas en el bienestar general del ser humano.

2.5.4. Desarrollo centrado en el ser Humano

El ser humano, a mediados de los ochenta comenzó a ser el centro de preocupación de los distintos postulados que hablan acerca de desarrollo. Max Neef et al. (1994) proponen el Desarrollo a Escala Humana, en donde es factible encontrar los pilares fundamentales de tal ideario (...) "las necesidades humanas, la autodependencia y las articulaciones orgánicas" (p.30), entendiendo dicho postulado como el equilibrio entre la interacción satisfactoria de lo individual y lo social, lo natural y lo tecnológico, lo local y lo global, la planificación y la autonomía; y finalmente la sociedad civil con el Estado. Cambiando necesariamente la concepción tradicional de desarrollo en donde la persona es objeto de este, al de la persona como sujeto de este.

Para lo anterior, se debe asumir que, el desarrollo está lejos de la simplificación ligada al materialismo consumista definido en el período de la posguerra. Así, el PIB que tradicionalmente mensuró el crecimiento cuantitativo de los objetos, debería cambiarse según Max Neef, en favor de un indicador que pudiera medir la calidad de vida de las personas. Situación que forzosamente lleva a un cambio de paradigma respecto de los satisfactores tradicionales de necesidades, por otros nuevos y diferentes que nos acerquen a un nuevo concepto de calidad de vida. Como lo expresaba Boisier (1999), respecto del estado de las cosas en torno al tema del desarrollo, visto desde un modelo neoliberal (...) "aumenta la sensación de que algo anda mal, de que las cosas no están funcionando de la manera supuesta; de que hay crecimiento económico, tal como habitualmente se lo define, pero que el desarrollo, no lo acompaña" (p.27).

En una escala territorial y colectiva, el desarrollo endógeno propuesto por Boisier (2004), establece una nueva proporcionalidad respecto del cómo crecer, y mensuró una perspectiva eminentemente regional y valorada desde el interior de un sistema territorial determinado. Relevando, por tanto, activos propios reconocidos a modo de stocks de capitales intangibles y sinérgicos, tendientes a propiciar el desarrollo en la medida que pudieran hacerse efectivas ciertas articulaciones entre los actores locales y los valores diferenciados presentes en cada territorio. Todo lo anterior, inserto en un destino o proyecto político y colectivo, acordado entre todos los integrantes de una comunidad.

En el mismo tenor y valorando el punto de vista endógeno, el desarrollo comunitario (Marchioni, 1999), apareció como un programa de actuación social que permitiría una intervención desde y para la comunidad. Considerando para dicha mediación, las capacidades propias de los distintos tejidos sociales, potenciándolos en la medida que

se los fomenta, se los respalda y se los hace participar en dicho proceso. La comunidad, entendida como el territorio, la población que la constituye y sus recursos, de manera sistémica deberán, por tanto, ir estructurándose, en conjunto con los intereses y las aspiraciones de las personas que la componen. Este trabajo mancomunado precisaría, eso sí, de una metodología clara que dirija la planificación social y un tejido adulto dinámico en términos educativos. Por lo que se subentendería que, solamente habría desarrollo de la comunidad, en la medida que haya desarrollo de los individuos y viceversa.

2.6. Desarrollo y medio ambiente

La visión ambientalista contemporánea se inicia, sustentada por las demandas sociales y naturalistas producto del impacto negativo asociado a la Revolución Industrial que a partir del siglo XIX comienza a dar señales complejas desde el punto de vista del trabajador involucrado, así como, de la inconciencia respecto de cómo aquello afectaría el contexto en donde se realiza la faena. Impacto factible de poder apreciarlo, en los negativos efectos derivados de las transformaciones sociales, generadas bajo el concepto de factoría deshumanizadora (hacinamiento en ciudades, crecimiento urbano exponencial, gestión insuficiente de provisiones, entre algunas) así como, en las destructivas consecuencias en la naturaleza, producto de una utilización indiscriminada de esta como materia prima para viabilizar dicho modelo. Situación que el ambientalismo, comienza a enarbolar como un diagnóstico del todo factible para poder ser considerado; teniendo esto, un lado absolutamente evidente, así como comprobable, y también instancias retóricas o políticas con tintes meramente instrumentales.

2.6.1. El inicio del ambientalismo

Según Riechmann y Fernández (1994), es factible distinguir ciertos objetivos, que desde un punto de vista naturalista tienden a definir el argumento crítico, que dicho movimiento trata de imponer. El primero, está plenamente relacionado a la necesidad de recuperar la habitabilidad ambiental de las ciudades industriales y la calidad de vida de sus trabajadores. La que, en claro deterioro y a merced del contagio de un sin número de enfermedades oportunistas, se establece como una realidad que no respeta clases del tipo social y/o económicas. Este higienismo decimonónico se vinculaba a una visión naturista, que perseguía el cambio conductual individual de las personas, en pos de la recuperación de una relación más férrea con la naturaleza, propugnando un estilo de vida más cercano a ella y por ende más natural. Así mismo el conservacionismo se expresa como la postura más proteccionista respecto de las especies animales, así como de los espacios naturales vírgenes; siendo esta visión romántica, la impulsora de diversas asociaciones nacionales e internacionales, preocupadas por el tema y que se convertiría a la postre, en uno de los impulsos fundamentales del ambientalismo.

Dicha concepción, se impone ya en la Europa aristocrática del siglo XIX, traducida en una imperiosa necesidad de ir avanzando en la creación de reservas naturales. Dicha demanda, se basaba principalmente en una romántica idea de la vida rural, con una imagen eminentemente estética y conservacionista respecto de los paisajes naturales que pudieran ser eventualmente amenazados por el avance de la industria. Situación que en EEUU tuvo su correlato, impulsada principalmente por la burguesía norteamericana excursionista. La cual, preocupada por la excesiva explotación forestal producida, veía con alarma, como se iban perdiendo importantes fracciones de terreno de carácter público, amenazando así los diversos hábitats naturales del territorio. Razón por la cual, van surgiendo ideas centradas en poder preservar grandes extensiones de terreno, en su estado original con el concepto de templos de la naturaleza. Dichos santuarios, eran entendidos como reservas naturales para la vida animal y vegetal, no considerando para el desarrollo de estos mismos, la más mínima presencia del ser humano. Ruiz-Gómez (2017) se refería a como en el año 1864, el gobierno norteamericano cedía el valle de Yosemite en conjunto con el Mariposa Grove para tal efecto; siguiendo en el año 1872, según lo señalado por Fortunato (2005), con la iniciativa de creación del primer parque nacional del país y del mundo, el parque de Yellowstone. Tales iniciativas, hablan de una nación poseedora de una temprana visión conservacionista, que es posible verla reflejada en la promulgación de leyes para la regulación de los recursos naturales – como la *National Park Service Act* en el año 1916 – y en la creación de servicios estatales para regular los efectos de la práctica agrícola, como lo fue en efecto, el Servicio de Conservación de Tierras en el año 1935 (Foladori y Pierri, 2005).

Ya en el año 1934, los países europeos logran llegar a acuerdo, para formar la Oficina Internacional de Protección de la Naturaleza, con sede en Bruselas. Pero la segunda guerra mundial, se encarga de conspirar en contra de esta iniciativa, por lo que no será hasta después de la creación definitiva de la ONU (1945) y en manos del presidente de la UNESCO, el biólogo británico Julian Huxley, que se constituiría la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN, París 1948), que fue sin duda, la red más extensa de organizaciones conservacionistas en el mundo. Dicho escenario e institucionalidad serían testigos por tanto, de los diversos cambios sociales y económicos que han de irse produciendo en lo sucesivo, afectando – como consecuencia – en la incipiente mirada acerca de la cuestión medioambiental (Hollmann, 2017).

La Revolución Industrial y su capitalismo de carbón, si bien es cierto, acarreó consecuencias ambientales nocivas para el Planeta, no puede ser comparada al capitalismo global de la producción en masa y su impacto, en una cada vez más creciente población mundial. Esta transformación experimentada en los primeros decenios del siglo veinte (extendida hasta los comienzos de los años setenta) y de la mano de un modelo económico-productivo del tipo taylorista-fordista, fue testigo del mayor cambio respecto de la sobre explotación de los recursos energéticos naturales y sus efectos. El uso radical de los hidrocarburos y la electricidad como matriz energética predominante van marcando así, el paso del mayor proceso de desarrollo económico vivido por la humanidad, pero también dicha transformación, se hace acompañar por la escalofriante incerti-

dumbre que significó, la catástrofe nuclear producto de la explosión de las dos primeras bombas atómicas en el año 1945. Determinando así, una conciencia ambiental que funda sus bases a partir del cuestionamiento del modelo económico reinante, pero también asumiendo premisas de un movimiento antinuclear que enarbolaba banderas pacifistas, ante una persistente carrera armamentista librada por las potencias político-económicas predominantes (Sanabria, 2018).

Lo anterior, encendió por tanto, las alarmas respecto de una crisis ambiental que nos acompaña hasta nuestros días y que nace a partir de informes científicos, que serían recogidos desde la Conferencia Mundial sobre el Medio Humano de la ONU, en el año 1972 (Estocolmo, Suecia). Dichos informes, plantean una gravedad extrema respecto de la cuestión ambiental planetaria, con visos catastrofistas, estimando que en cosas de décadas el colapso mundial sería inminente. Por lo que la tesis central que hubo de plantearse fue la de establecer un coto físico al crecimiento, basándose principalmente en un cero crecimiento ya sea tanto en términos poblacionales, como en términos económicos (Estenssoro, 2015). De este modo, y consecuente con dicha prospección, la respuesta pudo verse venir desde dos sectores que comienzan a establecerse en la escena. La primera, ligada a la expansión de un movimiento ambientalista amparado bajo la protección de ciertas ONG, provenientes principalmente de países desarrollados. Y la segunda, bajo una institucionalidad internacional dirigida principalmente por la ONU, la cual promovería las primeras regulaciones ambientales, así como, la creación de organismos estatales en cada uno de los países miembros asociados y con competencias directas en el tema.

En dicho contexto, los movimientos ambientalistas comienzan a expandirse, siendo Norteamérica a finales de los años sesenta y comienzos de los setenta, donde nacen dos de los más destacados grupos ecologistas que, en su postura crítica todavía hasta nuestra fecha se mantienen activos y con una muy alta presencia en la contingencia ambiental; en 1969 David Brower funda en San Francisco, EEUU – de acuerdo a lo señalado por Estenssoro (2007) – la agrupación *Friends of the Earth* (FOE, amigos de la tierra en español) y luego en 1971 en Vancouver, Canadá, Irwin y Dorothy Stowe en conjunto con Jim Bohlen crean la ONG *Greenpeace*, la cual nace declarando la defensa y protección activa del medioambiente, ante cualquier amenaza nuclear derivada de las pruebas que EEUU comenzaba a desarrollar (Farrera, 2010).

Si bien, el ambientalismo como movimiento se expande en los países bajos y Alemania en inicio, luego es posible también situarlo en el centro y oeste de Europa industrializada. De la misma manera – en los años setenta – pero con algunos matices tendientes a reivindicar las demandas sociales en conjunto con el tema ambiental, aparecen agrupaciones ambientalistas en países en desarrollo como la India y Brasil. Lo que tuvo incluso su correlato en los años ochenta, en la Unión Soviética y la Europa socialista, cumpliendo un rol fundamental en la postura crítica hacia el modelo político existente y una activa participación en el posterior desplome de los socialismos reales. Consagrando a estos movimientos, como una forma alternativa de reivindicación social, dando paso luego en Europa a la conformación de los llamados partidos verdes. Los

que ya a mediados de los ochentas, logran constituirse como la tercera fuerza política existente, en detrimento de los viejos partidos de la izquierda comunista (Valencia, 2000).

Considerando lo anterior, podría señalarse que el inicio de los años setenta es considerado como el punto de inflexión para la puesta en agenda de la cuestión medioambiental en la política mundial. En ese sentido es posible reconocer – según Gándara y Villafán (2019) así como, Toledo y Tittor (2020) – tres corrientes principales de pensamiento ambientalista. La primera definida como corriente ecologista conservacionista, siendo su principal tesis la de los límites físicos del crecimiento económico y crecimiento cero respecto del desarrollo poblacional. Estos postulados basados en torno de la teoría económica clásica, encontraron en Thomas Robert Malthus (*Ensayo del principio de la población*, 1798) y David Ricardo (*Principios de economía política y tributación*, 1817) su principal fuente de inspiración, teniendo su versión contemporánea en los informes y publicaciones de Paul y Anne H. Ehrlich (*The population bomb*, 1968 y *Population, resources, environment*, 1970) además del ambientalista anglo-francés Edward Goldsmith (*Manifiesto para la supervivencia*, 1972). La segunda corriente, se conoce como desarrollista o de ambientalismo moderado. La cual fue respaldada en el año 1972 en Estocolmo por la ONU y sería posteriormente la base principal para la formulación del objetivo de lo que se conoce como desarrollo sustentable en el año 1987 (Brundtland). Ésta se basa principalmente en una posición meramente antropocentrista, en donde el cuidado del medioambiente y los recursos no pueden ser considerados un fin por sí mismos, sino más bien un medio para favorecer o hacer efectivo el desarrollo y las condiciones de vida de la sociedad. Así mismo, no considera la teoría de crecimiento poblacional cero, incentivando incluso su aumento sosteniendo que es imprescindible para superar la pobreza. Reconociendo eso sí, la diferencia entre países ricos y pobres e instando a los primeros a seguir en la búsqueda de tecnologías limpias, además de ayudar a los segundos, a que puedan encontrar la senda del crecimiento. Dejando claro que, la cuestión medioambiental en los países pobres es un tema ligado íntimamente al concepto del subdesarrollo. Por último, la tercera corriente determinada por la propuesta del ecodesarrollo, que sostiene el cambio hacia un nuevo orden económico internacional. La cual es sustentada por los denominados países no alineados, por el Modelo Mundial Latinoamericano (MML) elaborado por la fundación Bariloche (1972-1975) y avalada por la Carta de Derechos y Deberes Económicos de los Estados (Asamblea General de la ONU, 1974), que consagra el derecho de los pueblos tercermundistas a obtener el control de sus recursos económicos. La idea general del ecodesarrollo – según lo señalado en la Conferencia de Cocoyoc, México, 1974 – era poder compatibilizar economía con ecología, pero dentro de un modelo de autodeterminación (gestión más racional de los ecosistemas locales) desde la perspectiva de los países dominados y dentro de un esquema de subdesarrollo, planteado por la llamada teoría de la dependencia. Entendiendo que, la inequidad económica tiene como consecuencia la pobreza, que es a su vez la que genera crecimiento poblacional y no al revés como lo sostienen los países dominantes, y que también es la misma pobreza la causante de la degrada-

ción y contaminación de los recursos naturales, haciéndose urgente la necesidad de poder superarla (ILPES.UN. CEPAL, 1978).

2.6.2. Visiones económicas y grados de sostenibilidad

Si bien, el informe Brundtland de 1987 reivindicó el concepto de crecimiento como una forma válida – y éticamente viable, por lo demás – de poder enfrentar los problemas ambientales y la pobreza, la controversia estuvo lejos de poder zanjarse de manera categórica. Manteniéndose aún presente en la contingencia política, la profunda negación al desarrollismo planteada por ciertos grupos de corriente ecológica conservacionista.

De acuerdo a lo anterior, es posible ir distinguiendo en principio, dos tendencias que, definidas por visiones económicas contrapuestas, permiten entender la lógica de sus demandas. La primera es denominada economía ambiental (Labandeira et al., 2007), y entiende el desarrollo sostenible como un crecimiento económico con cierto nivel de conservación de los recursos naturales, el cuidado ambiental y la distribución de renta. Esta sostiene que, el velar por la preservación de un cierto capital natural, permitiría un efecto de ayuda sobre la presión que supone la degradación medioambiental sobre el sistema económico. Lo que permitiría concluir que, en la medida que la calidad medioambiental se asocie indefectiblemente al desarrollo económico, el crecimiento y desarrollo pueden ser perfectamente compatibles.

Así mismo, existe una segunda tendencia denominada economía ecológica (Common y Stagl, 2008), que se presenta como una crítica directa al modelo económico neoclásico convencional. Su tesis se sustenta en la convicción de que mientras la economía crece, la biósfera y el sistema mayor que la soporta, no lo hacen en la misma velocidad y proporción. Presionando así, la capacidad de mantención real de los ecosistemas, poniendo por lo tanto en riesgo los procesos tendientes a garantizar la conservación de la vida. De esta manera, el mantenimiento del capital natural no estaría orientado a evitar costos a la economía, sino más bien, sería condición necesaria para sustentar la vida, o al menos la vida humana. Entendiéndose finalmente que, el crecimiento económico no sería sostenible por largos períodos, lo que lleva a proponer también un límite al crecimiento cuantitativo poblacional (crecimiento poblacional cero), así como un coto a las mercancías que son en definitiva el parámetro que determina crecimiento económico de los países.

Es dable, por tanto, identificar dentro de tal escenario, las principales corrientes de pensamiento que sustentan la discusión medioambiental, las que pueden ser reconocidas en dos según su grado de sostenibilidad:

a) Ambientalismo moderado o sostenibilidad débil, que puede ser descrita como una corriente de pensamiento eminentemente antropocéntrica y una fuerte visión desarrollista (Pearce y Turner, 1995). La que está representada por una economía de crecimiento continuo, que considera ciertos límites que impone la naturaleza y la necesidad de establecer márgenes de conservación, pero sin visiones catastrofistas. Lo ante-

rior, en la concepción de una política general hegemónica, globalizada e interdependiente. Destinada a extender dicho pensamiento, como recurso posible para el beneficio y desarrollo del ser humano, así como, para el favorecimiento de los distintos objetivos medio ambientales, de los cuales organismos internacionales como la ONU, se constituyen como garantes.

b) Ecologismo conservacionista o sostenibilidad fuerte, que desde una cercana conexión con las ideas eco céntricas de Aldo Leopold (1887-1948) y dentro de una visión bioética (Rozzi, 2007), establece contemporáneamente una referencia filosófico-política directa con la ecología profunda (Naess, 2007). Asumiendo por tanto, las ideas del crecimiento económico y poblacional cero y determinando en consecuencia, que el capital natural no es sustituible y que el capital económico es un subsistema de un sistema ecológico mayor, imposible de ser intercambiado en igualdad de condiciones (Gallopín, 2003).

Es posible definir también una corriente alternativa, que se alinea principalmente con los países subdesarrollados y subordinados, pertenecientes al tercer mundo, conocida como humanista crítica, de la cual se desprenden tanto la visión anarquista (Biehl y Bookchin, 2009) como la marxista (O'Connor, 2001). La primera suscribe a las críticas respecto de las concepciones económicas dominantes, pero no propone como solución la detención del crecimiento. Los valores defendidos, se centran en la riqueza de la vida y organización comunitaria, así como, en una escala menor y sustitutiva de la lógica de mercado, estableciendo incluso un nexo con la cultura tradicional de pueblos originarios o ancestrales, por considerar que serían poseedores de una sabiduría ambiental perdida y despreciada. La segunda, sostiene que el problema ambiental es producto de la forma de organización social del trabajo, que es la que determina los modos e intensidad de uso de los recursos. Siendo el capitalismo el gran causante de los problemas ambientales, básicamente por su natural concepción expansionista. Lo que traería como consecuencia la depredación y consiguiente contaminación de los recursos naturales. Ante esto, su propuesta está basada en una propiedad social de los medios de producción naturales y artificiales. Que mediante, una forma de organización social del trabajo, puedan utilizarse dichos recursos de manera responsable, para el bienestar del conjunto de la sociedad y no tan sólo para el aprovechamiento de una minoría.

2.6.3. Sustentabilidad, desarrollo sostenible y sostenibilidad

La sustentabilidad como término a utilizar, vino a definir la preocupación respecto de la problemática derivada del desarrollo basado en una maximización productiva. Ignorando el grave perjuicio medioambiental que significaba el crecimiento ligado a un consumo desatado, como un único indicador del buen manejo económico. Desde la década los setenta, especialistas en diversos foros internacionales han dedicado sus esfuerzos a poder ir relevando el problema ambiental y en qué medida el modelo económico imperante, fija sus responsabilidades pudiendo hacerse parte, o al menos ser una instancia compatible con las necesidades medioambientales.

Ignacy Sachs (1974), consultor de origen polaco para las NU en temas de medioambiente y desarrollo, profundiza el término de ecodesarrollo como un intento de compatibilizar las necesidades de participar en un aumento en las cuotas de desarrollo, por parte de los países del tercer mundo y el respeto a la integridad de los ecosistemas. Sachs define el término, como una estrategia de carácter territorial (ecozonas) en pos de: a) el aprovechamiento y la gestión racional de los recursos naturales en provecho de las necesidades básicas de sus habitantes, garantizando la mantención de estos, inclusive en un largo plazo; b) reducción de afluentes y desechos derivados de labores productivas al mínimo, y aprovechamiento de estos en la medida de lo posible. c) el diseño e implementación de tecnología apropiada, para el logro de estos fines.

La solidez del concepto se difundió con facilidad y preocupó a las distintas posiciones conservadoras, originando la desaprobación por parte de la diplomacia norteamericana y su jefe encargado, Henry Kissinger. Junto con ello, la solicitud hacia el presidente del Programa de las Naciones Unidas para el Medioambiente (PNUMA) para poder corregir el término hacia el de desarrollo sostenible, por considerar que podría ser mayormente aceptado por los economistas más ortodoxos (Aguilar y Aguirre, 2009), y ser funcional para una ambigua mediación entre el desarrollismo y el ambientalismo.

En concordancia con lo expuesto, se estableció la interrogante respecto de cuál de las dos expresiones mencionadas, puede ser considerada como correcta para referirse a este paradigma de crecimiento. No es poco frecuente recorrer literatura, en donde se habla de la sustentabilidad para hacer mención del tema en cuestión, o bien de la sostenibilidad como término admitido para representar mejor el espíritu del modelo. Por lo que es del todo relevante precisar que, el documento legal "Nuestro Futuro Común" (Our Common Future, Brundtland 1987) define que ya sea lo sustentable o lo sostenible se constituyen como términos válidos para representar la misma idea. Siendo la traducción efectuada en España la que utiliza el término sostenible y la de México y parte de Latinoamérica la que se inclina por asumir el término sustentable (Ricalde et al., 2005).

Así mismo desde el punto de vista terminológico, es posible advertir diferencia entre lo que se entiende por sostenibilidad y desarrollo sostenible. Gallopín (2003), define a la sostenibilidad dentro de una perspectiva compleja, sistémica e interconectada de la realidad, en la cual se prioriza el avance de la humanidad en equilibrada concordancia con variables sociales y ecológicas. En distinción del desarrollo sostenible, en donde la definición de desarrollo a veces puede condicionar y centrarse sólo en aspectos de crecimiento cuantitativo, en detrimento del mejoramiento cualitativo de la condición humana. Considerando que lo que se ha de sostener, debe poseer una real intención de cambio renovador y no necesariamente la simple preservación y mantención de una determinada base ecológica y su particular habitabilidad. Sino más bien, estar en condiciones de aumentar la capacidad ecológica y social, para conservar y ampliar las opciones disponibles destinadas a confrontar un mundo natural y social en permanente transformación.

2.7. Economía circular y ecodiseño. Sostenibilidad económica y productiva

Si bien es cierto, existen en la actualidad diversas motivaciones que terminan por gatillar la utilización del ecodiseño como herramienta metodológica (ventaja competitiva, *marketing* ambiental, valor agregado, reducción de costos, etc.); sus principios fundamentales, así como, sus objetivos esenciales para su aplicación se encuentran principalmente dirigidos hacia la reducción del denominado impacto ambiental.

Debido a lo anterior, se hace necesario presentar algunas definiciones, modelos y filosofías de pensamiento, que han servido de inspiración o bien de referencia para poder analizar y establecer el vínculo existente, que permitiría eventualmente relacionar los conceptos de economía circular, el ecodiseño y su puesta en práctica.

2.7.1. De la economía lineal a la economía circular

El cambio que experimentó el trabajo manual desarrollado en talleres artesanales, hacia una producción industrial despersonalizada, seriada y en masa, sin duda que significó transformaciones radicales en términos económicos, culturales y sociales. En donde el valor del trabajo se trasladó de manera directa hacia la mercancía producida industrialmente. Encontrando en esta especie de fetichismo, uno de los motivos que terminaría por gatillar un sinnúmero de necesidades generadas artificialmente, las cuales, se convertirían posteriormente en el motor principal de un continuo ciclo productivo. Sanjuán (2011), explicó respecto de lo sostenido por Marx, que este valor es algo exclusivamente social, en donde las cosas materiales establecen el modo único de relacionarse entre las personas, así como, su contexto. Estableciéndose en esta dinámica, una suerte de enajenación del mismo ser humano, convirtiéndose de esta forma, en la única forma válida para relacionarse con el mundo exterior, en la medida de poder poseerlo, consumirlo y usarlo.

De acuerdo con lo anterior, es posible estimar que, el principio fundamental del modelo económico vigente está sustentado en el consumo. El cual tiene sus inicios en el denominado fordismo maduro, que aparece en el período posterior a la segunda guerra mundial, donde se hace necesario la implantación de las numerosas innovaciones tecnológicas derivadas de aquello, como una forma de reconstruir el sistema productivo. Derivando, por tanto, en un ensanchamiento social en pos de una generalización y socialización real de la norma de consumo (Piñero, 2004).

Aún, y a pesar de que ya en estos últimos años haya ido perdiendo fuerza, el sistema económico predominante en la sociedad global, es el que se denomina como economía lineal. El cual consiste (y haciéndose cargo del paradigma del consumo) en el comprar-usar-tirar. El cuál, a partir de grandes cantidades de materias primas y energía a bajo precio, han permitido un crecimiento y desarrollo a nivel industrial sin precedentes, pero gracias al pago de un oneroso costo medioambiental. De este modo, es facti-

ble exponer algunos factores según variables (tabla 1), y que según Walter Stahel en el año 2006, Lester Brown en el 2008 y la Fundación Ellen Mac Arthur en el año 2015, cuestionan la vigencia del paradigma desarrollista lineal, exhortando de manera perentoria a un cambio económico futuro:

Tabla 2. Factores para la inviabilidad futura del sistema económico lineal. Fuente: elaboración del autor

	Stahel,2006	Brown,2008	Mc Arthur F.E,2015
VARIABLE ECONOMICA	1. La medición de riqueza en el punto final de venta. volumen de producción por eficiencia de recursos	1. Fin de la economía del desperdicio. transición hacia el re-uso y reciclado de materiales.	1. Pérdidas económicas a partir de generación de residuos. no se captura un porcentaje importante del valor original y potencial de las materias prima.
	2. Menor rentabilidad de producción de bienes ante su utilización. cambio de productos a servicios, cliente como usuario.	2. Falta de transparencia ecológica en los precios. Incorporación del costo ecológico al precio final que paga la empresa o consumidor.	2. Riesgo de precios. dependencia de los recursos, precios y riesgo de suministro determinado a voluntad por el productor.
RECURSOS NATURALES	3. Corta vida de productos. ineficiencia en la utilización de los recursos.	3. Explotación de yacimientos minerales. mucho costo y gasto energético asociado. Proteger agua, tierra y racionalizar uso de bosques.	3. Riesgo de suministro. condicionamiento de la dependencia de materias primas no renovables.
	4. El PIB no está considerado en la pérdida de capital natural de recursos. el crecimiento debiera asociarse a la conservación de los recursos naturales.	4. Recursos no renovables. migración a recursos y energías renovables. Privilegiar lo solar, eólico, pequeñas centrales hidro eléctricas y el hidrógeno.	4. Deterioro de los sistemas naturales. el agotamiento de los sistemas y reservas naturales afectaran a la productividad de las economías, impidiendo creación de riqueza a futuro.
NORMATIVA	5. No se grava la sobre utilización de recursos naturales.	5. Subvenciones a empresas que dañan el medio ambiente. promover la radicalidad impositiva y de subvenciones a empresas con externalidades negativas.	5. Evolución de la normativa. esfuerzo de las empresas a nivel global para limitar y valorar los factores externos negativos.
	6. Impuestos parejos a todos los contribuyentes. el que usa debiera pagar.	6. Sistemas de transportes individuales. privilegiar los sistemas de transportes masivos públicos por sobre el uso del automóvil.	6. Avances en tecnología. la T.I permite nuevos enfoques empresariales con objetivos ambientales.
VARIABLE TECNOLÓGICA	7. Los bienes como problemas. no mas soluciones focalizadas, si soluciones sistémicas.	7. Población humana. lograr la estabilización de la población en base a la disminución de la fertilidad.	7. Negocios alternativos. las personas están cambiando el paradigma respecto del poseer un producto al de acceder a un servicio.
	8. Fin de vida de productos. necesidad de extensión de vida o reacondicionamiento para prevenir residuos.	8. Tecnologías de alta emisión. se deben privilegiar tecnologías de baja intensidad de emisiones. Principalmente en los sectores de generación de energía, calefacción y transporte.	8. Urbanización. densidad poblacional va a incidir en una logística más sencilla respecto de los bienes-servicios compartidos y la logística inversa para la recuperación y tratamiento de las materias recogidas.
	9. Soluciones inteligentes, creación de riqueza a partir del conocimiento. no más progreso tecnológico cuantitativo, si cualitativo.		

Por otro lado, la economía circular (EC), plantea en su modelo, una opción restaurativa y regenerativa, la que en su estrategia productiva propone una optimización a partir de la reducción de la entrada de materiales, así como también, en la generación final de desechos vírgenes. Su aplicación significa por tanto, avanzar hacia el diseño de productos sin desechos, la facilitación para el desmontaje de sus partes y también la real factibilidad para la reutilización de materiales. Viabilizando de este modo, la sustentabilidad económica de los distintos modelos de empresas, que se comprometen con la recogida de los productos y luego de su fin de vida volver a fabricarlos. Procediendo a distribuirlos posteriormente, cerrando así el denominado bucle, que es la forma de representar esta virtuosa ruta cíclica (Balboa y Somonte, 2014).

Algunas definiciones apropiadas para el concepto de EC, que permiten entender su alcance y que se han divulgado a través del tiempo por diversos autores; se aprecian a modo de resumen en la tabla 3:

Tabla 3. Concepto de economía circular y algunas definiciones. Fuente: elaboración del autor

ECONOMÍA CIRCULAR	"El núcleo de la economía circular es el flujo circular cerrado de los materiales, del uso de materias primas y la energía a través de múltiples fases " (Yuan et al, 2008)
	"Realización de un ciclo cerrado para el flujo material en todo el sistema económico" (Geng y Doberstein, 2008)
	"Una economía circular es aquella que es restauradora por diseño, y cuyo objetivo es mantener productos, componentes y materiales en su mayor utilidad y valor, en todo momento" (Webster, 2015)
	"Estrategia de diseño y modelo de negocio que está desacelerando, cerrando y estrechando los ciclos de recursos (Bocken et al, 2016)
	"Una economía industrial que es restaurativa o regenerativa por intención y diseño" (Mc Arthur F.E, 2016)
	"Una estrategia de desarrollo económico que busca el crecimiento económico de manera sostenible, buscando como objetivos fundamentales la optimización de usos de recursos, minimizar la extracción de recursos vírgenes, prevenir externalidades negativas y la promoción y el aumento de la resiliencia del sistema". (Ihobe, 2016)

Se puede afirmar, por lo tanto, que la EC es la que se propone a voluntad, ir en pos de conseguir un objetivo restaurativo y regenerativo (Morseletto, 2020). Por lo que premisa se trata de ir alcanzando que, los productos, componentes y materiales mantengan su utilidad y valores máximos en todo momento, ya sea en los ciclos técnicos (uso y recuperación de materias técnicas) o bien en los ciclos biológicos (flujos de consumo de materias renovables). Prefiriendo de este modo los ciclos de desarrollo positivo continuo, ya que posibilitan el mantenimiento del capital natural, optimizando así, los rendimientos de los recursos, ya sea en la mejora de la gestión de las reservas finitas, así como de los flujos renovables. En consecuencia, los principios de actuación posibles y mencionados por la Fundación Ellen Mac Arthur (2015) para dicho modelo, pueden sintetizarse como sigue:

- a. Preservación y mejora del capital natural por control de reservas naturales finitas y el equilibrio de los flujos de recursos renovables. Se propicia una elección sensata de recursos, seleccionando tecnologías y procesos que comprometan

recursos renovables o de mayor rendimiento. Ayudando también a la regeneración del capital natural, integrando flujo de nutrientes dentro del sistema.

- b. Optimización de recursos mediante productos, componentes y materias primas de utilidad máxima en el ciclo técnico como biológico. Se prefiere aumentar la vida útil de los productos favoreciendo la reutilización y el uso compartido, así como la integración segura en la biósfera de los nutrientes biológicos valorizando por tanto el ciclo de descomposición.
- c. Promoción de la eficacia de los sistemas, detectando y eliminando del diseño, consecuencias o externalidades. Se opta por reducir los daños, en ámbitos y sistemas de acción humana, gestionando sus consecuencias negativas como sobreexplotación y contaminación de los ecosistemas naturales.

Valorando lo anterior, se estiman algunas estrategias que podrían ser efectivas a modo de propiciar la transición hacia una implantación de la economía circular, las que tanto empresas, instituciones, así como gobiernos, eventualmente podrían comenzar a adoptar. Dichas acciones son las siguientes: Regenerar (materias y energías renovables, recuperar y devolver recursos biológicos a la biósfera); Compartir (compartir activos, reutilizar y alargar su vida útil); Optimizar (aumentar la eficiencia y el rendimiento); Bucle (reciclar y refabricar); Virtualizar (desmaterializar activos); Intercambiar (sustituir tecnologías, materiales y conceptos funcionales) las que en su conjunto integran el denominado marco ReSOLVE (siglas de la iniciales de la palabra en inglés) y pueden considerarse como válidas herramientas para la generación de estrategias e iniciativas de crecimiento bajo la visión circular. En dicho tenor, y de acuerdo con el concepto y principios expuestos, se puede sintetizar en la figura 18, algunas características clave que la Agencia Europea del Medioambiente, EEA (2016) sostiene para una economía del tipo circular.

Considerando que, una parte incumbente en este nuevo modelo económico está representada obviamente por la empresa, es importante hacer notar ciertas oportunidades, beneficios e incluso innovaciones respecto de los potenciales negocios, que según Cerdá y Khalilova (2016) estarían derivadas de esta nueva realidad; a saber:

- a) Sistemas productos-servicios. Es la combinación de productos tangibles con servicios de carácter intangibles, los cuáles son diseñados para poder satisfacer las necesidades finales de un consumidor. Un punto fundamental de esta forma de negocio es considerar la funcionalidad final que el usuario quiera lograr por sobre la propiedad, así como, las variadas e innovativas formas de poder acceder a esto por sobre los arquetipos conceptuales tradicionales. En este sentido se podrán encontrar productos-servicios orientados a dar un servicio adicional a un producto determinado (servicio post venta) , o bien orientados solamente al

uso y las diversas formas de relación con el usuario (uso compartido, arrendamiento o bien utilización en grupo) , así como, otro tipo definido por una actividad que ofrezca un servicio con resultado concreto, sustituyendo prácticamente la presencia de un producto físico (Tukker y Tischner, 2006).

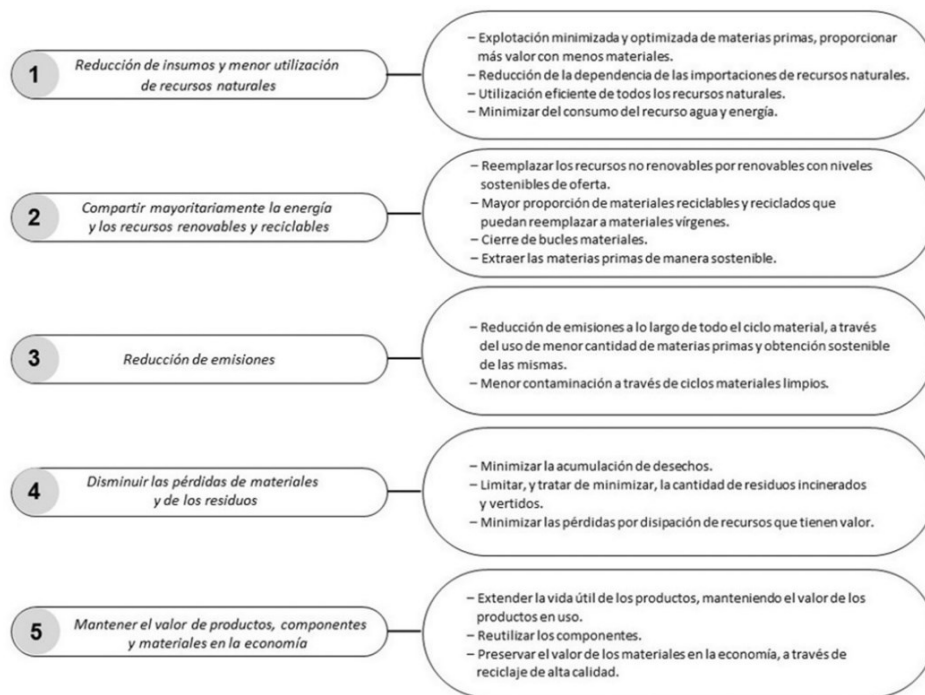


Figura 18. Características de la economía circular.

Fuente: elaboración del autor.

- b) Segunda vida de productos y/o materiales. Esto se produce cuando es factible ejecutar la recuperación y re- acondicionamiento eficiente de los productos después de su uso, para posteriormente poder ponerlo nuevamente en el mercado (con certificación de garantía) obteniendo una segunda o tercera ganancia.
- c) Transformación de producto. Si no es factible re- acondicionar un producto en su totalidad, puede resultar adecuado el rescate de una fracción de este (nor-

- malmente valorada por el material y la energía ocupada en obtenerlo) y en conjunto con otras fracciones re-elaborar un nuevo producto.
- d) Reciclaje 2.0. Innovación tecnológica al servicio de resultados en productos de alta calidad, más allá del supra reciclaje (*up-cycling*) o la simple recuperación por transformación mecánica del material.
 - e) Consumo colaborativo. Benito (2017), lo describe respecto de lo definido por Botsman y Rogers, como el uso o adquisición coordinada y compartida de un conjunto de bienes y servicios, que en términos tradicionales se habrían consumido de manera individual o privada mercantilmente hablando. Sustituyendo el lucro, por mecanismos comunitarios de intercambio en donde la conciencia con el entorno social y natural son prioridad. El advenimiento de este tipo de consumo (o también llamada economía colaborativa) se da por la presencia de las plataformas digitales que permiten la organización de redes sociales.

2.7.2. Estructuras de pensamiento y economía circular

La economía circular se ha constituido en el marco de referencia en donde han confluido diversos modelos de pensamiento ambiental. Así es como, a finales de los años setenta, Mollison y Slay (1999) definieron el modelo de *permaculture* (permacultura) como, el diseño consciente y mantenedor de ecosistemas agrícolas productivos para la generación de medioambientes humanos sostenibles. Los que, en la mimesis de las interrelaciones naturales pueden ser capaces de producir con viabilidad económica, de forma autosostenida y a un largo plazo, sin depredar los recursos naturales y por supuesto, sin contaminarlos. Por lo que la palabra permacultura no era tan solo la síntesis de agricultura permanente, sino también de cultura permanente, pues se estimaba que las culturas no podrían sobrevivir sin una base sostenible en el uso y su relación con la tierra. Si bien es cierto la permacultura involucra a las plantas, animales e infraestructura para el ser humano, esta no se agota en dichos elementos por separado, sino más bien en las relaciones que se puedan crear entre ellos y la manera que se disponen en el ecosistema.

Victor Papanek (2014), a comienzos de los años setenta, en su libro *Design for the real World* (Diseño para el mundo real) establece la responsabilidad del mundo del diseño y los diseñadores. En un esquema económico sustentado por la producción en serie y las visibles consecuencias generadas al medio ambiente. Instando por un rol activo del diseñador en el desempeño de la praxis, con una necesaria responsabilidad de carácter moral, social y ambiental. Dando inicio, por tanto, a una línea de pensamiento verde entre los diseñadores, que alcanza niveles de contenido relativo y bajo impacto. Encontrando solamente respuestas de diseño algo ingenuas, centradas en trabajos de reciclaje asociados a la práctica técnica relativa, de tipo proyectual.

Pero Papanek (2021) vuelve a la carga con el libro "El imperativo verde" (*The Green Imperative*, publicado por primera vez en 1995), asociando la responsabilidad ecológica del diseño, con una postura revolucionaria, que propugne cambios radicales y reformis-

tas respecto de los valores sustentados, el trabajo desarrollado y la necesidad de volverse hacia un vínculo armónico entre naturaleza y humanidad. Por lo que el futuro del diseño para Papanek, estaba en convertirse en una suerte de síntesis entre varias disciplinas de matriz socioeconómica y política; con una fuerte especialización medioambiental y con una robusta vocación de apoyo a la sostenibilidad de la vida en el planeta.

En el año 1989, Robert Frosch y Nicholas Gallopoulos publican el artículo *Strategies for manufacturing* (Estrategias para la fabricación), develando la insostenibilidad de los procesos productivos y su relación con la manufactura de productos. Dicho hito da origen a la denominada Ecología Industrial (*Industrial Ecology, IE*), la cual busca el equilibrio de los sistemas industriales ante la elaboración de productos. Asumiendo una visión sistémica aplicada a la producción, en donde las limitantes ecológicas puedan gestionarse de la manera más similar posible a la de los sistemas biológicos. Por lo que su enfoque no tan sólo tiene un objetivo conservacionista o anti contaminación ambiental, sino que, apuesta también a un manejo de las tecnologías y economía de procesos, así como su relación con el financiamiento y definición de políticas, en pro de la correcta utilización de los recursos naturales no renovables.

Para Manzini y Bigues (2000), el asumir la tarea del diseño desde una perspectiva ecológica, es hacerlo, enfrentado básicamente a un problema de carácter socio cultural, asociado a lo que se conoce como la economía del consumo. Pues estos bienes, constituyen el sostén material para los estilos de vida creados por la sociedad industrial; en donde el concepto de desarrollo y bienestar están íntimamente ligados a la tranquilidad que trae el poseer, y ese poseer traducido necesariamente en productos. Por lo tanto, las reflexiones acerca del diseño, que proponen Manzini y Jégou (2003), derivan hacia las condiciones de sostenibilidad del planeta y como el diseño integra este nuevo ciclo liderado por una nueva conceptualización (incluso inmaterial) de bienestar. El diseño sostenible (DS) asume así, su tarea estratégica en esta suerte de cooperación para la implantación de nuevos escenarios ambientales, basados principalmente, en nuevos principios de calidad compatibles con el medio ambiente, socialmente aceptados y culturalmente atractivos.

El arquitecto norteamericano William McDonough y el químico alemán Michael Braungart (2005) definieron en los años noventa, el diseño de la cuna a la cuna (también denominado *C2C, Cradle to Cradle*), como la instancia para proponer sistemas humanos capaces de operar bajo las mismas lógicas que rigen el mundo natural, en donde nada es considerado como desperdicio, es decir crear bienes de consumo que puedan ser fácilmente regenerados o bien devueltos a la tierra. Considerando para ello la utilización de materiales inocuos y eficientes, así como, la producción de bienes sin generación de residuos o elementos tóxicos, que puedan degradar el medio ambiente; principios que eventualmente podrían ser extensivos y considerados válidos para cualquier ámbito de la creación humana. En términos de establecimiento de criterios para el desarrollo de algunos productos, la durabilidad y complejidad material per se, no es la mejor estrategia para poder ser aplicada. Pues luego del fin de vida utilitario, terminan necesariamente en la basura o en la eventualidad de su aprovechamiento, son difícil-

mente recuperables mediante reciclaje tradicional. Es deseable por tanto, diseñar bienes de consumo, pensando que sus componentes posean características materiales de la mayor pureza posible, facilitando tanto su regeneración o bien su degradación e incorporación a la tierra. Así el Diseño C2C, representó la implementación del modelo económico circular en áreas propias de ciertas disciplinas proyectuales, así como, en la producción industrial misma. Puede considerarse que ésta completa visión, cierra los ciclos de vida de los productos, del mismo modo que lo hacen los propios ciclos de la naturaleza.

En concordancia con lo anterior, el diseño regenerativo propuesto por Lyle, JT. (1996) apuesta por el desarrollo de sistemas restauradores de ecosistemas. El material orgánico (biótico) y sintético (abiótico) usado, no sólo es metabolizado por el entorno, sino que se convierte en nuevos materiales y productos viables, sin usar energía adicional. Los materiales orgánicos y bióticos del diseño regenerativo equivalen a los nutrientes biológicos (reintegrados) y técnicos (regenerados) de la terminología *Cradle to Cradle*. De esta forma el objetivo definido por el diseño regenerativo es enfocarse en la creación de sistemas humanos, que no contemplen en su concepción base, la posibilidad de ser desechados.

Janine Benyus (2012), plantea el recuperar como base de conocimiento, la síntesis de los procesos naturales para poder resolver problemáticas del ser humano. Definiendo tal modelo como biomímesis (*biomimicry* en Inglés), el cual establece sus ejes fundamentales en tres principios básicos: la naturaleza como modelo (a estudiar y emular); la naturaleza como medida (estándar para cuantificar lo correcto de las innovaciones); y la naturaleza como mentor (contemplar y estimar en pos de la enseñanza, no de la extracción) Cambiando la visión especulativa industrial al límite de lo admisible en su relación con lo natural, a la de valoración de señales de nuestro entorno, para lograr un buen vivir de forma saludable y sostenible en la Tierra.

Para la cuestión del problema de diseño, Aziz y El Sherif (2016) señalan que, la biomímesis nos permite acercarnos a la solución desde dos enfoques:

1. aislar una necesidad o desajuste humano y proceder a analizar como otros organismos y ecosistemas resuelven problemáticas similares (enfoque *top-down*, de arriba hacia abajo).
2. se identifica una característica o función específica de un organismo o ecosistema, se analiza e investiga para poder imitarlo e innovar en diseño aplicado (enfoque *bottom-up*, de abajo hacia arriba).

Por otro lado, la economía del rendimiento (*performance economy*) planteada por el arquitecto y economista Walter Stahel (2010), establece como objetivo fundamental la extensión de la vida útil del producto. Lo cual, mediante el desarrollo de bienes de larga duración y posibilidades de reacondicionamiento de estos mismos, se pudiera eventualmente propiciar la no generación de residuos; otorgando además una notable importancia a la venta de servicios por sobre la venta de productos. Así mismo, a Stahel

se les atribuye en el año 1976 el inicio de la economía de bucles, así como de la expresión de la cuna a la cuna (*cradle to cradle*), lo que termina en el esbozo de los principios que más adelante se conocerían como la economía circular.

Lo anterior, es procesado por el modelo denominado como Capitalismo Natural (*Natural Capitalism*), propuesto por el ecologista P. Hawken, el físico A. Lovins y la socióloga H. Lovins (2007). Quiénes en el año 1999 y como una crítica hacia el paradigma del capitalismo tradicional, sus principios basados en el dominio de la propiedad, el valor del dinero y los bienes de capital, se contraponen a este, relevando la importancia del valor del capital humano y del capital natural. Su tesis estaba sustentada por el paso de una economía de consumo, hacia una economía de los servicios; con la posibilidad de poder reinvertir los beneficios económicos obtenidos, en garantías efectivas para la conservación de los recursos naturales. Sus principios básicos para ir en pos del desarrollo sin impactar negativamente los ecosistemas, pueden sintetizarse en los siguientes: reducción de desperdicios y ciclos destructivos de los recursos, aumentando por ende la productividad natural de los mismos; buscar esquemas productivos basados en modelos biológicos como referencias directas; modelos de negocios basados en soluciones y no en productos; avanzar hacia un paradigma socioeconómico que privilegie el flujo de servicios por sobre lo manufacturado y asegurarse que el negocio restaure, sostenga y expanda los ecosistemas del planeta.

En el año 2011 el economista Belga Gunter Pauli, impulsa el modelo de la economía azul (*blue economy*), el cual se opone a la visión de elite que propugna la economía verde (Lander, 2011). Espacio donde los productos ofrecidos bajo un robusto marketing ecológico sólo serán factibles de ser adquiridos por unos pocos individuos con un alto poder económico (Goleman, 2012). El supra reciclaje (*Upcycling*) es un representante de este modelo, convirtiéndose en un concepto profusamente utilizado en la actualidad por muchos arquitectos y diseñadores, en pro de la causa ecológica. Pero con una clara intención de posicionarse como una suerte de arte elitista, con bajo nivel utilitario, de alto costo y sin una relación meridianamente cercana, a la definición de sustentabilidad. El principal motivo argumentado, es que se responde a proyectos de diseño único – de autor preferentemente – y fuera de los parámetros de la manufactura industrializada. Estando, por cierto, solamente dentro de un rango de expresión artística, cercana al trabajo de carácter más bien artesanal y subjetivo (Núñez y Alías, 2015).

La propuesta de Pauli y su economía azul en cambio, se centra bajo una óptica más cercana al desarrollo endógeno local y las ventajas comparativas que proveen las características propias, físicas y ecológicas de un determinado territorio (Boisier, 2004). Por lo que el aprovechamiento innovador de las materias primas a la mano y la eficiencia productiva (en pos de la eliminación de residuos), se convierten en una apuesta por la economía local, disminuyendo así los costos y la contaminación generada por el transporte de recursos de zonas geográficas lejanas. En consecuencia, los ecosistemas sostenibles, supondrían por tanto una asociación entre ser humano y naturaleza, en pos de un mutuo beneficio.

En ese sentido, la ingeniería ecológica aparece como una respuesta a la necesidad creciente de proveer intervenciones – manejo *in situ* o *ex situ* – en condiciones reguladas o semi reguladas, de poblaciones, comunidades y ecosistemas con el fin de rectificar una o varias dinámicas bióticas o físico químicas del ambiente. Resultando de manera favorable para la sociedad, pero a la vez, en compatibilidad con la conservación de los equilibrios ecológicos y del potencial adaptativo del propio ecosistema intervenido. Sus objetivos se encuentran en el diagnóstico, diseño, ejecución y seguimiento de técnicas y métodos para reducir impactos sobre los ecosistemas, propiciando su conservación o su restauración (Mitsch y Jørgensen, 2003).

2.7.3. El ecodiseño como metodología

En un hegemónico escenario, de mercados globales de consumo y sus claras consecuencias para el medioambiente, el ecodiseño se presentó como una metodología y un medio viable para el desarrollo de productos y servicios. La que, en su implementación, buscaría la optimización de los recursos económicos y naturales desde el ciclo productivo mismo, de una forma más efectiva. Reduciendo externalidades, al considerar la minimización de residuos en el término de ciclo la vida útil del producto (Brezet et al., 2001). Las normativas europeas, implementadas ya desde la década de los noventa, han permitido la reglamentación estricta para la ejecución de procesos productivos y estos traducido finalmente en productos. Logrando obtener efectivamente, disminución de los impactos ambientales, como también sustantivos beneficios económicos y por ende competitivos, a largo de toda la cadena de valor. En la actualidad, se ha convertido en un real instrumento de rentabilidad ambiental – sobre todo en los países industrializados – por el aporte que éste significa en la prevención de residuos y en consecuencia en la reducción de costos. Dicha metodología, fue la derivación lógica de la ecología industrial, qué desde una perspectiva de sostenibilidad, considera a la ecoeficiencia como una herramienta que apunta directamente a la racionalización de los recursos naturales, pero también, a la obtención de beneficios que permitan abrirse a interesantes oportunidades comerciales, dentro de una gestión empresarial con una fuerte mirada medioambiental (Aranda y Zabalza, 2010); algunos de los posibles logros:

- Reducción de costos de producción
- Optimización de la calidad y aumento de la vida útil de los productos
- Selección de recursos más sostenibles o con menor utilización de consumo energético
- Utilización de energías y tecnologías más limpias
- Minimización de los costos de gestión de residuos y desechos
- Compromiso con políticas y normativas gubernamentales
- Compromiso con la consciencia del nuevo consumidor ambientalista

La norma ISO 14.006 (2011) define al ecodiseño como la: *"Integración de aspectos ambientales en el diseño y desarrollo del producto con el objetivo de reducir los impactos ambientales adversos a lo largo del ciclo de vida del producto"* (p.2). Por lo que, la amplia consideración de esta metodología para poder analizar el ciclo de vida, ACV (LCA, siglas en inglés) de los flujos de materia y energía de un producto o proceso, han permitido la proliferación de métodos, que han ayudado a detectar eficazmente oportunidades de optimización ambiental en todo el sistema (empresa, proveedores, distribuidores y usuarios) y lo han posicionado por lo tanto, en una herramienta primordial para la toma de decisiones y la planificación con miras de un diseño sostenible.

La relevancia del ACV se sustenta en dos conceptos básicos: i) cuantificación de indicadores como unidad de medida ambiental; permitiendo relacionar los impactos posibles con los distintos problemas ambientales existentes bajo un contexto determinado. ii) establecimiento de prioridades ambientales; permitiendo analizar los impactos durante todo el ciclo de vida de un producto, identificando así las prioridades para definir las estrategias preventivas para un mejoramiento del desempeño ambiental (Suppen y van Hoof, 2005).

Es posible diferenciar a su vez, dos metodologías de ACV que pueden asumirse de acuerdo al tipo de proyecto y alcance pretendido por el mismo (Chambouleyron et al., 2003). La primera responde a un ACV del tipo cualitativo, de un nivel de precisión relativo, pero fácil y al alcance para poder ser aplicado. Proporciona generalmente un panorama general de los impactos ambientales de un producto y donde poder focalizar la toma de medidas. Las herramientas mayormente ocupadas giran en torno a la aplicación de listas de verificación o matrices de entrada doble para el ecodiseño. La segunda metodología es del tipo cuantitativo y es la que pudo estandarizar la ISO (ISO 14.040:2006) y se constituye como un óptimo método para poder evaluar productos, procesos y actividades, identificando las fases más críticas sus principales causas y proponer en consecuencia soluciones con el menor impacto posible. Para esto, es necesario la identificación de eco indicadores, lo que permite obtener resultados numéricos factibles de ser interpretados para una eventual evaluación de los requerimientos medioambientales. Su aplicabilidad, sin embargo, es costosa y de compleja implementación. Algunas herramientas del tipo cuantitativo son, el MIPS (*Material Intensity Per unit of Service*) y el CED (*Cumulative Energy Demand*).

Los proyectos en donde el ecodiseño este considerado, requieren una óptica de gestión organizativa empresarial y preferentemente por parte de los equipos desarrolladores, un alto nivel de concurrencia colaborativa y de coordinación para la obtención de los objetivos propuestos. Dicho enfoque necesita por tanto, de unas herramientas y un esquema de planeación especialmente diseñado para tal fin. De acuerdo a lo anterior, es menester el poder presentar las metodologías de ecodiseño más frecuentemente utilizadas en la actualidad y las fases principales que las componen. Por lo que a continuación, se presenta una breve explicación, procedencia y alcances generales de cada una de ellas.

2.7.3.1. Metodología PROMISE. La Universidad Tecnológica de Delft, Holanda, en el año 1994 crea la metodología, para que en 1997 se publique el manual PROMISE –

Desarrollo de productos, con el medio ambiente como estrategia de innovación – bajo la colaboración del Programa de la Naciones Unidas para el Medio Ambiente (UNEP) con el nombre de , *Ecodesign: a promising approach to sustainable production and consumption* (Brezet y van Hemel, 1997) En él se expone una metodología de ecodiseño estructurada en siete fases, que constituye un desarrollo de la metodología de diseño de productos propuesta por la VDI 2221 (Norma alemana para el proceso de diseño, *Verein Deutscher Ingenieure*), que define una serie de principios para el diseño, válidos para todas las ramas de la industria.

Las ocho (8) estrategias de ecodiseño, aparecieron como una integración de criterios de carácter ambiental, que debían tomarse en cuenta al momento de proceder con el proceso de desarrollo de productos; pero entendiéndose que cada producto es muy diferente del resto, desde el concepto, pasando por su proceso de elaboración hasta llegar a su fin de vida. Es importante por lo demás, tener muy en cuenta que, debido a la estrecha relación de las diferentes etapas del ciclo de vida del producto con las posibles mejoras ambientales a aplicar, ha de ponderarse la influencia del impacto que una etapa podría tener en la otra. En este sentido van Hemel (1998, en Wever y Vogtlander, 2014), establece la denominada rueda estratégica de ecodiseño de LiDS (*Life cycle design strategy Wheel*, significado de las siglas en inglés). Dicha rueda posee ocho (8) estrategias que, para facilitar su aplicación, establece cuatro niveles claros y diferenciados en los cuales eventualmente podrían moverse las mejoras del producto; estos son: conceptualización; fabricación; utilización; fin de vida.



Figura 19. Rueda estratégica de ecodiseño. Fuente: desarrollo del autor a partir de van Hemel, 1998 en Wever y Vogtlander, 2014.

Desprendidas de estos 4 niveles de aplicación, las 8 estrategias se entienden por tanto, como una fuente de referencia para la elaboración de ideas o alternativas de diseño, guiando el trabajo de proyectual de una forma más efectiva para poder abordar problemas medioambientales en los productos. Las estrategias (figura 19) desde la número uno hasta la siete, son las que pueden asociarse al ciclo de vida del producto y pueden establecerse como opciones de mejora en tiempos cortos y medios para la evolución del producto. A diferencia de la estrategia cero, que plantea una visión a largo plazo y cuestiona en el fondo, en que grado las soluciones actuales cumplen con las necesidades de los usuarios. Abriendo de este modo, un espacio al desarrollo de nuevos conceptos altamente funcionales y compatibles con el medioambiente.

Finalmente, a las estrategias se les puede asociar ciertas medidas a considerar y que eventualmente pueden ayudar a fijar un plan de trabajo mas claro, al equipo que va a llevar a cabo el desafío diseño (tabla 4).

Tabla 4. Estrategias y medidas de ecodiseño. Fuente: desarrollo del autor según van Hemel,1995.

ESTRATEGIAS	MEDIDAS
0. Nuevo Concepto	-Desmaterialización: Disminución de material. -Multifuncionalidad: aumento de las funcionalidades como producto. -Uso compartido del producto: maximización del uso del producto. -Servicio en lugar de producto (un servicio, que sustituya al uso de un producto).
1. Materiales de bajo impacto	Materiales: - Más limpios. - Renovables. - De menor contenido energético. - Reciclad. - Reciclables.
2. Reducción del uso de materiales	Reducir el uso de material: - Peso, volumen. - Utilización de sistemas plegables, apilables, etc.
3. Optimizar la producción	- Técnicas de producción alternativas. - Menos etapas de producción. - Consumo de energía menor. - Menor producción de residuos. - Consumibles de producción más limpios.
4. Optimización del sistema de distribución	Seleccionar formas de distribución ambientalmente eficientes: - Envases menos/más limpios/reutilizables - Transporte energéticamente eficiente
5. Reducción del impacto durante uso	- Menor consumo de energía - Fuentes de energía más limpias - Menor necesidad de consumibles - Consumibles más limpios
6. Optimización de la vida útil	- Finalidad y durabilidad - Mantenimiento y reparación más fácil - Estructura modular del producto - Diseño clásico - Fuerte relación producto-usuario
7. Optimización del sistema de fin de vida	- Reutilización del producto - Re fabricación /modernización - Reciclado de materiales

2.7.3.2. Metodología EDIP. La Universidad Técnica de Dinamarca en 1997, en conjunto con un grupo de compañías industriales, la Confederación de Industrias Danesas y la Agencia de Protección Medioambiental de dicho país, hicieron el esfuerzo por desarrollar la denominada metodología EDIP (sigla en inglés del término, *Environmental Design of Industrial Products*). Esta metodología establece el uso del LCA (*Life Cycle Assessment*, análisis del ciclo de vida en español) como herramienta fundamental para la toma de decisiones de carácter medioambiental (Otero et al., 2011). Una de las características relevantes, se encuentra en la capacidad de ir más allá de una sola evaluación, sino que también permite la integración de manera activa al trabajo desarrollado por el equipo de diseño. En este sentido, es posible apreciar en dicha estructura, organización de tareas que pueden identificarse tanto con el especialista medioambiental, así como con el diseñador industrial.

2.7.3.3. Metodología EcoRedesign. Nació bajo el alero del Centro de Diseño de la RMIT University, Melbourne, Australia; el ahora Departamento de Medioambiente australiano (antes *Enviroment Australia*) y aportes de empresas participantes. Se estructuró bajo un modelo similar al planteado en Europa, pero acondicionado a la realidad australiana y en un enfoque colaborativo entre industria y academia, con el objetivo final de posibilitar la transferencia tecnológica y la generación de conocimiento. Los resultados se fueron dando por etapas, siendo la primera, la ejecutada entre el año 1993 y 1997, difundiendo dichas investigaciones, bajo la publicación de acceso público EcoRedesign.9 (Lewis et al., 2016).

Uno de los puntos de interés por señalar, se relaciona con la fase del desarrollo de un nuevo producto. Donde se propone una jerarquización de ideas y estrategias potenciales de mejora, considerando la interrelación entre la mejora medioambiental, la variable de factibilidad técnica, así como, la económica (figura 20).

2.7.3.4. Metodología Ihobe. La Sociedad Pública de Gestión Ambiental del Gobierno Vasco Ihobe S.A , publica en España (2000), el Manual Práctico de Ecodiseño. Operativa de Implantación en 7 pasos. Dicho Manual, aparece como una forma de poder familiarizar al empresariado vasco respecto del significado y los alcances del ecodiseño. El documento, además de tener como objetivo la socialización del concepto de producción limpia y el énfasis en la importancia del concepto ciclo de vida asociado a los productos, estableció una sencilla metodología, para que en tan solo 7 pasos se pueda propiciar la integración de criterios ambientales en el trabajo de diseño de productos industriales.



Figura 20. Jerarquización ideas de diseño. Fuente: desarrollo del autor según Centre for Design at RMIT, 1997

La metodología, presenta siete (7) etapas correlativas para abordar un proyecto desde la óptica del ecodiseño. Su aplicabilidad, puede hacerse efectiva ya sea en grandes empresas, así como, para la implementación en PYMES que desarrollan productos. Ya sea, para las que realizan solamente diseño industrial, o al menos las que tengan influencia sobre la toma de decisión en términos del diseño incorporado a sus productos. La tabla 5, muestra resumidamente las claves de cada una de las etapas de la metodología, así como los objetivos de cada etapa y la planificación en términos de horas asignadas de trabajo, que cada etapa podría suponer al interior de una empresa.

Tabla 5. Etapas y planificación en horas según metodología lhobe. Fuente: desarrollo del autor a partir de lhobe, 2000.

OBJETIVOS	PLANIFICACIÓN (hrs)
Etapa 1. Preparación del proyecto Organización del proyecto: - Selección del equipo de trabajo. - Selección del producto a eco diseñar. - Investigación de los Factores Motivantes para hacer Ecodiseño	10-20 horas
Etapa 2. Aspectos ambientales - Análisis de los principales aspectos ambientales del producto en TODO su CICLO DE VIDA.	20 - 50 horas
Etapa 3. Ideas de mejora - Generar y priorizar ideas de mejora para el producto	20 - 80 horas
Etapa 4. Desarrollar conceptos - Desarrollo de un pliego de condiciones TÉCNICO - AMBIENTAL y generación de alternativas conceptuales del producto en base a dicho pliego de condiciones.	50 - 80 horas
Etapa 5. Producto en detalle - Definición del producto en detalle.	280 - 480 horas
Etapa 6. Plan de acción - Establecer un plan de acción para todas las medidas de mejora ambiental pendientes para el producto a medio y largo plazo. - Integrar definitivamente el Ecodiseño en las herramientas de diseño, así como en las herramientas de gestión de la empresa.	10 - 50 horas
Etapa 7. Evaluación Evaluar los resultados del proyecto para sacar conclusiones y aprender a transmitir los resultados interna y externamente de manera periódica.	40 - 60 horas
Total de horas asignadas	430 – 820 horas

2.7.3.5. Metodología Norma UNE 150301. La metodología nace de la norma 150301 en el 2003, como una forma de poder reconocer en su aplicación y mediante la certificación, a las organizaciones que eco diseñan (Alonso, 2006). Su implantación, facilita a la organización y a sus equipos de diseño, la incorporación de una sistemática para identificar, controlar y mejorar de forma continua los aspectos ambientales de los productos y servicios que se diseñan, sin transferir los impactos de una etapa a otra del ciclo de vida. Dicha norma certificable, es compatible con otros sistemas como los son el ISO 9001 e ISO 14001.

2.7.3.6. Metodología PILOT. La metodología PILOT (*Product Investigation, Learning and Optimization Tool for Sustainable Product Development*) se ha convertido en una de las metodologías más utilizadas en la actualidad por el ecodiseño. Permite establecer mejoras de un producto desde la perspectiva medioambiental de manera sencilla, pero desde el lenguaje del diseño (tabla 6). Lo que facilita la implementación directa en el proceso que ha de ser considerado para el desarrollo del producto. Según Wimmer et al. (2004), dicho instrumento aborda el ecodiseño desde tres perspectivas: i) vida del producto, en la que se aprende todo sobre el ecodiseño; ii) desarrollo, basado en la aplicación del ecodiseño a los nuevos productos; iii) mejora, que consiste en el rediseño de los productos existentes. Se basa en la categorización de los productos, en 5 tipos (de la A hasta la E) y según impacto medioambiental, así como el ciclo de vida para su clasificación. Lo que permite establecer un panorama claro de la realidad del producto, así como, de los campos de acción necesarios a abordar respecto de la aplicación de ecodiseño.

Tabla 6. Fases de la Metodología PILOT. Fuente: elaboración del autor a partir de Wimmer et al., 2004.

FASES DE ECODISEÑO	ETAPAS DE LA METODOLOGÍA
1. Selección del producto	-Qué producto va a ser seleccionado. -Cuál es el producto estrella de la empresa o con el mayor impacto ambiental. -Rediseño o nuevo producto.
2. Formación del equipo	-Equipo multidisciplinar. -Consultor ambiental. -Mediador.
3. Definición estructura de proyecto	-Oportunidades del proyecto. -Objetivos. -Tiempo asignado, por periodos. -Responsables. -Presupuestos.
4. Preparación del proyecto	Producto seleccionado, equipo, estructura del proyecto.
4.1. De acuerdo a el Ciclo de Vida	-Definición de las fases del producto. -Análisis de las entradas y salidas del sistema. -Jerarquización de los impactos ambientales del producto.
4.2. Selección de estrategias y parámetros	-Identificación de las áreas a mejorar -Identificación de la estrategia adecuada para el proyecto.
4.3. Implementación del desarrollo del producto	-Identificar aspectos ambientales a mejorar. -Búsqueda de soluciones aplicables al producto. -Definir la solución y diseño de detalle.
4.4. Coordinación de la gestión medioambiental	-Establecer las estrategias y parámetros. -Integrar objetivos medioambientales de producto en Sistema de Gestión Medioambiental. -Seguimiento de los objetivos.

PILOT, propone estrategias específicas para cada fase del ciclo de vida del producto, para lo que primeramente hay que analizar en cuál de sus fases se producen los impactos negativos más importantes. Una vez realizado este análisis, se clasifica el producto según la siguiente tipología:

1. Tipo A: Materia prima intensivo
2. Tipo B: Fabricación intensivo
3. Tipo C: Transportación intensivo
4. Tipo D: Uso intensivo
5. Tipo E: Disposición intensivo

2.7.4. Pensamiento de ciclo de vida, análisis del ciclo de vida y ecodiseño

Con el objeto de poder alcanzar la sostenibilidad, la eficiencia energética y los recursos debieran ser entendidos de un modo más global y en este sentido, aventurarse a ir más allá del perímetro de la empresa, que ya es de dominio seguro de la denominada ecología industrial. Se requiere así, la consideración de instrumentos que permitan contemplar el proceso, de un modo más completo en pos de la rentabilidad económica, la consideración ambiental y social. Apelando de este modo a lo que se denomina: pensamiento de ciclo de vida de producto (*Life Cycle Thinking*).

Dicho pensamiento según Aranda & Zabalza (2010), apela a un enfoque supra procesos productivos y de manufactura; asumiendo como valorable también, los aspectos medioambientales, sociales y económicos durante todo el ciclo de vida de un producto o servicio. En donde los objetivos principales que se consideran van dirigidos hacia la reducción en el uso de los recursos y las emisiones medioambientales, en coordinación con una óptica sostenible que es factible resumirla en lo que se denomina filosofía 6RE:

1. RE-pensar el producto y sus funciones
2. RE-parar, mediante la facilidad para el arreglo de piezas o sistemas defectuosos
3. RE-emplazar sustancias dañinas por otras más seguras
4. RE-usar, diseñar para que sus partes y componentes puedan ser reutilizables
5. RE-ducir energía, emisiones, materiales e impactos socioeconómicos
6. RE-ciclar, seleccionar y diseñar a partir de materiales recuperables

Dentro de este marco, es preciso gestionar y analizar el rendimiento de la sostenibilidad de los productos y servicios. Aparece así, lo que se conoce como la gestión del ciclo de vida, que viene a definir un esquema que permite operativizar el pensamiento de ciclo de vida al interior de las empresas, aplicando mejoras continuas a los sistemas, así como, políticas globales de productos (Stark, 2020).

La gestión del ciclo de vida no puede asociarse a una metodología rígida, sino más bien corresponde a un proceso dinámico y voluntario, que es factible poder ser adaptado a las necesidades y tamaños diversos de las empresas (Pymes por ej.). En este esquema (figura 21) se representan los 3 pilares que fundamentan el desarrollo sostenible, el medioambiente, la dimensión social (salud, seguridad etc.) y aspectos económicos, los cuáles pueden ser cuantificados por ejemplo, por lo que se conoce como el análisis de ciclo de vida o el análisis de costo del ciclo de vida (LCC).



Figura 21. Gestión del ciclo de vida. Conceptos operativos y herramientas. Fuente: reproducido por el autor desde Aranda y Zabalza, según UNEP 2010

El ACV o análisis del ciclo de vida (LCA, *Life Cycle Assessment*) es una técnica que resulta muy valiosa para la mejora en gestión ambiental o desarrollo de criterios ambientales para el desarrollo de productos. La Norma ISO 14040, define al análisis de ciclo de vida como una técnica para determinar los aspectos ambientales e impactos potenciales asociados a un producto, a través de, “una compilación y evaluación de las entradas, salidas y los impactos ambientales potenciales de un sistema de producto” (p.6).

Si bien es cierto, en un inicio las preocupaciones medioambientales fueron dirigidas básicamente a los procesos, se pudo establecer que los mayores impactos de los productos estaban en su uso, así como en su fin de vida útil y no en su fabricación (Keoleian y Menerey, 1993). Por lo que su enfoque en la actualidad contempla aspectos que confieren mayor integridad al perfil ambiental, con el que se requiere evaluar al producto (derivados desde la óptica del DfE, *Design for Environment*, Diseño para el Medioambiente en español), los cuales pueden reconocerse en las siguientes etapas: extracción de materias primas; procesamiento de materiales; producción y montaje; distribución; uso y servicio; reutilización y reciclaje; retiro y eliminación (figura 22).

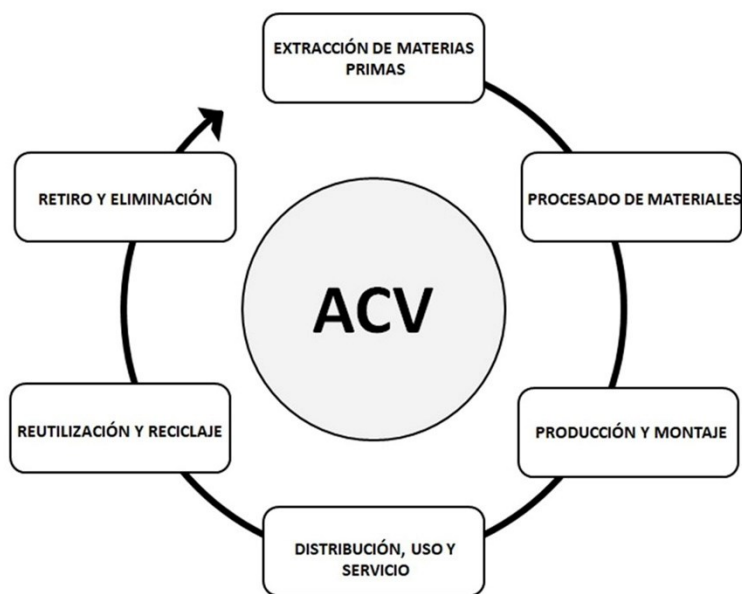


Figura 22. Rueda análisis de ciclo de vida de un producto. Fuente: elaboración del autor según UNE 150301: 2006, base de ISO 14006.

Las herramientas existentes para la reducción de impacto ambiental (como ecodiseño, EDIP, etc.), son diversas y numerosas, pero es claro que todas necesitan cuantificar y ponderar los impactos que deja un producto tras su ciclo de vida (emisiones residuos, riles etc.). En este espacio, la técnica de ACV se ha convertido en la más extendida para dicho objetivo, permitiendo colaborar en la identificación de mejoras medioambientales, así como, en la toma de decisiones para la industria o instituciones encargadas del diseño o rediseño de productos o procesos. Así como también, en la selección y medición de indicadores de comportamiento medioambiental y la consiguiente preocupación por los aspectos comunicativos o marketing derivado de la eventual certificación. Las siguientes, son algunas implicancias positivas, que Sanz (2014) atribuye a un ACV y que puede ayudar a propiciar en la medida de su implementación y los posibles resultados de mejora en el desarrollo de productos:

- Al reducir el consumo energético se mejora la gestión ambiental y se reducen los costos de producción.
- Al minimizar la cantidad de material utilizado o cambiarlos por otros renovables o más fácil de reciclar, se reduce el consumo de recursos y el costo de materia prima.
- Al optimizar las técnicas de producción, se reduce el tiempo de entrega, se mejora el impacto ambiental de los procesos y la empresa mejora su capacidad innovadora.
- Al optimizar el peso y volumen de un producto, junto con el empleo racional del embalaje, se contribuye a una menor utilización de materiales, así como se minimiza el gasto energético por concepto de transporte optimizando como consecuencia los costos.
- Al minimizar el uso de combustibles o energía asociada a los procesos o en el uso, se reducen emisiones, así como costos traspasables al usuario.
- Al considerar el mantenimiento y reparación de los productos, se alarga el ciclo de vida útil de los productos y se consumen menos recursos.
- Al reducir el número de componentes tóxicos y peligrosos, se reduce el impacto el impacto sobre la salud humana y el medioambiente.
- Al reducir las emisiones (sobre agua, aire y suelos) se minimiza la degradación de los ecosistemas.
- Al favorecer la utilización de productos más ecológicos, se ve favorecido el ecosistema, el ser humano, así como la conservación de los recursos naturales.

A su vez, las fases y modo de aplicabilidad del ACV que según la Norma ISO 14040 (2006) plantea en su metodología, son las siguientes y pueden apreciarse en la figura 23.

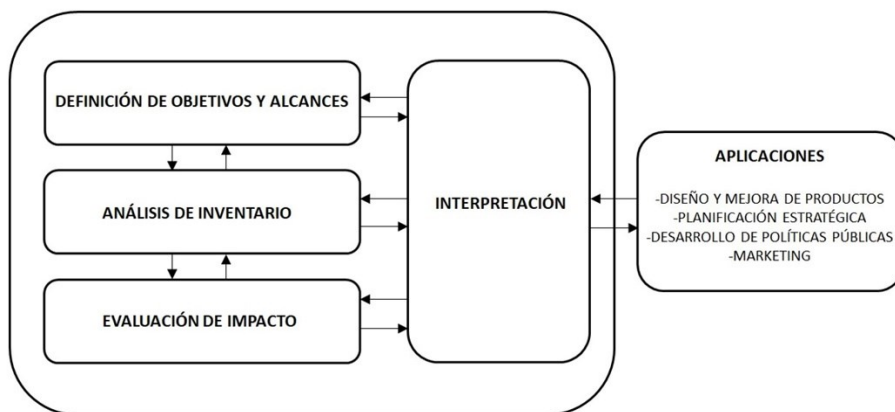


Figura 23. Principios y marco de referencia ACV y aplicaciones. Fuente: elaborado por el autor a partir de ISO 14040:2006.

2.7.5. Ecodiseño, ecoeficiencia y ecoinnovación

Queda establecido que, el ecodiseño es el conjunto de acciones dirigidas hacia la mejora medioambiental de un producto desde la etapa inicial del diseño y contemplando todo su ciclo de vida, con miras a minimizar los impactos negativos en el entorno. Aranda y Zabalza (2010) sostienen que, los criterios esenciales para el diseño de productos debieran estar necesariamente centrados en la planeación para durabilidad, reparabilidad, actualización y reciclado. Lo que nos permite estimar que, el ecodiseño sería un método asociado íntimamente con el análisis del ciclo de vida, ya que desde sus evaluaciones, es posible desprender pautas que permitirían implantar políticas de ecodiseño aplicables en las empresas. Permitiendo la consideración de procesos de detección y eliminación de materias primas y procesos productivos con niveles importantes de toxicidad, así como, la minimización de componentes y tipos de materiales para un producto ambientalmente amigable.

Así, la eficiencia ambiental para la empresa en la actualidad se vuelve necesaria e incluso imprescindible, si lo que se persigue es poder gestionarla de manera sostenible. El balance dado entre los recursos consumidos, la energía utilizada y los residuos producidos, deben ser reducidos en pos de un mínimo impacto ambiental, pero también, en la búsqueda de una reducción de costos para poder explotar productivamente una empresa. La ecoeficiencia según Lehtinen y la *World Business Council for Sustainable Development*, WBCSD (2000), se origina cuando, una empresa es capaz de ofertar productos y servicios a un precio competitivo. Satisfaciendo necesidades humanas, e incrementa-

do la calidad de vida; reduciendo progresivamente el impacto medioambiental y la intensidad del uso de recursos a lo largo del ciclo de vida productivo, al menos hasta la capacidad de carga del planeta. En otras palabras, tener la capacidad de producir más con los menos recursos posibles o bien crear el mayor valor posible con el menor impacto posible.

Para Aranda y Zabalza, la ecoeficiencia debe gatillar la innovación, así como estar atenta a concurrir a lo largo de cualquier punto del ciclo de vida del producto, desde la reingeniería de los procesos, hasta la revalorización de los subproductos. Pasando por el rediseño de sus productos o incluso planteando nuevos mercados, nuevas funcionalidades o bien, ser capaz de incursionar en la economía de los servicios.

Así mismo, la implementación efectiva de un programa ecoeficiente en las empresas, requieren una adaptación apropiada de los sistemas productivos existentes a las nuevas necesidades de mercado y medioambiente que necesariamente se van originando. Entendiendo por tanto que, se hace del todo necesario contar con la habilidad por parte de las compañías, en la incorporación exitosa de métodos ecoeficientes sin perder calidad o valor asociado a sus productos o servicios. Algunas estrategias clave sugeridas por Fernández et al. (2009):

- Reducir la cantidad de material requerido en la producción de los bienes y servicios.
- Reducir la cantidad de energía requerida en la producción y entrega de los bienes y servicios.
- Reducir las emisiones tóxicas.
- Diseñar los productos para ser reciclables.
- Maximizar el uso de recursos renovables en la producción y transporte de los productos y servicios.
- Diseñar productos durables y fáciles de reparar.
- Diseñar productos que sirven a múltiples propósitos y que pueden ser fácilmente mejorados.

El término ecoinnovación para Jones et al. (2001), se presenta cuando se consideran requerimientos medioambientales desde la fase de definición de producto, con el objetivo de poder innovar fuertemente en la fase de diseño conceptual. El avance, para los productos sostenibles en la industria normalmente es gradual y progresivo, por lo que las mejoras obtenidas por ecodiseño sin duda que son menores, si es que son comparadas con las generadas aplicando eco innovación. Para Nuij (2001), esto se entiende por la tendencia de las empresas de ir asomándose de a poco al tema medioambiental, situando normalmente sus proyectos en etapas inferiores de inicio (figura 24). Por lo que el ecodiseño, se va estableciendo como una modalidad de optimizar incrementalmente el producto en primera instancia, limitando su campo de acción, pero asegurándose de integrar con regularidad la práctica al interior de la empresa. Accediendo a niveles más innovativos (comparativamente hablando) cuando la compañía ya es capaz

de eco diseñar y facilitándose la toma de riesgos para acometer el desarrollo de nuevos productos con requerimientos medioambientales. Encontrando por tanto en esa etapa, menos prejuicios para acceder a soluciones de mayor audacia.

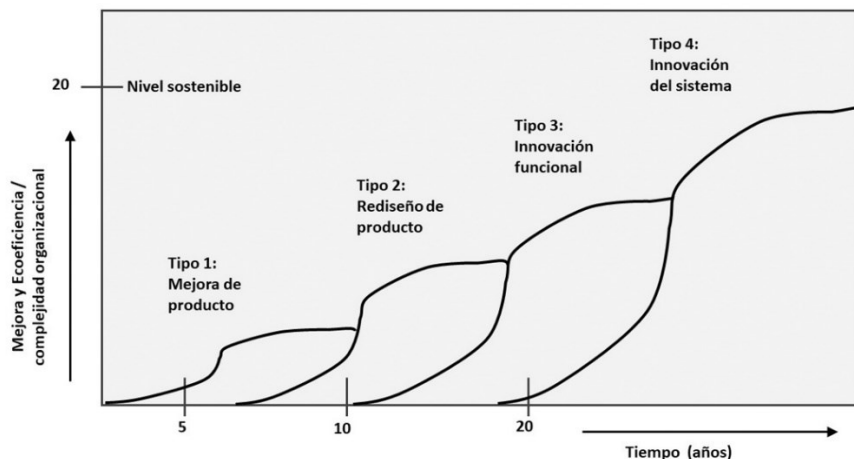


Figura 24. Niveles de ecoeficiencia e innovación incremental. Fuente: reproducido por el autor desde Nuij, 2001.

De acuerdo a lo anterior es dable poder identificar 3 fases que deben asumirse como necesarias para la Eco innovación:

- Determinar los aspectos ambientales. (a partir de estrategias como *LiDS Wheel*, *Ecodesign PILOT*, *ACV*, etc.)
- Desarrollar ideas a partir de los aspectos ambientales para innovar en diseño de productos
- Evaluar el impacto ambiental de las soluciones propuestas

La WBCSD (2006) define 7 indicadores que las empresas podrán adoptar para evaluar sus propuestas en términos de ecoeficiencia, se conocen como indicadores REDUCES:

1. reducción de materiales en productos y servicios.
2. reducción de energía en productos y servicios.
3. reducción de los niveles de toxicidad asociados.
4. optimizar la recuperabilidad de los materiales.
5. maximizar la utilización de recursos renovables.
6. extensión de durabilidad de los productos.
7. intensificación de servicios por sobre los bienes.

2.8. Desarrollo sostenible y escenario actual para la ecoeficiencia

Entender el desarrollo desde la industria a través de un camino de carácter sostenible, se condice con el necesario desafío de enfrentar la problemática de sus procesos y desde una perspectiva ecoeficiente. Dicha premisa según Whiting y Carmona (2019), permite focalizar los principales ejes de acción, en dos puntales esenciales: a) ponderar la optimización de los recursos naturales (evitando su depredación para la obtención de materiales); b) minimización de la contaminación ambiental producto de los procesos productivos derivados.

La preocupación por el deterioro medioambiental fijó en el año 1972 (Conferencia de Estocolmo), como el hito histórico para el comienzo de la formulación de políticas que tuvieran como centro el tema medioambiental y la obtención de recursos naturales. Pero recién en 1992 (Conferencia de Río), se produjo un cambio de paradigma en donde la mirada ambiental, se transformó desde una óptica específica solamente ligada a la política pública, hacia una oportunidad de integrar otros actores hasta el momento excluidos de dicha contingencia, como lo era el segmento empresarial (Carbal et al., 2017). Impulsar el denominado enfoque sostenible, producir más con menos considerando aspectos sociales, ambientales y económicos, posibilitan entonces el abuenamiento de los sectores productivos privados con el tema ambiental, en la medida que, pueden ser reconocidos como participantes comprometidos en el proceso de mejora. Alineando por tanto sus objetivos corporativos para la producción, empleabilidad, rentabilidad e inversión, en una connivencia directa con los requerimientos ambientales requeridos (Poveda-Santana, 2013).

2.8.1. La ecoeficiencia como idea

Desde la década de los noventa del pasado siglo, se impone el concepto de producción más limpia (P+L) como un método válido para la protección del medio ambiente. Según Varela (2003), lo señalado en 1989 por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) define de manera clara lo que se entiende por P+L, reconociéndose como:

(...) una estrategia integrada y continua de prevención, aplicada a los procesos, productos y servicios, con el fin de lograr un uso más eficiente de los recursos, dando lugar a un mejoramiento en el desempeño ambiental, minimizando los desechos y los riesgos a la salud y al medio ambiente (Varela, 2003, p.3).

Si bien es cierto en dicho momento P+L era asociada a la definición de la ecoeficiencia, en la actualidad se establecen ciertas distancias, en razón de la óptica sustentada para la aplicación de determinadas resoluciones. De acuerdo con lo sostenido por

Leal (2005), la P+L es asociada al desarrollo de políticas públicas para acercar a ciertos sectores productivos con el compromiso y cumplimiento de ciertos estándares de relación medio ambiental. A diferencia de la ecoeficiencia, que es entendida como una estrategia de carácter corporativo, la cual fija su punto de partida desde el interior de la empresa y considerándose por lo mismo como una iniciativa eminentemente privada. Pero no por eso, de poco interés o una instancia subvalorada por el estamento público, sino por el contrario menciona Leal, es una estrategia aliada de las políticas públicas y destinada por tanto al estableciendo de una suerte de nueva revolución tecnológica, en donde esta forma de medir la economía y su consiguiente impacto medioambiental consideren un enfoque con una perspectiva práctica y sostenible.

En este sentido es de toda lógica sostener, que esta cuantificación y evaluación den inicio al establecimiento de ciertos indicadores de carácter cuantitativo. Los que puedan entregar luces claras y objetivas de los avances, o bien retrocesos que pudieran darse como consecuencia del desarrollo económico y su consiguiente tensión ambiental (Rincón y Wellens, 2011). Dicha cuantificación, tiende a ecualizar la menor utilización de los recursos naturales, ya sean materiales o energéticos, con su mayor rendimiento productivo; estimando finalmente su impacto medioambiental, debido al crecimiento económico producido, lo que se convierte en un efectivo instrumento – a modo de información válida y objetiva – para el apoyo a las políticas de desarrollo sostenible al interior de una compañía. Propiciando así, un enfoque operativo que se asuma de forma integral, no quedándose tan solo en las externalidades negativas (residuos y emisiones bajo el concepto final de tubería) que es a la postre, la forma tradicional de hacerse cargo del problema.

De acuerdo con lo anterior, diversos organismos internacionales ven comprometido su punto de vista ante la inminente irrupción de la ecoeficiencia como concepto, incorporándola por tanto como mecanismo para la implementación de sus políticas sociales y económicas. Un ejemplo de lo anterior es lo desarrollado por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), la cual, en conjunto con sus países miembros mantienen un plan de evaluación para los avances en torno a la temática de ecoeficiencia. Dicho monitoreo, analiza la información proporcionada por los países, considerando los datos a nivel del estado de situación medioambiental y los indicadores establecidos para tales efectos, los cuales no son propuestos por el organismo, ni solicitados de manera coactiva por considerar la diversidad de políticas existentes en cada uno de sus países miembros; así como de la realidad económica, social y medioambiental de cada uno de ellos. Limitando su accionar, básicamente a la elaboración de recomendaciones y lineamientos generales para el avance en la gestión medioambiental y la sostenibilidad (Rondón y Szantó, 2012).

Uno de los puntos de interés sostenido por el organismo, es la carga económica que ha significado hacerse cargo de los temas medioambientales. Situando el gasto ambiental promedio para el período 1994-2009, entre el 2,3 y 2,5% del PIB (Ferrer y Escalante, 2012; OCDE, 2002), no registrándose efectos perjudiciales para las economías, el empleo y desarrollo asociado al comercio. Sino muy por el contrario, la preocupación

por la ecoeficiencia ha incentivado la innovación tecnológica para avanzar en el cambio de prácticas productivas tradicionales, en pos de la minimización de los impactos como resultados de aquellas. Por lo que, en definitiva, se ha terminado posicionando en un factor cierto de armonización entre la elaboración de políticas de desarrollo sectorial y los requerimientos devenidos de las políticas ambientales.

El Banco Interamericano de Desarrollo (BID), a través del Fondo Multilateral de Inversiones (FOMIN), establecen una política de financiamiento no retornable, para proyectos de empresas o grupos de empresas sectoriales (*clusters*) de la región de América Latina y el Caribe, que consideren en su plan de mejoras, la adopción de procesos más ecoeficientes. Focalizando tal esfuerzo, con especial énfasis en las Pymes (Pequeñas y medianas empresas) y muy especialmente en las de manufactura. Dicha preocupación, está fundamentada en el atraso estructural presentado por dicho segmento empresarial para invertir en innovación y por ende en el tema ambiental. Prospectándose una clara incapacidad futura para mejorar sus métodos productivos, en detrimento de su competitividad y la posibilidad de mantener sus cuotas de mercado o incluso acceder a otros nuevos (OCDE/CEPAL, 2012). Por otro lado, los incentivos principales en la medida de la implantación de procesos más ecoeficientes están del lado de la reducción de los costos, de la menor dependencia de recursos naturales y por ende un mayor margen de beneficio, así como, a una situación de mayor competitividad comparativa asociada a la agregación de valor producto de dicha estrategia (Sinkin et al., 2008).

El FOMIN-BID asume tres instancias de eficacia asegurada para comenzar a aplicar, y así poder obtener financiamiento y mejorar de esta manera la ecoeficiencia al interior de las empresas (OCDE, 1999); por un lado, está la implementación de los sistemas de gestión ambiental (manejo y monitoreo de actividades destinadas a medir, prevenir, limitar, minimizar o corregir daños ambientales al agua, aire y suelo). Por el otro, favorecer una producción más limpia (residuos, ruido y ecosistemas; aplicación de tecnologías que reducen el riesgo ambiental y minimizan la contaminación; y finalmente la optimización y gestión en el uso de los recursos.

La Unión Europea (UE) a través de la Fundación Forum Ambiental (1999) de la Agencia Europea del Medio Ambiente estimó que, la incorporación de criterios de ecoeficiencia de procesos, productos y servicios en la región carecía todavía de una aplicación formal homogénea. Por lo que estableció, un plan marco de trabajo general, en donde se comienza a relevar a la ecoeficiencia como un ponderado enfoque entre la ganancia económica y los beneficios ambientales, determinados principalmente por la participación empresarial. En este sentido, se hace extensiva la idea de implementar concientización ambiental desde el sistema económico hacia la cultura social, destacando la conciliación de la empresa con el medio ambiente, en la medida de que sea capaz de optimizar la gestión de recursos de todo tipo, para posibilitar su funcionamiento efectivo. Por lo que dicha perspectiva, empieza a ir más allá de los conceptos tecnológicos a promover, respecto de la optimización de recursos y su minimización de impactos. Considerando también, cambios culturales tendientes a favorecer nuevas formas de pensar los productos, la producción y los servicios como consecuencia de

cambios en la idea de consumo. En esa línea, el Forum Ambiental sostuvo que en la región, es menester ir fomentando la elaboración de indicadores para la ecoeficiencia. Valorando estos mecanismos como efectivos instrumentos objetivos, destinados al control, seguimiento, comunicación y evaluación de futuras mejoras para el logro de objetivos ambientales medibles factibles de ser implementados.

Para el Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento, y el Banco Mundial (2017), el tema de la ecoeficiencia reviste importancia relativa (no utilizando aún dicho término en sus estrategias) siendo solamente abordado de manera tangencial. Considerándolo relevante hasta el momento, sólo en la medida de poder constituirse en un instrumento que permita concentrar esfuerzos en pos de la erradicación de la pobreza extrema. Promoviendo por tanto, el anhelo de la prosperidad compartida en todos sus países miembros. De acuerdo a lo anterior, es dable sostener que el crecimiento económico, es la medida para abordar de manera sostenible la cuestión medioambiental. Entendiendo de esta manera, que la sinergia que ha de darse entre, la participación empresarial y el compromiso del Banco Mundial para la ayuda de sus países miembros para la gestión de sus economías, debiera ir más allá de la minimización de las emisiones de carbono y la inversión en temas de resiliencia ambiental.

El Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y el Consejo Empresarial Mundial para el Desarrollo Sostenible (WBCSD), realzan la cercanía entre la definición de ecoeficiencia y P+L, entendiendo eso sí, el mayor alcance e importancia de la primera. No limitándose tan sólo, a las mejoras tecnológicas en busca de la prevención de la contaminación ambiental – prácticas que, son del todo necesarias para la definición de políticas públicas en la materia – sino que además, poder ir haciéndose cargo de tópicos tales como la productividad, competitividad, transparencia, ciclo de vida de productos y asociatividad. Destacando muy sustantivamente, el foco dirigido a la creación de valor relacionado con la viabilidad de los negocios, que consideren como misión principal, el cuidado del medio ambiente (Verfaillie y Bidwell, 2000).

2.8.2. Indicadores para la ecoeficiencia

El organismo clave para la promoción del concepto de la ecoeficiencia en el ámbito empresarial, fue el Consejo Empresarial Mundial para el Desarrollo Sostenible (CEMDS o WBCSD su sigla en inglés) en la Cumbre Mundial sobre el desarrollo Sostenible, en Río de Janeiro en el año 1992. En dicha oportunidad y con la idea de que la gerencia empresarial tuviera un rol activo en la conducción de la sostenibilidad, se publica el libro *Changing Course* (Cambio de Rumbo), el cual se convirtió en la década de los noventa, en la lectura obligada para los líderes de empresas que vieron en el emprendimiento ambiental, un válido camino para el desarrollo de sus negocios. Asimilando finalmente, que la ecoeficiencia se define tal y como lo reitera Aranda et al.:

(...) entrega de bienes y servicios con precios competitivos que satisfacen las necesidades humanas y traen mayor calidad de vida, con una reducción progresiva de los

impactos ambientales de los bienes y servicios a través de todo el ciclo de vida para un nivel, como mínimo, acorde con la capacidad estimada que el planeta puede soportar" (Aranda et al., 2011, p.1917).

Por lo que el objetivo primero, estaría puesto en el simple enfoque de producir más con el menor involucramiento de recursos.

En busca de su efectiva puesta en marcha, la CEMDS, ha establecido un marco de definiciones respecto al tema, lo suficientemente instrumental y flexible, que permita en consecuencia hacer extensiva la aplicación del concepto por un amplio y diverso rango de usuarios, empresas y tipologías de negocios. Terminando en un conjunto de definiciones e indicadores básicos, sin ánimo de imponer coercitivamente requerimientos más estrictos.

Según Hernández (2003), lo señalado por el CEMDS identifica acciones concretas, para que las empresas que quieran convertirse hacia las prácticas ecoeficientes lo hagan de una forma estratégica y principalmente desde el interior de estas. Dichas acciones pueden resumirse en siete elementos básicos de operación:

1. Reducción de intensidad del material utilizado en la producción de bienes y servicios.
2. Reducción de intensidad de la energía utilizada en la producción de bienes y servicios.
3. Reducción en la generación y dispersión de cualquier material tóxico.
4. Apoyo al reciclaje.
5. Maximización del uso sostenible de los recursos naturales.
6. Extensión de la durabilidad de los productos.
7. Aumento del nivel de calidad de bienes y servicios.

De acuerdo con lo sostenido por Sturm y Müller (2004), para proceder en la medición de la ecoeficiencia, los indicadores aparecen como protagonistas en la evaluación del rendimiento ambiental y el funcionamiento financiero de las compañías. Encontrando objetivo respaldo, en mediciones científicamente verificables a distintos factores, en especial a los que sean de control directo de las mismas empresas (recomendándose especialmente, hacer énfasis en insumos y productos). Transparentando así, la realidad presente de los incumbentes evaluados y ayudando de esta forma, a la valoración de información relevante para la gerencia y por ende a la toma de decisiones futuras, en los distintos planes de mejoras. De igual modo, se tornan efectivos para los actores externos involucrados, los afectados directos o bien para las autoridades competentes en la temática ambiental.

Según lo dicho por los autores, los indicadores además pueden clasificarse en 2 clases: a) los de aplicación general, que son válidos para cualquier tipo de negocio y que en definitiva se hacen cargo de problemáticas ambientales genéricas a nivel global (calentamiento global, deterioro de capa de ozono, calidad del agua etc.); b) los de apli-

cación directa en el contexto particular de cada una de las compañías, o los llamados indicadores específicos para la aplicación individual en cada uno de los negocios.

En términos prácticos y para las 2 clases de indicadores previamente señalados, cabe la aplicación de una fórmula que relaciona tanto las dimensiones económicas, así como el punto de vista ecológico. Estableciendo en definitiva el valor del producto o servicio, con su influencia o impacto ambiental. Heras-Saizarbitoria et al. (2020) y Michelsen et al. (2006) lo definen de la siguiente manera:

$$\text{Ecoeficiencia} = \frac{\text{valor del producto o servicio}}{\text{influencia ambiental}} \quad \text{Ecuación 1.}$$

Es importante señalar que el valor numérico obtenido producto de la división, por sí solo no tiene significación alguna. Lo relevante es la comparación sucesiva en razón de la variable tiempo a lo largo de períodos prolongados, buscando en consecuencia la relación positiva con las prácticas ecoeficientes y por ende el aumento de tal número. Lo anterior entonces, es factible de ser representado por la siguiente expresión:

$$\text{Ecoeficiencia en } X(t) = \frac{\text{valor del producto o servicio } (t)}{\text{influencia ambiental } (t)} \quad \text{Ecuación 2.}$$

En donde, Ecoeficiencia $X(t)$, es el valor de la Ecoeficiencia X en función de un período de tiempo (t) relacionada con un tipo de factor de influencia ambiental. El valor asociado al numerador recoge los datos relacionados con el aspecto económico de la empresa como ventas netas o utilidades. Así como, en términos de producción medible en masa, número cajas, lotes o toneladas. En el denominador, aparece la influencia ambiental incluyendo tres aspectos: cuando se crea el producto, durante su consumo y generación del desecho.

Siguiendo el manual o guía para usuarios y preparadores de indicadores de ecoeficiencia presentado por UNCTAD y Sturm y Müller (2004), se establece un método que ayuda a calcular, reconocer, medir y divulgar los siguientes cinco indicadores o factores de influencia ambiental:

1. Consumo de agua por unidad de valor agregado neto.
2. Requerimientos energéticos por unidad de valor agregado neto.
3. Contribución al calentamiento global por unidad de valor agregado neto.
4. Dependencia de sustancias que deterioran la capa de ozono por unidad de valor agregado neto.
5. Residuos sólidos generados por unidad de valor agregado neto.

Dicho manual, propone indicadores que pueden ser utilizados por todas las empresas, independiente del sector al que pertenezca, reconociéndose como indicadores genéricos más que específicos. Así mismo, el procedimiento para calcularlos es único – y de acuerdo a lo sostenido por los autores – no debe ser modificado por el usuario, permitiendo de este modo, establecer comparaciones de lo declarado en términos de ecoeficiencia por las distintas empresas. Además, la publicación proporciona una gran variedad de factores de conversión previamente calculados para cada uno de los indicadores que propone.

Por otro lado, la WBCSD a través de Verfaillie y Bidwell (2000), sostiene que para la elaboración de indicadores específicos para cada unidad de negocio, se deben tener en cuenta los siguientes principios:

- Relevancia y significancia (influencia en el medio ambiente y a la salud humana).
- Propiciar decisiones para el mejoramiento continuo en los procesos productivos, recursos y descargas de contaminantes.
- Actividad específica del negocio e indicadores relacionables con aspectos ambientales y económicos de interés para la compañía.
- Apoyarse en el *benchmarking* (comparadores de referencia) para su elaboración y constante supervisión.
- Claramente definidos, metodológicamente medibles, transparentes y verificables.
- Entendibles para todos los gerentes de la compañía y para los agentes externos interesados en su verificación.
- Estar basados en la evaluación de todas las operaciones de la compañía, productos y servicios que genera.
- Reconocer los problemas relevantes desde entidades superiores asociadas (proveedores, gobiernos etc.) y los receptores finales (clientes, comunidad etc.).

Así mismo, los autores aconsejan como consideración de interés que, las compañías al momento de trabajar con los indicadores ecoeficientes también definan las delimitaciones en sus aplicaciones. En este sentido, poder ir reportando las eventualidades encontradas pudiendo precisar los datos, así como, los probables márgenes de error. También se debe informar sobre la relevancia ambiental que posee cada indicador, la

repercusión en las probables variaciones del mercado, y las implicancias en el aumento o disminución de la demanda del producto o servicio a evaluar.

2.8.3. Ecoeficiencia a nivel mundial. Visiones y experiencias

En Europa y a nivel mundial, es reconocida la experiencia en sostenibilidad de la comunidad Autónoma Vasca en España. Dicha comunidad, presenta uno de los esfuerzos a nivel de Política pública que mayor atención suscita globalmente y que América Latina, por ejemplo – Chile en lo particular – considera como referente, y por lo tanto ha seguido con constante atención, de modo de lograr replicar sus metodologías en pos de mejorar el desempeño en torno a la cuestión medioambiental.

La CEPAL, por medio de lo expuesto por Leal (2005) consigna que, desde el año 2003 el Gobierno Vasco se ha enfocado en lanzar iniciativas relacionadas con la ecoeficiencia y en qué estado comparado, se encuentra la comunidad con toda la región (Unión Europea). Lo anterior, como una forma de poder establecer información relevante y de esta manera, mejor direccionar los apoyos a las políticas y estrategias del gobierno en torno del desarrollo sostenible. Su objetivo, era poder establecer el grado de vinculación entre economía y medio ambiente, estimando la necesidad de proponer mecanismos que logren escrutar los avances que se presentan sobre el particular. En ese sentido, se prioriza el levantamiento de indicadores de ecoeficiencia (Gobierno país vasco, 2003), como forma de poder medir la evolución de las presiones producidas en el medio ambiente, producto del desarrollo de las distintas actividades económicas. Indicadores que fueron definidos de manera sectorial, de forma de dimensionar a los productos y servicios comercializados, respecto de la menor utilización de recursos, energía y la minimización de sus impactos. El programa plantea indicadores en los siguientes sectores:

- Economía
- Sector Industrial
- Sector Transporte
- Sector Energético
- Sector Industrial

Uno de los indicadores de interés, reveló de inicio que entre el período 1990-2000, el País Vasco presenta una disminución de la ecoeficiencia relativa, al ser comparado con la realidad de la Unión Europea. Determinando que, las presiones ambientales crecen más aceleradamente que el crecimiento económico (PIB), marcando una tendencia necesaria a revertir mediante la aplicación de políticas gubernamentales adicionales.

Otro indicador por señalar es el ligado al área Industrial. Teniendo por propósito, el tratar de responder si el sector ha sido capaz de reducir sus presiones ambientales generadas por dicha actividad. Al igual que en el anterior indicador, se vuelve a la compa-

rativa con la UE, mostrando un resultado inicial en crecimiento del nivel de ecoeficiencia con incrementos en los niveles de producción, acompañando estas cifras con ciertas bajas en las presiones ambientales. Se observa en consecuencia que, entre la década que fue en el intervalo 1990-2000, el crecimiento del sector industrial pudo situarse marginalmente bajo el 40% respecto de la baja de las presiones ambientales. En donde las bajas de las Emisiones Efecto Invernadero (GEI) y el consumo energético, destacan por sobre la generación de residuos y acidificación de emisiones. Estableciendo en consecuencia, una paridad entre el país vasco y la UE, respecto de mejoras en términos de ecoeficiencia.

En ese camino e insistiendo en la promoción de iniciativas que incentiven la actuación ambiental de las empresas, el Gobierno del país vasco lanza el “Programa Ecoeficiencia en la empresa vasca 2010-2014”. En donde, según lo sostenido por Unzueta y Arrazola, el Departamento de Medio ambiente, fijó como objetivo la necesidad de irrumpir competitivamente en los nuevos mercados, para lo cual mencionaba que dicho programa:

(...) pondrá a disposición de las organizaciones participantes servicios, metodologías, formación y ayudas económicas para la implantación de tecnologías más eficientes, económica y ambientalmente. Así, como para el cumplimiento de la legislación ambiental, y para la formación en aspectos ambientales, proporcionando al tejido empresarial las claves para situarse una posición de competitividad en los mercados verdes que están emergiendo en Europa” (Unzueta y Arrazola, 2010, p.48).

Dicho programa propone para su aplicación, un diseño que contempla la corresponsabilidad entre las empresas participantes y la administración pública en torno al cumplimiento de los propósitos declarados, así como también, a lo largo del desarrollo de esta misma implementación.

El concepto de ecoeficiencia, todavía en Latinoamérica pareciera estar en incipientes condiciones (Ponce y Colamarco, 2020). Por lo que los casos que en general se presentan, están relacionados de manera más directa con la idea de Producción más Limpia (P+L). Uno de los segmentos empresariales que abre mayores posibilidades futuras respecto de la aplicación de este concepto, es en el de la Pyme. La razón se desprende de la realidad cierta en América Latina, de ser el segmento empresarial – según Cardozo, et al. (2012) – con la mayor presencia en el mercado (más del 90% son Pymes y microempresas) y ser, además, las generadoras de la mayor masa de empleabilidad (60 a 70 % en países integrantes de la región), despertando de este modo un amplio interés desde el punto de vista político y social. En ese sentido, el concepto de ecoeficiencia al presentarse como una idea ligada a la innovación normalmente encuentra reticencia en la empresa regional más tradicional, por los riesgos comparados que conlleva hacer cambios radicales al interior de cada organización. Panorama que, en consecuencia, convierte particularmente a la Pyme – por su tamaño y flexibilidad – en la instancia propicia para el ensayo e implantación de nuevas soluciones a viejos problemas.

2.8.4. La ecoeficiencia en Chile

El caso chileno tiene su símil en AEPA, que se constituye en una de las primeras asociaciones ambientales en el país, destinada a promover el desarrollo sustentable. AEPA (Asociación de Empresas y Profesionales para el Medio Ambiente) fue creada en el año 1999 y agrupó a 34 empresas. Las cuales se plantearon como principal objetivo, la promoción del desarrollo sustentable en el país. Considerando para tal efecto, la participación tanto desde las instancias gubernamentales, el mundo empresarial, así como, de la sociedad en su conjunto para la toma de resoluciones basadas en argumentaciones tanto técnicas como sociales, rescatando en una suerte de consenso, definiciones en torno del desarrollo sustentable (AEPA, 2022).

Desde la perspectiva del sector público, es factible señalar que la ecoeficiencia comienza por la internalización de la idea de P+L y ya desde 1998, se inicia el desarrollo del concepto en Chile. Para finalmente, ser establecida como política pública el 29 de noviembre del 2001, mediante D.S. N° 414 del Ministerio de Economía. De acuerdo con la legislación chilena, la P+L es un modelo de gestión productivo y ambiental aplicado a las actividades productivas, con el objeto de incrementar la eficiencia, la productividad, reducir riesgos y minimizar los impactos para el ser humano y por ende en el medio ambiente (Ley 20.416, Artículo Décimo, Art 1°). Desde una óptica estratégica preventiva, propone minimizar emisiones y/o descargas en la fuente misma, incrementando a su vez la eficiencia de la producción y los beneficios económicos a través de un mejor uso de los recursos (Rona, 2019).

En 1998, se creó bajo el nombre de Consejo Nacional de Producción Limpia (CPL), lo que en la actualidad se conoce como la Agencia de Sustentabilidad y Cambio Climático (ASCC). La que se constituye como un organismo público-privado dependiente del Ministerio de Economía, destinado a ser un mediador entre el sector público, las empresas, sus trabajadores, las comunidades y la sociedad civil, con el fin de establecer y difundir un enfoque de gestión productivo ambiental que pone el acento en la prevención y el fomento productivo (ASCC, 2018).

Dicha Agencia tiene a su cargo la implementación de los denominados Acuerdos de Producción Limpia (APL), que se constituyen como un instrumento de gestión pública, destinado a la implementación de una estrategia ambiental en las empresas a través de la firma convenios voluntarios entre el empresariado y el sector público (Ministerio de Medio ambiente, MMA). Según Rona (2019), desde 1999 hasta el segundo trimestre del 2019 se han firmado 156 APL con 37 sectores y subsectores. Lo que implica el involucramiento de más de 8.000 empresas privadas y más de 13.000 instalaciones e instituciones como restaurantes, maestranzas, fundiciones, panaderías, campus universitarios, etc.

También es posible destacar el caso de la Fundación Chile, que es una institución de derecho privado, sin fines de lucro, creada en 1976 por el Gobierno de Chile y la ITT Corporation de Estados Unidos. Para luego en el año 2005, la empresa BHP Billiton, Minera Escondida, pudiera incorporarse como socio cofundador. Dicha fundación se

dedica básicamente al desarrollo de proyectos de transferencia tecnológica, de articulación institucional y de agregación de valor en sectores productivos que basan su matriz, en la utilización de recursos naturales renovables.

Dentro de su declaración de principios, está el desarrollar su labor desde un punto de vista sistémico. Buscando para ello, círculos virtuosos entre el crecimiento con inclusión, protección del medio ambiente y desarrollo social. Enfocándose así, en nuevas formas de crecimiento y desarrollo, indagando para esto, en modelos que consideren la disminución en la utilización de recursos finitos, como una forma de enfrentar el cambio climático. Propiciando el tránsito hacia una economía de carácter colaborativo, capaz de integrar al mercado en el desafío de la regeneración y recuperación medioambiental (FCh,2022).

En la actualidad promueve el desarrollo de empresas y *clusters* en los siguientes sectores: Agroindustria; Recursos Marinos; Bosques e Industrias Forestales; Medio Ambiente y Metrología Química. El Área de Medio Ambiente y Metrología Química tiene como propósito el favorecer la inserción de las empresas en los mercados mundiales, optimizando la productividad y permitiéndoles alcanzar los más elevados estándares ambientales y metrológicos, a través de la promoción y desarrollo de innovaciones de alto impacto que guíen al desarrollo sustentable del país.

Algunos programas ligados a la ecoeficiencia están más cerca de proyectos para el desarrollo de tecnologías limpias, así como, la valorización y tratamiento de residuos asociados al trabajo minero.

2.8.5. Políticas Públicas para la cuestión Medioambiental a nivel global

Es posible estimar en relación con lo expuesto hasta ahora, que la generalidad de los países se ven expuestos a problemáticas equivalentes, desde el punto de vista ambiental. Y por ende, terminan por ir presentando respuestas análogas para su solución, pero escalables en impacto, profundidad y temporalidad en su implementación. En este sentido, una situación parecida acontece respecto de la forma en que la institucionalidad en general se va haciendo cargo de enfrentar la promoción de la ecoeficiencia en los sectores productivos (en particular los de carácter privado). Las diferencias apreciadas, sin duda, son a causa de la gravitancia real que el tema de la sostenibilidad puede llegar a tener en cada uno de los países revisados y sus estructuras productivas. Así como también, de la intensidad proactiva con que la institucionalidad ambiental en conjunto con el concurso de las empresas, se van haciendo cargo y son capaces en definitiva, de encarar dicha situación (Leal, 2005).

En ese sentido, es importante hacer notar como en esa dirección se ha ido avanzando en políticas públicas y legislación ambiental, que en su conjunto velan por la protección cierta del medioambiente. A continuación, algunas iniciativas factibles de ser comentadas.

La Unión Europea (UE) por ejemplo, definió un conjunto de leyes intentando preservar el principio de quien contamina paga, y el de precaución. Estableciendo para ello

parámetros de emisión que utilizan los límites que fijan las Mejores Tecnologías Disponibles⁵ (MTD).

El artículo 130 R del Tratado de Maastricht, recoge el principio Básico de responsabilidad para quién contamina, basándose: (...) “en los principios de cautela y de acción preventiva, en el principio de corrección de los atentados al medio ambiente, preferentemente en la fuente misma, y en el principio de quien contamina paga”. (UE. 1992, p.29). Lo que en términos generales, no significa que el pago permite la contaminación libre, sino más bien permite personalizar la prevención y reparación de cada evento contaminante. Si bien, existe una política ambiental sancionatoria, también, se han desarrollado otros mecanismos como los acuerdos voluntarios, o subvenciones para incentivar medidas de prevención ante la contaminación. Así como también, la herramienta fiscal impositiva de tipo ecológico, que tienda a recaudar impuestos para el financiamiento de mejoras ambientales físicas (European Commission, 1996). Por tanto, la observancia de la legislación ambiental vigente es evidentemente de obligado cumplimiento, de modo que, la empresa ha de ser conocedora y responsable de la legislación ambiental que la involucra, para no incurrir en un caso de delito ecológico. Estos instrumentos, definen la tendencia de las políticas públicas en materia de medio ambiente de los diferentes Estados de la Unión Europea, siendo el eje vertebral de la legislación vigente.

En la búsqueda de cumplir los compromisos ambientales, existe también los acuerdos de tipo voluntario, conocidos como acuerdos ambientales. Estos son los que, el sector productivo empresarial, suscribe de manera voluntaria con el sector público. Teniendo como objetivo principal, el compromiso con la minimización de impacto ambiental o bien con el cumplimiento progresivo de la legislación vigente. Siendo una efectiva herramienta para la empresa, pues, les permite alinearse con la normativa o ir regularizando su situación en el tiempo, contando con incentivos financieros fiscales para tal efecto.

Una política derivada, directamente de la Administración Pública para promover la gestión ambiental en las empresas, es poder comenzar exigiendo (a modo demostrativo para estas y los ciudadanos) en los concursos públicos (para la adquisición de bienes y servicios), el cumplimiento de criterios ambientales, como requerimiento indispensable para la adjudicación de la contratación pública. La iniciativa – adquisiciones ecológicas – tiende a incrementar el desarrollo de programas para la producción limpia en las empresas y el cierre de los ciclos de materiales. Repercutiendo de manera favorable al entorno, gracias a la optimización de uso de todas las materias primas y la minimización de emisiones de contaminantes (U.E, 2016).

⁵ La Mejores Técnicas Disponibles (MTD) se pueden definir como a esas actividades de carácter industrial que cuentan para su puesta en marcha, con las mayores condiciones técnicas que puedan ser alcanzables y que por requisito, no impacten negativamente el medioambiente o bien dichas externalidades sean las menos posibles. Para mayor información se puede acceder a www.prtr-es.es.

Otra herramienta que puede ser considerada para fomentar la adopción de medidas ambientales en la empresa, es a través de la aplicación de instrumentos blandos de financiamiento (Banca pública o privada), o bien, vía subvenciones como forma de incentivo. Herramienta que se vuelve valorable especialmente para las Pymes, por ser el segmento empresarial que menos adopta, de manera voluntaria, requerimientos ambientales. Por ser en lo inmediato, una inversión inicial del todo onerosa y muchas veces difícil de absorber por las empresas de esta envergadura (ONU,2015).

Desde la perspectiva comunicacional y ciudadana, se torna indispensable como herramienta, el considerar la elaboración y difusión de información ambiental. Por convertirse esto, en un eficaz medio de concientización y de aporte a la demanda ciudadana, respecto de la participación informada en las diversas políticas medioambientales. Un ejemplo de lo anterior es el caso de La Agencia Europea de Medio Ambiente (AEMA o EEA en sus siglas en inglés), la que se constituye como un organismo que tiene como objetivo principal, el de poder ofrecer información sólida e independiente sobre el medio ambiente. Siendo, la principal fuente de información de los resultados de aprobación, ejecución y evaluación de las políticas medioambientales, dirigida al conocimiento del público en general, así como, para los distintos actores y responsables principales del desarrollo productivo y económico (EEA,2022).

Finalmente, cabe señalar que la participación de las entidades y administraciones, en torno a las políticas públicas traducidas en iniciativas ambientales, tienden a un avance cada vez más manifiesto hacia enfoques de prevención que integren de manera más activa al sector privado (con especial atención a las Pymes). Definiendo en este empeño, nuevos marcos de acción en donde la ecoeficiencia sea el eje principal de acción (Leal, 2006). Las empresas por su parte van asumiendo que la tendencia actual entrega por extensión la responsabilidad del impacto ambiental al productor, por lo que se hace indispensable el poder ir disminuyendo las cargas ambientales desde el origen (residuos, emanaciones); así como también, el ir potenciando el reciclaje y la máxima recuperación posible de las distintas materias primas (Llanos et al., 2014). Principios fundamentales para la justificación e implementación de las reglamentaciones conocidas como leyes REP, las cuales contemplan necesariamente la responsabilidad extendida del productor (European Commission-DG environment, 2014).

En este sentido, es factible sostener que la ecoeficiencia, termina yendo más allá del mundo privado. Por lo que es necesario el concurso de la mirada social, como ente validador del desempeño ambiental empresarial. Convergencia en la comunidad, que sin duda es el aporte principal para la competitividad y el desarrollo país, que ha de ser integrado en el concepto de sostenibilidad ambiental (Leal, 2005).

2.8.6. Chile y la sostenibilidad ambiental en las empresas

Chile como país, ha podido disponer desde el año 1994, de instrumentos normativos que le han posibilitado ir tomando acciones relativas al tema ambiental. En ese año y bajo el nuevo gobierno democrático, se publica la Ley 19.300 de Bases del Medio Am-

biente. La cuál permitió la aplicación de planes de descontaminación atmosférica en zonas saturadas, así como también la posibilidad de ir procediendo con campañas de carácter preventivo. En el mismo año y bajo la dirección del académico e investigador José Goñi, se crea la Comisión Nacional del Medio Ambiente, CONAMA. La que tuvo por objetivo la implementación de un sistema de evaluación ambiental, así como también, de promulgar regulaciones y visibilizar la problemática a partir de la participación ciudadana (MMA, 2022).

Para el año 2010 y a partir de la publicación de la Ley 20.417 que da origen al Ministerio del Medio Ambiente, se establece una nueva institucionalidad medioambiental que permite seguir avanzando con nuevas políticas, planes y programas destinados a la mitigación de la contaminación. Lo que coincide con el ingreso del país a la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico, OCDE; asumiendo en primera instancia la Estrategia de Crecimiento Verde, la que responde a la Declaración del Crecimiento Verde, que la OCDE en el año 2009 acuerda en conjunto con 30 países. Posicionando en definitiva a Chile, a nivel mundial en torno a la definición del desarrollo y crecimiento económico, condicionado por la garantía de respeto al mantenimiento de los ecosistemas naturales.

Lo anterior, puede ser asumida como una invitación que, tiene como principal destinatario al empresariado en general; y esto, como un modo de que los mismos puedan favorecer iniciativas de inversión, para la innovación en tecnología, considerando al medio ambiente como un eje central de su propuesta de valor (Jara, 2018).

La OCDE, sostiene como un imperativo el poder transitar hacia un desarrollo productivo y comercial de marcada vocación sostenible. Por lo que Chile, desde hace algunos años hasta la fecha, se ha empeñado en convertir el tema medioambiental en un pilar clave para seguir propiciando su crecimiento (Ahumada, 2022).

El mismo organismo, propone incorporar por parte de la institucionalidad ambiental, ciertas medidas económicas o impositivas tendientes a promover la proactividad en dicho ámbito y que pudieran eventualmente ser más efectivas en el control de la contaminación o bien las llamadas externalidades negativas. Lo que ha motivado – según lo sostenido por Jara (2018) – a la institucionalidad nacional a implementar medidas concretas en favor de la sostenibilidad.

Así, en el año 2014 pudo ser aprobada la Ley 20.780, que grava en términos tributarios las emisiones de carbono u otros agentes contaminantes, producto de las distintas actividades económicas y productivas provenientes del sector empresarial. Fijando impuestos verdes a las emisiones fijas (emisiones productivas industriales), así como a las emisiones móviles (vehículos para el trabajo de servicios de transporte de pasajeros o de apoyo logístico para faenas productivas). Entendiéndose esto, como un modo más eficiente de poder controlar la contaminación, en la medida de poder internalizar en el acto, las externalidades negativas como resultado de las actividades fabriles, de servicio o consumo a cargo del productor.

Lo anterior, puede considerarse el punto de inicio ante lo requerido por la Ley REP, la cual en el año 2016 compromete a las empresas en la necesidad de sistematizar la

gestión de los residuos, extendiendo su responsabilidad en favor de la reutilización y el reciclaje (Borbolla, 2018). Por lo que los conceptos de recolección y valorización son los puntales para el éxito de la recuperación de los residuos, entendidos estos como materia prima reintegrada a los ciclos productivos.

2.8.7. La empresa chilena y la problemática ambiental

El empresariado nacional, va asumiendo progresivamente los desafíos que plantea la sostenibilidad, en un escenario mundial donde las necesidades sociales y medioambientales, van marcando los acentos y parámetros requeridos para posibilitar la transformación de un nuevo concepto de empresa.

En el caso chileno, la temática sostenible alrededor de las grandes compañías pareciera contar con un amplio consenso, sobre todo en la medida que esta puede ser asociada de manera directa a la cuestión ambiental. Desde la aprobación de la idea que, es necesaria la aplicación de tecnología para la incorporación de procesos compatibles con el cuidado de la naturaleza; o la utilización de recursos y energías renovables en cada una de las fases productivas; hasta el convencimiento de que siempre será más fácil no producir externalidades negativas, en vez de tener que optar por la reparación o mitigación de daños. Sin embargo, para la mayoría de los directores de estas empresas, la visión sostenible debe ir de la mano con la rentabilidad. Constituyendo ambas miradas, puntos de vista imposibles de separar, para poder resolver de forma efectiva dicho desafío. Justificando dicha premisa, tanto en el valor económico obtenido mediante la disminución comparativa de costos de producción; o bien, en la legitimidad que una empresa pueda encontrar en la sociedad civil, por el reconocimiento generalizado producto de la internalización de prácticas con altos estándares de calidad ambiental (PNUD et al., 2019).

Caso distinto, es lo acontecido con las Pymes de nuestro país. Las que en general, comienzan replicando la dificultad de inicio presente en dicho sector productivo a nivel global. Desde la adaptación a la nueva legislación ambiental, la incorporación de tecnologías menos contaminantes en sus procesos; o bien la implementación de sistemas de gestión de calidad y gestión ambiental, las que se constituyen como motivo de una importante incertidumbre al interior de estas empresas. Sobre todo, por las perentorias exigencias de la normativa, que en inicio, parten siendo voluntarias y que posteriormente los mercados nacionales o externos se animan a demandar como condición *per se* (Woischnik, 2002).

Lo anterior, sin duda que es un reflejo del ánimo general que complica mayormente la participación exitosa, de segmentos productivos pequeños y medianos en estas instancias. Siendo uno de los principales argumentos, el volumen de comercialización y posibilidades de financiamiento que estas unidades normalmente manejan, en torno al concepto de innovación aplicada y asociada preferentemente a la sostenibilidad; condicionando prácticamente su futuro, a la acción concentrada de las grandes empresas y las directrices que estas mismas vayan marcando en dicho trámite.

En ese escenario y entendiendo que, la matriz productiva nacional responde a una presencia mayoritaria de la Pequeña y Mediana Empresa (PYME) con un 52,5% y un 44,4% a la Microempresa (Ministerio de Economía, Fomento y Turismo, 2019), es aceptable consignar que un amplio espectro del empresariado nacional no estaría eventualmente participando con fluidez, en la puesta en marcha de instancia alguna asociada a la temática medioambiental. No obstante, de acuerdo con lo referenciado por AVLA en su estudio Barómetro PYME correspondiente al mes de junio/julio del año 2019, el 75 % de ellas declara ser sostenible (gráfico 1). Sin embargo, dicha perspectiva se relaciona preferentemente en términos de responsabilidad y ética empresarial, siendo relegada a un segundo plano la cuestión medioambiental y el cumplimiento de todos los requerimientos solicitados por la normativa vigente (Fajardo,2019).

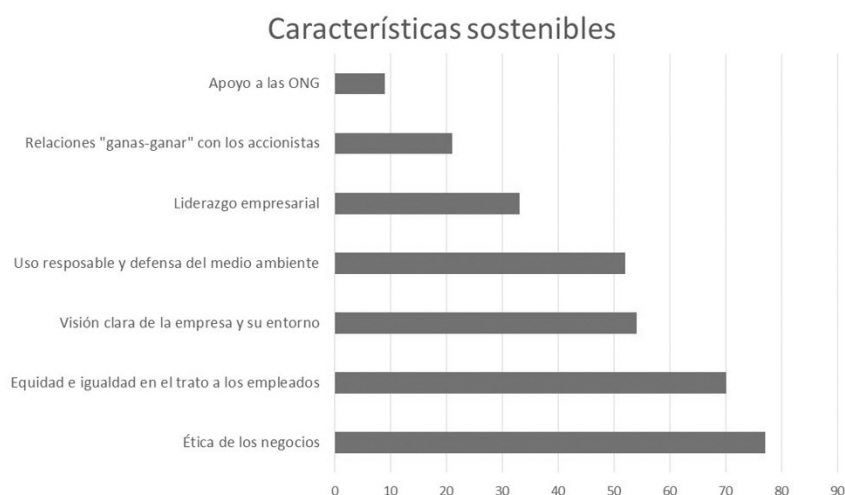


Gráfico 1. Características de sostenibilidad declaradas por Pymes chilenas. Fuente: desarrollo del autor, según AVLA, 2019.

2.9. Sostenibilidad ambiental y Educación

La aceptación por parte de la sociedad en general, que la situación planetaria respecto de su realidad medioambiental era insostenible, se ratificó en la Cumbre de la Tierra llevada a cabo en Río de Janeiro en el año 1992. Encuentro que comprometía a la UNESCO, en el rol de ente reformador para aspectos claves ligados a la educación, formación y concientización, con miras al desarrollo de conocimientos y habilidades para un futuro sostenible.

Situación que 10 años después, en la Cumbre de Johannesburgo (2002), terminaría por confirmarse con la definición del mismo enfoque en los cambios educativos para un desarrollo sostenible. Sosteniendo que, aun siendo un concepto emergente, este se tornaría en una instancia dinámica por implicar una visión formativa atenta a los nuevos desafíos ambientales, sociales y económicos; y aquí por supuesto, la educación superior contaría con un papel fundamental para consolidar el logro de dicho objetivo (UNESCO, 2002).

Dentro de esa perspectiva, trabajar para asegurar los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) es una tarea difícil (PNUD, 2015). Sobre todo, atendiendo a la compleja situación ambiental anunciada por la ONU ya en el año 2005; donde el informe de la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio sostenía, que, más del 60 % de los ecosistemas explotados económicamente (ecosistemas de servicio) se encontraban seriamente comprometidos o bien gravemente degradados (Millennium Ecosystem Assessment, 2005). Realidad que obliga, por tanto, a incorporar de manera perentoria en programas y políticas de todo nivel los principios de la sostenibilidad, así como también, la concurrencia máxima de todos los actores representantes de los distintos ámbitos de la sociedad. Atendiendo a esto y si bien es cierto que, la Educación para la sostenibilidad es un concepto aún en proceso, sería eventualmente capaz de relevar en inicio su preocupación por la formación integral respecto de los valores humanistas en las personas, estilos de vida y por ende del comportamiento que de manera transversal debiera asumir el colectivo, respecto de la problemática ambiental y sus consecuencias (UNESCO, 2006).

2.9.1. Universidad y sostenibilidad

El desarrollo sostenible, comenzó su discusión a nivel global en el ámbito universitario a partir de la Declaración de Talloires, Francia en el año 1990. Dicho documento, exhortó a las instituciones de enseñanza superior para que tomaran el liderazgo mundial en el desarrollo, creación, apoyo y mantenimiento de la sostenibilidad (Chán, 2019).

De este modo en Europa, la *European University Association* a través de la creación del programa COPERNICUS (*Cooperation Programme in Europe for Research on Nature and Industrie Through Coordinated University Studies*) publicó la Declaración Universitaria para el Desarrollo Sostenible en 1994 (*University Charter for Sustainable Development*), la que en su contenido se encargó de llamar a las universidades a desempeñar un papel de liderazgo para el desarrollo de un modelo educativo multidisciplinario y con una fuerte orientación ética, capaz de idear soluciones para los problemas vinculados al desarrollo sostenible (Michelsen, 2003).

La UNESCO por su parte y con el objetivo de fortalecer la cooperación subregional, regional e internacional, implementó las denominadas Cátedras UNESCO y el Programa UNITWIN (*University Twinning and Networking*, plan de hermanamiento e intercone-

xión de universidades). Estas iniciativas⁶ fueron puestas en marcha en 1992, de conformidad con una resolución aprobada por la Conferencia General de la UNESCO en su 26ª reunión en 1991. En este contexto se implementó la Cátedra sobre Desarrollo Sostenible y Educación Ambiental, la cual fijó su objetivo hacia el impulso de la investigación aplicada, la enseñanza y estudios especializados acerca del tema, desde una mirada en la cual pudieran cruzarse los enfoques científicos, técnicos y sociales. La misión educativa impuesta, se movería en torno a la concientización en primera instancia, de la población universitaria acerca de las actitudes y el respeto del medioambiente. Así como también, en el fomento de las capacidades necesarias para el traspaso de conocimiento académico hacia la sociedad, con miras a brindar distintas plataformas de diálogo respecto de la cuestión ambiental (González, 2008).

2.9.1.1. Casos en Europa

En España, la Conferencia de Rectores de Universidades Españolas (CRUE) en el año 2002, estableció un grupo para el trabajo acerca de la Calidad ambiental y el Desarrollo Sostenible, con el propósito de poder integrar a la sostenibilidad como visión, en todas las actividades académicas y de gestión. De esta manera y en este contexto, es como la Universidad del País Vasco, logró implementar en su oferta docente de postgrado varios cursos relacionados con la temática de la sostenibilidad, asumidos desde diferentes áreas de conocimiento. Destacando el de introducción transversal a la sostenibilidad, a cargo del Departamento de Biología Vegetal y Ecología; y que se le denominó como: Desarrollo Sostenible, de la reflexión a la práctica, contando con 60 horas de duración. (Onaindia, 2007; Onaindia, 2004).

También en el 2003, surgió el proyecto de Aula de Ecodiseño del País Vasco, como una iniciativa de colaboración entre diferentes agentes públicos orientada al establecimiento de cauces de colaboración entre el sector industrial y la universidad, para la mejora ambiental y la competitividad de las empresas del País Vasco. En las Aulas de Ecodiseño de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Bilbao y de la Escuela Politécnica Superior de la Universidad de Mondragón, alumnos de ingenierías técnicas y superiores, pudieron desarrollar proyectos de análisis de ciclo de vida, ecodiseño aplicado a productos y de investigación metodológica y práctica de análisis de ciclo de vida para ciertas empresas vascas. Cumpliendo con el compromiso de desarrollar proyectos de

⁶ Por Cátedras UNESCO se entiende la constitución de un determinado equipo dirigido por una institución de educación superior o de investigación, que se asocia con la UNESCO en un proyecto para promover conocimientos y mejores prácticas en un área de prioridad común. Se diferencia de la iniciativa Programa UNITWIN, siendo esta una asociación entre la UNESCO con un número mínimo de tres instituciones de educación superior (en diferentes países y ubicadas en el sur Global) las cuales coordinan sus recursos y capacidades en torno a una temática común. Para más información se puede revisar el siguiente link: <https://www.unesco.org/es/articulos/que-debe-saber-acerca-de-las-catedras-unesco-y-las-redes-unitwin>

investigación, como base formativa y de divulgación de la mejora ambiental de productos industriales (de Prado et al., 2010).

Del mismo modo en España y en el marco de cursos de formación profesional específica de posgrado y medioambiente, es factible destacar a modo de referencia, las siguientes ofertas educativas:

- IED Barcelona. Escola Superior de Disseny. Máster en diseño sostenible.
- Universidad de Valencia. Maestría oficial en economía circular y desarrollo sostenible.
- Universidad Politécnica de Catalunya. Posgrado en economía circular: Herramientas y estrategias de innovación industria.
- Universidad Politécnica de Valencia. Diploma de Especialización en Sostenibilidad, Ética Ecológica y Educación Ambiental.

En Alemania, la Conferencia de la Naciones Unidas en Río en 1992, logró establecer (luego de 20 años de educación ecológica) una pauta más concreta para el país respecto del desarrollo sustentable (Strobl, 1999). Por lo que el Parlamento Alemán desde 1992, dedica mucho tiempo de su labor a la adaptación del concepto de modelo para el desarrollo sustentable en el contexto de las universidades. Poniendo en relieve, las necesidades de investigación respecto de un tipo de economía, consumo y estilo de vida sustentable, así como la investigación continua en educación ambiental.

En el informe Educación para un Desarrollo Sustentable, EDS – aprobado en diciembre del 2001 por el gobierno federal – se les asignó también un importante rol a las universidades con el objetivo de ser importantes actores en una implantación efectiva del paradigma sustentable en concordancia con los requerimientos de la Agenda 21 de las Naciones Unidas. (Deutscher Bundestag, 2002).

Concordante con lo anterior, desde el 2003 la oferta de estudios en cuestiones ambientales ha crecido de forma permanentemente. Por lo que se pueden cuantificar sobre 100 carreras independientes relacionadas con el medioambiente y cerca de 260 ofertas de estudios con una determinada parte de su currículum en temas ambientales (Michelsen, 2003). En la actualidad y relacionado con perfeccionamiento de posgrado, se ha podido identificar al menos 31 programas de *masters* en estudios de sostenibilidad en Alemania, los cuales abarcan un gran abanico de áreas profesionales específicas (economía, diseño, materiales, construcción, etc.), los cuales exigen ser cursados desde un mínimo de tres semestres a dos años, con currículum de tiempo completo, así como, de tiempo parcial (Keystone Master Studies, 2022).

Un caso emblemático es el de la Universidad de Lüneburg, que es una de las pioneras en EDS – por ser allí en donde se firmó en 1997 la declaración sobre la promoción de la Agenda 21 para las universidades – siendo precursora en la implementación de energía solar para hacer posible todo su funcionamiento institucional, además de comunicar de manera pública su balance de CO₂. La universidad, por otro lado, declara el com-

promiso con el tema a través de la investigación, impartiendo diversos *masters* de especialidad con acento específico, destacando el de Ciencia de la Sostenibilidad (Leuphana University Lüneburg, 2022).

Reino Unido, en julio del 2005 y a través de la *Higher Education Funding Council for England* (HEFCE), que es un organismo que promueve y subvenciona (financieramente) la alta calidad en la docencia e investigación (en las universidades y *Colleges*), publicó Desarrollo sostenible en la educación superior (*Sustainable development in higher education*). Documento que asumió el compromiso con una agenda a futuro para la promoción del desarrollo sostenible, estableciendo un planteamiento como hoja de ruta hasta el 2015 y un plan operativo, para las universidades y su contribución con el tema. Según el Plan HEFCE, *Sustainable development in higher education: Consultation 2008 update to strategic statement and action plan*, se consignó la existencia de 74 Centros para la excelencia en enseñanza y aprendizaje (*Centers for Excellence in Teaching and Learning*, CETLs siglas en Inglés), en los cuales se pudo evidenciar prácticas de excelencia en la docencia sostenible (HEFCE, 2009 en Hands y Anderson, 2017; Leal Filho, 2015).

Además, y en el mismo tenor, desde el 2005 existe el *Centre for Sustainable Futures* (CSF), en conjunto con el *Centre for Sustainable Communities* y su programa, *Integrated Professional Education* (C-SCAIBE). El primer centro, puso en marcha acercamientos con la sostenibilidad para centenares de alumnos en la Universidad de Plymouth, mediante la introducción de cursos y *masters* con un claro acento en la sostenibilidad. El segundo C-SCAIBE en la Universidad de Kingston, aspira a formar graduados con una formación integral en comunidades sostenibles, capaces de ser actores principales y gestores en el desarrollo de estas (Warwick, 2016; Kingston University, 2022).

East Midlands, fue la primera región en el Reino Unido en ser nominada por las Naciones Unidas como un *Regional Centre of Expertise* (RCE) en EDS. Por lo que las universidades pasaron a constituir de este modo, el centro de estas iniciativas; abriendo por tanto, el paso a la existencia de otros dos RCEs en Reino Unido: uno en el Noreste, liderado por la Universidad de Newcastle, y otro en *West Midlands*, liderado por la Universidad de Gloucestershire (Ull et al., 2010).

En Países bajos, desde 1998 se distinguió la Red Nacional Holandesa en la incorporación del desarrollo sostenible en los planes de estudio universitario (*Duurzaam Hoger Onderwijs*, DHO). Fundación independiente financiada por el gobierno y que es coordinada por el Centro de Especialización para el Desarrollo Sostenible (ECDO) de la Universidad de Amsterdam.

Según GUNI (2008), la DHO tiene como objetivo el “crear, dentro del marco de la educación superior, oportunidades, entornos y metodologías de aprendizaje innovadores, que permitan a los individuos desarrollar competencias en el campo del desarrollo sostenible...” (p.256). Esto significa que los estudiantes pueden adquirir los siguientes dominios:

1. Una nueva visión de la idea de DS
2. Una nueva visión como su disciplina puede llegar a contribuir al DS
3. Competencias necesarias para ser de ayuda con sus pares de otras disciplinas
4. Competencias necesarias para definir estrategias para trabajar en DS a partir de sus carreras profesionales en el futuro.

Es importante destacar entre las universidades holandesas, a la *Delft University of Technology* como precursora en Europa en considerar la educación para la sostenibilidad, trabajando desde el año 1997 en el tema. Publicando en conjunto con el Programa de las Naciones Unidas para el Medioambiente (UNEP), el manual *Ecodiseño: Un Enfoque a la Producción y el Consumo Sostenible*. Desde entonces, el concepto ha podido extenderse en el mundo como lo demuestra la cantidad de manuales y materiales de apoyo específico al concepto, ahora disponibles en muchos idiomas (Crul & Diehl, 2007).

2.9.1.2. El Caso Norteamericano

Ante la creciente necesidad de migrar cada vez más rápido hacia metas de sostenibilidad en el mundo, los EE. UU. y en particular sus casas de estudios a nivel superior decidieron indagar respecto de la sostenibilidad institucional y establecer para esto, un sistema capaz de traducir dichas aproximaciones en una sola métrica, que permitiera establecer una comparativa simplificada de los niveles alcanzados en cada una de sus universidades. La AASHE (*Association for the Advancement of Sustainability in Higher Education*, en español, Asociación para el Avance de la Sostenibilidad en la Enseñanza Superior) desarrolla la herramienta STARS (*Sustainability Tracking, Assessment & Rating System*), que es un instrumento de autoevaluación que entrega una visión clara y global, a través de la cual, las distintas instituciones de educación superior pueden desarrollar su *benchmarking* y definir un diagnóstico respecto de donde están posicionados en la actualidad, en términos de sostenibilidad y de este modo ir trazando sus metas de avances para el futuro. El sistema funciona en base a un esquema de puntuaciones en cinco (5) niveles de *rating* (niveles de logros con una duración de tres años) y cada uno con su umbral asociado: Platino, Oro, Plata, Bronce y Corresponsal. El nivel de Corresponsal (5), está disponible para aquellas instituciones que deseen utilizar STARS y hacer públicos sus datos, pero que no eligen obtener un rating o resultado final (AASHE, 2022).

El Programa, abarca tanto instituciones superiores de EE. UU. como de Canadá y puede ser implementado en instituciones que están en el inicio de sus programas de sostenibilidad, como para los que ya se encuentran liderando puestos de avanzada en la temática. STARS contabiliza más de 120 universidades registradas, representando a 34 estados de los EE. UU., 4 provincias de Canadá y el Distrito de Columbia. Algunas instituciones con rating relevante (AASHE, 2019):

- Universidad de Cornell, Nueva York, EE. UU.
- Universidad de Carnegie Mellon, Pittsburgh, PA, EE. UU.
- Universidad de New Hampshire, NH, EE. UU.
- Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT) Cambridge, MA, EE. UU.
- Polytechnique Montreal, Montreal, QC, Canadá.
- Universidad de Ottawa, ON, Canadá.

2.9.1.3. Las Universidades Latinoamericanas, la sostenibilidad y el ambiente

La sostenibilidad, para las Universidades Latinoamericanas comenzó a revestir interés en la agenda institucional, a partir de los desafíos derivados de la Cumbre de Río del 1992. Alineándose así, a las intenciones reformistas proclamadas por la denominada Corriente de la Sostenibilidad-Sustentabilidad Educativa (Sauvé, 2005).

Insertos dentro de ese esquema, el 15 de junio del 2012 se tomó la decisión de crear la Red de Indicadores de Sostenibilidad en las Universidades (RISU) en el marco de la segunda Jornada Iberoamericana de ARIUSA (Alianza de Redes Iberoamericanas de Universidades por la Sustentabilidad y el Ambiente), celebrada en el campus de la Universidad del Vale do Itajaí (UNIVALI), en Santa Catarina (Brasil). En la reunión donde se creó RISU, participaron representantes de universidades de España, México, Costa Rica, Colombia, Argentina y Chile; los cuales coincidieron en la necesidad de poder definir criterios e indicadores de sostenibilidad aplicables y adaptados a las condiciones universitarias presentes en Latinoamérica (Mota, 2012, según Sáenz, 2015). Para, en lo sucesivo proceder acerca de la formulación del proyecto: Definición de indicadores y evaluación de los compromisos con la sostenibilidad en universidades latinoamericanas. El cual, pudo presentarse en el año 2013 a la Convocatoria de Proyectos de Cooperación Interuniversitaria UAM-Santander con América Latina.

Los objetivos planteados por el proyecto RISU, pueden ser resumidos en los dos siguientes, los cuales se alinean con los planteamientos establecidos de inicio en la Red de Indicadores de Sustentabilidad en dichas Universidades: a) definir un marco para el análisis y la evaluación de las políticas de sostenibilidad y responsabilidad social en las universidades latinoamericanas; y b) formar a responsables universitarios en la aplicación de sistemas de indicadores para evaluar los la sostenibilidad comprometida de sus universidades (Benayas et al., 2014).

Los indicadores⁷ definidos, fueron 114 con 11 temáticas de aplicación potencial de la sostenibilidad en las universidades, a saber:

⁷ El Indicador se puede entender como una herramienta que permite establecer una evaluación cuantitativa de ciertas estrategias y acciones en una determinada institución o agrupación. La idea de su formulación es poder permitir la estimación del cumplimiento de ciertos estándares, posibles desviaciones y en la medida de esto, la aplicación de medidas remediales para su corrección.

- Política de sostenibilidad (15 indicadores)
- Sensibilización y participación (12 indicadores)
- Responsabilidad socioambiental (10 indicadores)
- Docencia (13 indicadores)
- Investigación y transferencia (13 indicadores)
- Urbanismo y biodiversidad (7 indicadores)
- Energía (10 indicadores)
- Agua (10 indicadores)
- Movilidad (8 indicadores)
- Residuos (11 indicadores)
- Contratación responsable (5 indicadores)

Durante el 2014, las distintas universidades participantes decidieron comenzar sus procesos internos para la recogida de información, iniciando la fase de aplicación del instrumento de evaluación diseñado (cuestionario) para cada indicador definido. Participando en definitiva 65 universidades de manera voluntaria, pertenecientes a 10 países latinoamericanos (Argentina, Brasil, Colombia, Costa Rica, Chile, Guatemala, México, Perú, República Dominicana y Venezuela), obteniéndose una muestra del 6% del total de la universidades existentes y reconocidas por los distintos Ministerios de Educación (1100 en total). Siendo los siguientes 3 países, los que poseen mayor representación en el estudio y coincidiendo respecto en ser, los que poseen mayor presencia de casas de estudios superiores en sus respectivos territorios: i) México (15 universidades); ii) Brasil (13 universidades); iii) Chile (10 universidades)

Los resultados, respecto de los 11 ámbitos de indicadores analizados son puntuados de 1 a 10, pudiendo establecerse finalmente y como análisis global de los puntajes obtenidos por las universidades participantes en el estudio, que solamente en tres de estos bloques han podido obtener un valor medio superior al aprobado (por encima de cinco). Por lo que la puntuación media en los ámbitos de sensibilización y participación de la comunidad universitaria (de Latinoamérica) en programas de sustentabilidad, tiende a superar a los ámbitos relativos a la gestión, en donde las puntuaciones medias se aprecian muy por debajo del estándar de aprobación. Pudiendo estimarse que, la falta de efectividad real de las medidas de sensibilidad ambiental que se aplican a la comunidad universitaria no permite reflejar cambios de comportamiento tendientes a mejorar los indicadores de funcionamiento de la institución. Aunque en el ánimo de ponderar la observación, se hace de toda justicia señalar que siempre en términos institucionales, resultará más fácil y económico promover programas de sensibilización que medidas de gestión (Benayas et al., 2014).

Si bien, expresó Benayas et al. (2014), que la implementación del instrumento logra una muestra pequeña y que incluso podría estimarse como poco representativa del universo total de las universidades, los resultados del proyecto RISU pueden considerarse como altamente significativos y de gran interés para quienes promueven y estudian el compromiso ambiental de las universidades. Logrando poner a prueba los indicado-

res seleccionados y avanzando en el conocimiento general sobre la situación actual del proceso institucional de ambientalización en las universidades. Así mismo, se pudo abrir un espacio para la utilización del cuestionario (y los resultados de más baja puntuación) como un modo de atención para que las universidades (participantes) puedan reflexionar acerca de las políticas de sostenibilidad que venían aplicando – en lo particular – y gatillar, por tanto, los cambios de transformación con los que las distintas casas de estudios han de comprometerse en términos de sostenibilidad y medioambiente.

Para la implementación de la segunda fase de aplicación del proyecto RISU (segundo semestre 2015 y primer semestre del 2016), participaron cuarenta y cinco Instituciones de Educación Superior (IES), de diez países latinoamericanos. En dicha oportunidad se pudo concluir que más de la mitad de las universidades presentaron avances respecto de la formación o actualización del profesorado en temas de sostenibilidad. Sin embargo, pudo establecerse también, que existe una urgencia en términos de propiciar acciones para efectuar cambios al interior de la universidad, no tan sólo desde la gestión ambiental de sus operaciones, sino que además involucrar en dicha transformación a las funciones de docencia, investigación y extensión. Entendiéndose finalmente que el conjunto de acciones en los distintos ámbitos favorece la eficiencia del proceso de integración del concepto en su más amplio espectro (Blanco-Portela y Benayas del Álamo, 2017).

En términos generales, y según lo sostenido por Sáenz (2017), aún el conocimiento comparado sobre el proceso de ambientalización en las universidades latinoamericanas y caribeñas todavía es muy limitado, ignorando por tanto, aspectos relevantes de como poder gatillar incluso, el inicio para el desarrollo de este. A su vez, en la gran mayoría de los países latinoamericanos, cada vez más, son numerosas las universidades con algún grado de ambientalización, pero sin la conciencia plena acerca del nivel de desarrollo alcanzado y por ende, factible de ser evidenciado mediante su cuantificación.

2.10. Conclusiones y definición del Marco Teórico

2.10.1. Aspectos generales

En la segunda parte de este documento, se ha podido establecer una importante revisión a modo de estado del arte, en torno a los distintos tópicos involucrados para el reconocimiento del concepto de la sostenibilidad medioambiental, la relación con la matriz económico/productiva y la práctica histórica del oficio del diseño. Pero no obstante aquello, es necesario establecer una síntesis respecto de las ideas más relevantes consideradas, y que finalmente ayudarán a trazar de forma manifiesta la estructura teórica que sustentará en lo sucesivo, la investigación a consignar.

Dicha selección, ha de presentarse de forma correlativa según los temas y/o capítulos ya revisados, para que finalmente y en la integración general de su contenido, proceder con el direccionamiento final del trabajo de tesis.

2.10.2. Revisión punto 1

De acuerdo a lo referido por la revisión presentada, es factible establecer claramente que, el consumismo ha de entenderse como un fenómeno asociado mayormente a la industrialización en la Modernidad Tardía. Este, de carácter generalizado y situado en el dominio de lo simbólico, el cual se instaura como una práctica que, en su masificación – producto del crédito y la contribución del diseño – se ha constituido como un continuo destinado a establecer un peculiar modo de realidad social, el que se muestra del todo funcional al modelo económico lineal vigente, y como un factor garante de su total expansión.

La sociedad de consumo se va mostrando, como un constructo que en su planificación, se torna útil para lograr determinar procesos de jerarquización social, produciendo y reproduciendo interpretaciones asociadas a dicha categorización, las que terminan por acentuar las diferencias percibidas como consecuencia de este mecanismo.

Lo anterior, por considerarse que las decisiones individuales ligadas al consumismo están supeditadas por la capacidad de priorización propia del sujeto, ante la adquisición de bienes y servicios en concordancia con sus más íntimos intereses, su formación educacional, la pertinencia a un colectivo, así como, su capacidad adquisitiva. Lo que dejaría de manifiesto, que esa ilusión vinculada a la libre elección de mercancías y sus identidades conferidas a partir de las diversas connotaciones simbólicas inherentes al concepto de producto, no son garantía de éxito para esta invitación al ascenso social vinculado. Sino más bien, pareciera ser el fruto de una fugaz estética de mercado activada por su diseño, y por tanto instrumental a la obsolescencia programada de los productos.

De este modo, la priorización de la estética por sobre la ética, termina siendo el reflejo del interés individual por sobre el colectivo. El cuál, recurriendo a esta faceta estética-emocional, ha logrado implantar el llamado capitalismo creativo trans-estético, poniendo en evidencia la responsabilidad creciente del mercado de la sensibilidad y el proceso diseñador asumido para aquello (Lipovetsky y Serroy, 2015).

Con estos antecedentes, ha de exhortarse a la disciplina del diseño como instrumento motor de mercado de forma imperiosa. Considerándose su papel activo en la comunicación de lenguajes formales y signos, resultaría plausible, admitir la obligación respecto de su participación en el modelo industrial vigente y sus repercusiones en términos de las implicancias ambientales. Teniendo en cuenta que, parecieran correr tiempos en donde se hace necesario un pronunciamiento al respecto, resulta del todo atendible, la implicancia que se debiera esperar del diseño en un nuevo paradigma económico restaurador. Donde tal vez, el sentido asociado a la compra de bienes de consumo, no se quede tan sólo en la satisfacción transaccional frívola, devenida de la posesión inmediata e intransferible de la cosa material.

Se abren por tanto, espacios tendientes a promover la aceleración de la innovación industrial en una suerte de mutación próxima. Confiando entonces, en el diseño como factor protagónico y de consideración en esta continua destrucción creativa (Schumpeter en Śledzik, 2013; Malerba y McKelvey, 2020). Búsqueda que tiene por finalidad la

reformulación del concepto de producto, expresadas en nuevas soluciones que faciliten la disponibilidad de lo funcional por sobre la existencia material del mismo. Relaciones que, desde la perspectiva racional, afectiva y comunicativa, viabilicen el surgimiento de líneas de investigación para el diseño de nuevas ideas, que en su comercialización, privilegien acaso el servicio por sobre lo material; o quizás la búsqueda de otras segmentaciones de usuarios y/o consumidores, agrupadas en potenciales necesidades o preferencias, factibles de ser cubiertas de manera colectiva.

Promoviendo finalmente una forma de acuerdo social que pueda delinear la vinculación de los conceptos (desde la visión kantiana) de ética y belleza, según lo señalado por Menke (2004). Estimando para aquello, una necesaria correspondencia de la ética (del significado con contenido) con la estética (belleza como símbolo moral) y la inevitable capacidad para determinar identidades diseñadas, pero considerando la temática medioambiental y su urgente sostenibilidad.

2.10.3. Revisión punto 2

El concepto de desarrollo – desde su definición hasta su caracterización – pareciera estar vinculado a países industrializados, que de manera continua han venido logrando crecimiento económico, en detrimento del equilibrio medioambiental de los distintos países proveedores de materias primas. Así mismo, el acceso progresivo de los países en vías de desarrollo, a bienes cotidianos de uso producidos por esos mismos países industriales, constituyen la base de un consumismo desbordado que termina siendo la otra cara de la carga ambiental – producto de sus residuos – con la cual las economías menores deben lidiar. Situación, que las pone en una situación de desventaja respecto de tener que consentir una actividad extractivista sin límites y muchas veces carentes de regulación, para poder sostener su crecimiento continuo; así como, el deber resignarse a tener economías reducidas sólo a una posición de consumidor, perpetuando las diferencias respecto del manejo de todo el *know-how* tecnológico devenido de la industrialización y la rentabilidad económica producto de aquello (Sánchez-Ancochea, 2015).

Se hace necesario, por tanto, relevar la necesidad de encontrarse con la visión de desarrollo en torno al respeto de la calidad de vida de las personas, como el eje estructurante de una nueva visión económica, por sobre la obtención de mercancías convertidas en bienes de consumo. En donde, las naciones poseedoras del dominio económico logren permear la necesidad de nuevos y mayores criterios de regulación medioambiental, en los cuales, se puedan encontrar tanto las economías demandantes de las materias primas, como las productoras de estas. Entendiendo finalmente que, tanto los recursos, como los ecosistemas biológicos son finitos y la actividad económica debiera moverse en consecuencia, con responsabilidad en el manejo del capital natural (Vargas et al., 2018), para asegurar así, su sostenibilidad en el futuro.

2.10.4. Revisión punto 3

La cuestión del desarrollo y el problema medioambiental, más que plantear un debate técnico, siempre se ha encontrado influenciada por un fuerte tono de carácter político. El cuál, ha venido originándose desde la aristocracia conservacionista – post industrialista – hasta posiciones contemporáneas en donde, las posturas de los partidos de izquierdas más radicales o distintas facciones de carácter identitario han ido bregando por un conservacionismo extremo y abogando finalmente por la urgencia del decrecimiento (Morales et al., 2018; Iturralde, 2019).

Sin embargo y aunque el desarrollo ha sido cuestionado políticamente por considerar sólo variables del tipo económico – dentro de un paradigma capitalista global de producción – es importante también, hacer notar que dicho factor es un punto insoslayable en la sostenibilidad de un nuevo paradigma, que ponga la temática medioambiental por delante. Entendiendo eso sí, que para hacer factible lo anterior, es necesario velar por un cambio real de sus arquetípicos patrones conductuales, asociados a la producción y acceso al consumo. Como lo han sido, por ejemplo, las continuas y numerosas trabas impuestas por las grandes economías mundiales hacia los países en desarrollo, para acceder a parte importante de los beneficios del crecimiento. Subordinándolos constantemente, a un papel de productores de *commodities* (mercancías sin procesar y sin valor diferenciado), carentes de toda posibilidad para agregar valor a estos mismos y con mano de obra en extremo barata. Además, de ser considerados como los seguros depositarios del consumo de aquellas tecnologías ya obsoletas del primer mundo, como resultado de no poder contar con regulaciones ambientales estrictas, así como, con la presencia de una institucionalidad robusta (Guillén et al., 2020).

Considerándose, por tanto – y con justa razón – que el problema medioambiental que los aqueja termina siendo para estos sectores una discusión entre las elites dominantes – o al menos una derivación de la ya antigua doctrina Monroe⁸ en el caso latinoamericano – complicando la comprensión real de la envergadura de la cuestión, que en términos generales es una problemática de implicancia global (Dreon, 2015; Sánchez, 2017; Scarfi, 2020).

⁸ La doctrina Monroe, fue una política establecida en el año 1823 por el presidente norteamericano James Monroe, respecto de la posición de dicha nación en torno al resto del continente americano. La cuál estimaba que, la intervención de tipo colonialista de cualquier potencia europea era considerada como un acto agresivo contra Estados Unidos. Por lo que el efecto que tuvo la frase: "...américa para los americanos", expresada por el presidente en el quinto discurso ante el Congreso sobre el estado de la Unión, pudo expresarse en la supremacía e injerencia política y económica en toda Latinoamérica por casi doscientos años. Revisar a Ayerbe, 2019; Sánchez Padilla, 2018.

2.10.5. Revisión puntos 4 y 5

Si bien, es cierto que la economía actual todavía se encuentra determinada por un modelo de tipo lineal – si es que se considera su esquema de producción – el avance de determinadas normativas e incluso la variación esperable del comportamiento de las personas frente al consumo, hacen posible avizorar un debilitamiento cada vez más avanzado de la tradicional economía (Zink y Geyer, 2017). Esto, gracias a un sinnúmero de tendencias alternativas que, apoyadas en la tecnología, problemáticas sociales y económicas, acometen con vigor y presionan para acelerar la transición hacia una economía circular; algunas de estas, según lo señalado por Castañeda (2014), son por ejemplo:

- compra y uso responsable
- preferencia de consumo de productos menos contaminantes
- reutilización residuos
- actitud positiva ante el reciclaje
- preocupación por la problemática medioambiental y conciencia ecológica
- valoración ante la producción lenta o de menos impacto ambiental

Por lo que ya sea, desde una estrategia política nacional o bien desde la sociedad civil con sus nuevas prácticas e iniciativas recogidas por la innovación empresarial, se ha ido conminando para relevar progresivamente el potencial económico que posee el modelo circular. Y en conjunto con lo anterior, ir desarrollando enfoques para poder aprovechar esos valores ya instalados, en pos del problema medioambiental y sobre todo del bienestar del ser humano; considerando para aquello el más amplio sentido del concepto de la sostenibilidad.

2.10.6. Revisión puntos 6 y 7

De acuerdo con lo consignado en torno al ecodiseño como metodología, es dable estimar que, para poder llegar a viabilizar su implementación efectiva, este debiera acotarse y vincularse de manera más cercana con el proceso tradicional de diseño. En especial, respecto de las herramientas de evaluación previa dirigidas a planeación de productos (ACV, indicadores de impacto ambiental, levantamiento de inventarios, etc.). Las que, dada su naturaleza, se tornan complejas de poder aplicar en proyectos, si es que se asumen únicamente desde una perspectiva teórica y referencial (Olsen et al. 2018; Küçüksayraç y Ariburun Kirca 2020). Lo que eventualmente, podría afectar a las distintas

tomas de decisión requeridas por el proceso de diseño, equivocando la utilidad de dichos instrumentos.

Las referencias de las diferentes metodologías de ecodiseño existentes a nivel mundial y las distintas modalidades de relación con la industria, confirman el papel formativo de las universidades como un apresto válido para la aplicación de estos métodos en las empresas y su transferencia al desarrollo de productos (Vicente, 2020).

Por lo que, en virtud de lo señalado, se decide partir entonces, relevando la referencia entregada por la metodología EDIP y ECOREDESIGN para la configuración inicial de un potencial método. Por lo cual, dadas las características y el reconocido marco de relación planteado por dichas metodologías en su implementación – ya sea con el sector empresarial, así como con las universidades – hace posible considerar las siguientes fases correlativas, que eventualmente podrían configurar un método simple y parcelado de ecodiseño, con miras a su incorporación en un potencial modelo proyectual de marcado énfasis medioambiental. A saber:

- a. Fase evaluativa, o de antecedentes necesarios para plantear un marco contextual ambiental respecto de las características y condiciones presentes para abordar el proyecto.
- b. Fase propositiva, o de definición de diseño mediante planteamiento de mejoras, especificación en proyecto y diseño de detalles para el nuevo concepto de diseño.

Estimando lo anterior y para una evaluación continua con miras a mejoras incrementales del producto, se precisa necesariamente establecer una retroalimentación fluida con las instancias mandantes. Los que podrían solicitar informes previos de cada una de las sub fases o bien, un nuevo proceso de diseño, propiciando un ciclo que permitiría la incorporación del concepto de mejora continua desde la perspectiva medioambiental (Iuga et al.2017).

2.10.7. Revisión punto 8

La ecoeficiencia, pareciera ser una alternativa válida para poder incorporar de manera efectiva la cuestión medioambiental al interior de la empresa. Estableciendo así, un avance y muy en particular un incentivo, para la integración del concepto de la sostenibilidad dentro de la perspectiva circular; todo a partir de la obtención de mejores logros financieros, mejores desempeños ambientales, así como también, mejores beneficios transferibles al ámbito social (Caiado et al., 2017).

En este sentido, la implantación de la conciencia ambiental – en lo específico – desde el sistema económico hacia el ámbito social, requiere una continua preocupación desde la institucionalidad por las distintas células productivas (empresas), para que en razón de sus capacidades individuales puedan ser incorporadas transversalmente en el cumplimiento de estos nuevos desafíos y conformar de manera exitosa, ecosistemas

sostenibles. Lo anterior, es de toda lógica y absolutamente justificado, si es que se tiene en cuenta que los sectores productivos pequeños y medianos, no cuentan generalmente con la tecnología y recursos suficientes para incorporar prácticas de innovación con perspectiva ambiental. No obstante, y dado el tamaño, así como las características de adaptabilidad y flexibilidad ante los cambios que les son reconocidas frecuentemente a estas empresas, podrían las mismas ser constitutivas de un interesante tejido con visos de asociatividad, que podría eventualmente ser considerado atractivo por la práctica del diseño. La que, en conjunto con la institucionalidad vigente, pudiera ayudar a fomentar y factibilizar proyectos que preferentemente generen valor desde dicha óptica. Propiciando en consecuencia, mejoras tecnológicas traducidas en productos y servicios, que estén alineados con los diversos requerimientos medioambientales mediante la incorporación del concepto de innovación. Pero, sobre todo, por ir logrando a partir de dicha oportunidad que se abre, un fortalecimiento económico mediante la rentabilidad productiva obtenida gracias a un mayor rendimiento, pero con la menor utilización de recursos energéticos y/o materias primas.

La sostenibilidad ambiental en los países desarrollados, por lo que ha podido constatare, ya se encuentra perfilada de una manera bastante clara. Al menos desde las políticas públicas que ya han sido declaradas y aplicadas desde hace un largo tiempo en el contexto productivo. Constituyendo esta experiencia, una válida guía para poder ir incorporándola en países que aún encuentran posicionándose en la senda del desarrollo – como lo es el caso de Latinoamérica y en lo particular Chile – y que están enfrentando en la actualidad, el desafío planteado por nuevas regulaciones que tienen por objetivo la mitigación de la crisis medioambiental.

Lo anterior es bastante tolerado por el gran empresariado – normalmente vinculado con la exportación de *commodities* – ya sea por la rentabilidad comprobada que trae como resultado la producción limpia (Lagos, 2015), así como, por los beneficios sociales conseguidos producto del reconocimiento comunicacional y la consiguiente validación de la sociedad, respecto del correcto desempeño ambiental empresarial.

Pero dicha situación, se torna más compleja cuando se pretenden lograr estos objetivos en el mundo de la Pyme. Sector que, sin duda, es reactivo a poder adoptar por propia iniciativa, normativa que requiere en principio de una inversión onerosa en términos económicos. Acentuando en definitiva, la diferencia entre los que pueden cumplir o no con la legislación vigente y condicionando por tanto, la factibilidad de configurar un ecosistema alineado con la sostenibilidad.

Tal situación, además, complica el fortalecimiento económico de las pequeñas y medianas empresas, así como, su natural proceso de internacionalización. Toda vez que el requisito de entrada para poder acceder a nuevos mercados está dado por el cumplimiento irrestricto de los requerimientos medioambientales existentes (Frohmann et al., 2018). Estableciéndose un contrasentido, en especial para el caso chileno, por constituirse en una de las economías más abiertas de la región latinoamericana y del mundo (90% del PGB global), pero sin poder aprovechar de manera fluida un intercambio comercial preferente producto de los tratados internacionales. Lo que puede ser corrobora-

rado por la escasa presencia de la Pyme chilena como sector exportador (0,8%) a la balanza comercial del país (Torres, 2015).

Por lo que al parecer, la clave se encontraría en atender las legítimas falencias que presentan los sectores menos desarrollados del sector productivo y empresarial. Dirigiendo financiamiento preferencial (fomento crediticio blando) a proyectos que tiendan a avanzar en innovación de carácter tecnológico y con miras a cumplir los requisitos normativos medioambientales globales. Y con la idea que, dicha preocupación, debiera traer como resultado la mejora ecoeficiente en torno a las ventajas competitivas de dichos segmentos, para poder activar finalmente un desarrollo productivo y comercial sostenible.

2.10.8. Revisión punto 9

La Educación para la Sostenibilidad – con cerca de treinta años de presencia declarada a nivel mundial – si bien es cierto ha experimentado avances, aún debe ser definida como una materia que al menos está en proceso de desarrollo. Sobre todo, si el análisis se aventura a ser ejecutado desde la perspectiva educacional latinoamericana.

Es claro, que con el correr del tiempo hay espacios que han podido ser señalados como logros en términos de sostenibilidad y en los cuales el factor comunicación – derivado de la era digital o del profuso acceso a las redes sociales – ha podido contribuir de manera efectiva para incentivar su socialización (Calvo et al., 2020). En este sentido, el reconocimiento de la temática, así como, los alcances y en consecuencia la sensibilización general de la misma, han calado de manera profunda, en un porcentaje importante de la mayor parte de las instancias involucradas en el proceso educativo (Cano et al., 2019).

Pero dicho conocimiento y concientización, producto de la implementación educativa para el medio ambiente, no logra permear aún en el ámbito de la gestión educacional. Limitando el real avance respecto de la puesta en marcha de acciones objetivas y concretas en términos de sostenibilidad. Lo que necesariamente, lleva a confirmar el modo aparente de como dicha institucionalidad se aproxima al tema, sin considerar, por ejemplo, el establecimiento de variables claras para ser cuantificadas; dificultando finalmente su medición y evaluación, para la posterior elaboración del respectivo plan de mejoras.

Abriendo, por tanto, espacios de pertinencia en donde las instituciones de Educación Superior – en conjunto con el trabajo de investigación docente – puedan concurrir para el desarrollo de modelos que permitan la integración de la sostenibilidad; ya sea, desde la institución como instancia generadora de conocimiento, o bien, como una instancia prestadora de servicios educacionales y de formación en torno a la praxis profesional, estableciendo para ambas relaciones la perspectiva sistémica.

2.10.9. Direccionamiento general de la Investigación

En razón de los antecedentes levantados y la posterior síntesis de conceptos concluidos a partir del mencionado contenido, se constituye un lineamiento específico desde el punto de vista teórico para poder ser considerado en la investigación. El cuál, queda sujeto a una suerte de intencionalidad de criterio, que, por la relevancia en términos de características comparadas propias del contexto definido y las posibilidades de aplicabilidad efectiva en el mismo, se circunscriben en torno a las siguientes ideas:

- De inicio, pareciera importante tener claridad respecto de la necesidad de repensar el diseño como instrumento válido para relacionarse con la producción, la economía, así como, con la responsabilidad ambiental. Por lo que, el rol futuro de la disciplina debiera contemplar nuevas posibilidades de proyectar la relación con los productos; más allá de la visión tradicional – lineal– centrada principalmente en la producción, la rentabilidad derivada de la diferenciación establecida por el valor de la materia prima, su extracción y la venta indiscriminada de unidades producidas, como resultado de potenciales indicadores de éxito en términos comerciales. Cobrando de este modo, una especial importancia la consideración y valoración que se va teniendo con las diversas externalidades negativas; que potencialmente pudiesen originarse desde el proceso de diseño de productos y como este, desde una óptica equivocada podría condicionar y comprometer la sostenibilidad a futuro de los distintos ecosistemas.
- Por otro lado, se debe asumir que, cualquier cambio de modelo respecto del papel que le corresponde a la praxis del diseño, pasa por una reorientación de la enseñanza de la disciplina al interior de los centros de formación para alumnos de pre y posgrado. En donde, el objetivo del diseñar, a partir de tan sólo criterios estéticos y formales, cómo valor único e indiscutido a ponderar para definir el desempeño del estudiante, vaya considerándose como una práctica metodológica anacrónica.
- Así mismo, la declaración de conformidad con el compromiso medioambiental por parte de la enseñanza del diseño pareciera no bastar. Por lo que, asumir desafíos sostenibles e insistir en la docencia proyectual universitaria, a partir de la incorporación de conceptos verdes únicamente abordados de manera tangencial o partir de la construcción social únicamente, no aseguraría una implantación sostenible en los futuros profesionales. De esta forma, la exigencia de contar con instrumentos metodológicos que permitan abordar de manera simplificada y pragmática, la muchas veces compleja cantidad de requerimientos normativos se convierte en una oportunidad de interés para poder ser incorporado al proceso de diseño y su didáctica.

- Un tema que debiera ser valorado dentro de este marco, es cómo se reconsidera la gestión del producto al interior de las empresas y en lo particular en las industrias de manufactura. Por lo que la visión sistémica derivada del ACV industrial, aparece como un instrumento efectivo que permite ir estimando los impactos productivos con miras a optimizar el uso de los recursos y minimizar los efectos nocivos de este en el entorno.

Por lo que, uno de los primeros objetivos a tener en cuenta, se vincula directamente con la evaluación de metas respecto de los aportes que una determinada empresa ofrece en términos ambientales, y cómo esto, se condice con la realidad actitudinal al interior de la misma. Otro aspecto, es la estrategia aplicada para la definición de la cadena de valor y la transparencia manifiesta respecto de la trazabilidad en la cadena de suministro; o incluso, el valor de innovación añadido en los distintos productos y su necesaria vocación sostenible. Así como también, la ética declarada a partir de la decisión de un determinado criterio tecnológico y las responsabilidades socioambientales comprometidas que conllevan su aplicación; ya sea como herramienta de producción interna, o bien, como el resultado de una nueva oferta de producto. Sin duda que estos, son aspectos que no se pueden soslayar en una noble redefinición administrativa.

- El empresariado – como sector relevante en la sociedad – entiende y ha asumido su papel respecto de cómo poder influir positivamente en el paradigma de la sostenibilidad y en específico la eficiencia ambiental. Pero es importante dejar de manifiesto que dicho compromiso, va más allá de una simple declaración de principios o intenciones; transformándose más bien, en aspectos del desempeño ambiental empresarial que debieran ser constantemente evaluados.

En este sentido, el poder identificar aspectos relacionados con mejoras continuas para ser medidas al interior de la empresa, se torna relevante para de esta forma, establecer correctas condiciones para los procesos de planificación, producción y comercialización, así como también, para poder crear escenarios propicios respecto de la generación de oportunidades de beneficio que involucre a toda la cadena de valor. Por lo que su significancia, ciertamente iría más allá de un interés tan sólo económico y productivo, sino que además, podría contemplar una oportunidad de éxito empresarial en donde la gestión ambiental, eventualmente sería la pieza clave para la obtención de logros, en pos del bienestar social y la mejora medioambiental.

- Finalmente, uno de los aspectos que cobra más fuerza, es la necesidad de poder orientar a las células productivas de menor tamaño, que son las que presentan mayores dificultades en términos de obtención de recursos, para poder avanzar en procesos de diseño con perspectiva de eficiencia ambiental.

Las Pymes, son las que precisamente ven complicada dicha opción y pareciera que ante cualquier tentativa de cambio consciente respecto del tema o intento de implementación de los nuevos requerimientos ambientales, se termina imponiendo finalmente la idea que, invertir ambientalmente es un requerimiento estatal perverso o al menos, un mal necesario a abordar por la empresa, para poder proceder en conformidad con la normativa y operar así sin problema alguno. Razonamiento, que inevitablemente agudiza la brecha existente con el gran empresariado, sector que, al ya estar integrando los distintos desafíos sostenibles, acaban posicionándose a la postre, con clara ventaja ante la oportunidad cierta que ha significado la apertura de nuevos mercados verdes.

- Considerando lo anterior, el trabajo por ejecutar debiera estimar el avance en instrumentos de carácter metodológico, que le permitan a este sector productivo acceder de manera fluida al diseño con perspectiva ecológica. Por lo que, valorar las necesidades dadas por las características heterogéneas de estas empresas, estimar los escenarios presentes en términos de contingencias posibles y adaptar procedimientos sencillos a las complejidades derivadas de la institucionalidad y sus regulaciones, son puntos clave para poder ser considerados en la investigación. Favoreciendo de esta forma, la concurrencia en torno a procedimientos de diseño, tendientes hacia el acompañamiento de las Pymes en la implementación de soluciones dirigidas a la disminución del impacto ambiental en sus productos y procesos, así como, al favorecimiento o desarrollo de tecnologías apropiadas a las necesidades ambientales y al alcance de dichas categorías de empresas.

3

Investigación y 1° estudio publicado

3.1. Consideraciones generales

El propósito del siguiente apartado es poder desarrollar investigación de tipo preliminar, destinada a contribuir con la formulación de propuestas a partir de los marcos teóricos previamente definidos y las que finalmente, terminarán por dar cuerpo al trabajo de tesis que aquí se presenta. En este sentido, se posibilitará el establecimiento de una contextualización general de escenario, en donde se ha de aplicar el fruto del trabajo de investigación en proceso, asegurando finalmente la pertinencia de su puesta en práctica.

De acuerdo con lo anterior, se hace una revisión respecto del estado de las cosas en torno al concepto de sostenibilidad en las universidades de nuestro país (Chile), además de indagar en las prácticas pedagógicas aplicadas de manera frecuente en la formación del diseñador industrial y de productos.

3.2. Presentación del artículo

Venegas-Marcel, M., Martínez-Torán, M., & Jacob-Dazarola, R. (2023). Perspectivas de aplicabilidad del ecodiseño en la formación universitaria del diseñador industrial en Chile. *AUS [Arquitectura / Urbanismo / Sustentabilidad]*, (33), 12–19.
<https://doi.org/10.4206/aus.2023.n33-03>

3.2.1. Resumen

El trabajo, permitió establecer un panorama diagnóstico preliminar, respecto de las condiciones presentes en algunas carreras para la formación universitaria del diseñador industrial en Chile; así como, en las posibilidades de implantación del ecodiseño como una metodología aplicable en proyectos sostenibles.

Se analizó información de distintas fuentes existentes en torno al tema; además de los datos sobre una muestra de 141 estudiantes de cuatro universidades chilenas, entre el segundo y quinto año de formación regular. Permitiendo 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, evidenciaron un manejo teórico relativo por parte de alumnado en torno a dichos tópicos y una importante debilidad para integrarlos de manera práctica. Se concluye, con una aproximación metodológica simplificada de ecodiseño, factible de ser considerada en la enseñanza del diseño y otras disciplinas afines.

3.2.2. Introducción

El diseño sostenible (DS), aparece como una estrategia proyectual alternativa con mayor compromiso social, enfatizando la innovación productiva para el desarrollo, pero también asumiendo serias responsabilidades con el estado de bienestar ambiental y colectivo (Corsini y Moultrie 2021). Siendo el ecodiseño – de la mano de la norma ISO 14006 (2011, 2) – el que se convierte en la respuesta metodológica para la gestión ambiental en el diseño y desarrollo de productos, asegurando una participación más proactiva en el ciclo de vida de la producción; desde la optimización de los recursos energéticos y materiales, así como en la protección misma 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 lo que la rentabilidad ambiental se traduce directamente en disminución de costos y aportes a la competitividad (García et al. 2020). Siendo, el análisis del ciclo de vida de los flujos de materia y energía de un producto-proceso (ACV o LCA, siglas en inglés para *Life Cycle assesment*), la principal herramienta para la optimización ambiental en todo el sistema (empresa, proveedores, distribuidores y usuarios) y su planificación con miras a un DS. La tabla N°7, permite aproximarse de forma abreviada a las metodologías de ecodiseño más reconocidas mundialmente, su procedencia y las principales fases de aplicación:

Tabla 7. Caracterización de las principales metodologías de ecodiseño. Fuente: elaboración propia.

METODOLOGÍAS PARA EL ECODISEÑO			
nombre	autor / procedencia / año	características	fases
PROMISE	Universidad Tecnológica de Delf Holanda / 1994-97	-Una de las mas 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 Ihobe S.A España / 2000	Nace para difundir la P4L 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 mas 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

Chile y su institucionalidad, elaboran el Plan Nacional de ecodiseño para el período 2018-22. El que, enmarcado en la Política Nacional de Residuos (2018-30) del Ministerio del Medio Ambiente (MMA), contempla a la ley REP (ley N° 20.920/2016), como una de las principales herramientas para la mejora de las condiciones ambientales en centros urbanos y rurales a lo largo del país. Dicha implementación – aún en etapa inicial – no está ajena a complicaciones derivadas de los distintos sectores comprometidos. Desde, ineficiencias institucionales para fijar metas de productos prioritarios, hasta la dificultad – asumida por las empresas – para obtener instrumentos de ecodiseño simplificado y a costo razonable. Ralentizando la gestión ambiental al interior de la industria, o bien desalentando a las distintas inversiones en infraestructura que permitirán eventualmente la puesta en marcha de la ley REP (Navech 2020; Sánchez 2021).

Respondiendo a dicha coyuntura, el siguiente trabajo pretende establecer una visión diagnóstica respecto de las posibilidades para aplicar el ecodiseño, en la mejora ambiental de productos. Indagando, en aspectos derivados desde la enseñanza inicial en ciertos programas universitarios relacionados con el diseño industrial en Chile, así

como también, en las condiciones que favorezcan la implantación efectiva de un método, conducente hacia una praxis formativa del concepto de DS y su traspaso al sector productivo nacional.

Los siguientes, como objetivos procedimentales para sustentar dicho 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 de 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.

3.2.3. Método

Se levantó información necesaria para un diagnóstico general de contexto. Primero, a partir de una revisión exploratoria de literatura y datos respecto de la sostenibilidad y el ecodiseño en la educación superior. Y segundo, en torno al manejo de conceptos relativos a dichos temas, por parte del alumnado de diseño industrial con formación universitaria de pregrado.

Se obtuvo así, información relevante a partir de la recopilación de antecedentes documentales respecto de la realidad universitaria nacional e internacional, y la vinculación con dichos contenidos. Además, de una recogida de datos, a partir de cuestionario elaborado por el autor, acerca del reconocimiento e impacto de la temática medioambiental y las modalidades de enseñanza usadas en proyectos. Indagando, por tanto, en la relación de dicha dimensión y los eventuales métodos aplicados en carreras de diseño de productos.

Para tal efecto, se aplicaron preguntas cerradas del tipo dicotómico, politómico y del tipo escala; numérica y del tipo nominal. Las cuales pudieron distribuirse 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 cálculo para los datos categóricos obtenidos fueron ejecutados mediante 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) – prueba de estadística descriptiva sobre la muestra para el estudio de dos variables. Evaluando la independencia entre ellas mediante la verificación o 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 $\alpha = .05$, fijando como medida de intensidad entre variables el coeficiente de contingencia C , de Karl Pearson.

3.2.4. Resultados

El ecodiseño y educación superior comienzan a relacionarse con el DS en el ámbito universitario de manera global, a partir de la “Declaración de Talloires”, Francia 1990 (Zutshi y Creed 2018). En Europa, países como Holanda, Alemania, España y Reino Unido, desde finales de los años noventa del siglo pasado y comienzos del dos mil, incorporan en sus modelos prácticas sostenibles, como una forma de enfrentar el futuro de la oferta académica y la problemática ambiental (Strobl 1999; Michelsen 2003; Onaandia 2004; Ulls et al 2010; GUNI 2008; Crul y Diehl 2007).

En el 2016 Chile, y de la mano del Ministerio de Medio Ambiente (MMA) culmina el Acuerdo de Producción Limpia “Campus Sustentable”, suscrito el año 2012 por 22 universidades. Finalmente 14 instituciones de Educación Superior – que representan el 20% de alumnos matriculados a nivel nacional – fueron certificadas ambientalmente por la Agencia de Sustentabilidad y Cambio Climático. Observándose que, la inclusión de materias de sustentabilidad en cursos optativos creció en un 33%; lo que significó 508 asignaturas con 21.707 alumnos inscritos, elevando la investigación en un 93%, con 160 proyectos. Igualmente, los programas de extensión en materias de producción limpia y sustentabilidad registraron un incremento del 80%, alcanzando más de 33 mil beneficiarios (MMA 2017).

En conceptos de economía circular (EC) o estrategias de ecodiseño, las universidades nacionales incursionan paulatinamente, pero aún, a nivel de oferta en postgrado como complemento de las competencias profesionales del alumno. Dichos programas están dirigidos al área de Ingeniería o administración (ver tabla 8) y solamente dos de ellos (2) pueden asociarse a especialidades proyectuales (diseño, ingeniería en diseño o arquitectura).

Tabla 8. Postítulos y sostenibilidad, Universidades chilenas 2020. Fuente: elaboración propia.

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

En cuanto a las carreras de pregrado en el área del diseño, si bien, un número importante declara suscribir a los principios de sostenibilidad ambiental, no todos nombran en su malla curricular cursos relativos al tema.

De acuerdo con un catastro desarrollado 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 diseño Industrial, de productos o equipamiento y 3 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; encontrándonos con sólo 3 que relacionan dichos contenidos en cursos de taller proyectual, siendo 2 de ellas carreras de ingeniería. (tabla 9).

3.2.4.1. Dimensión medioambiental y metodologías en la carrera de diseño. Los resultados se obtuvieron a partir de un universo muestral de 141 estudiantes (N=141) pertenecientes a 4 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%). Pudiendo constatarse que, en su mayoría los alumnos que responden cursan un nivel avanzado de la carrera, es decir cuarto año o bien titulación con un 54,6%; tercer año o nivel intermedio con un 39% y para nivel inicial o segundo año con tan solo un 9%, cursando ramos electivos en torno al tema (ver anexos, gráficos 8.1.1 y 8.1.2).

Las respuestas para la variable inicial – reconocimiento de conceptos medioambientales – se distribuyó de la siguiente manera: al consultarles respecto de la problemática medioambiental, la mayoría mencionó tener conocimiento de dicha coyuntura (95%), de igual forma sucedió con la familiarización en torno al concepto de sostenibilidad medioambiental, donde un 91,5 % contestó de manera afirmativa. En cuanto a la interrogante de si las asignaturas habían abordado el concepto de ecodiseño, un 78,7% respondió afirmativamente y un 21,3% señaló no haberlo abordado; así también, con la integración de la EC en el programa de estudio de la carrera, el 85,8% respondió si y un 14,2% de manera negativa. Con relación al conocimiento de alguna normativa que esté vinculada con la protección medioambiental, un 63,1% dijo estar al tanto y un 36,9% no conocer ninguna (ver anexos, gráfico 8.1.3).

Tabla 9. Pregrado en diseño y sostenibilidad Universidades chilenas 2020. Fuente: elaboración del autor.

UNIVERSIDADES DE CHILE Y CARRERAS ASOCIADAS A DISEÑO				
INSTITUCIÓN	ESPECIALIDADES			
	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 Sostenibilidad
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. Bío Bío				
U. de las Américas				
U. Finis Terrae				Innovación y Sustentabilidad

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 2:

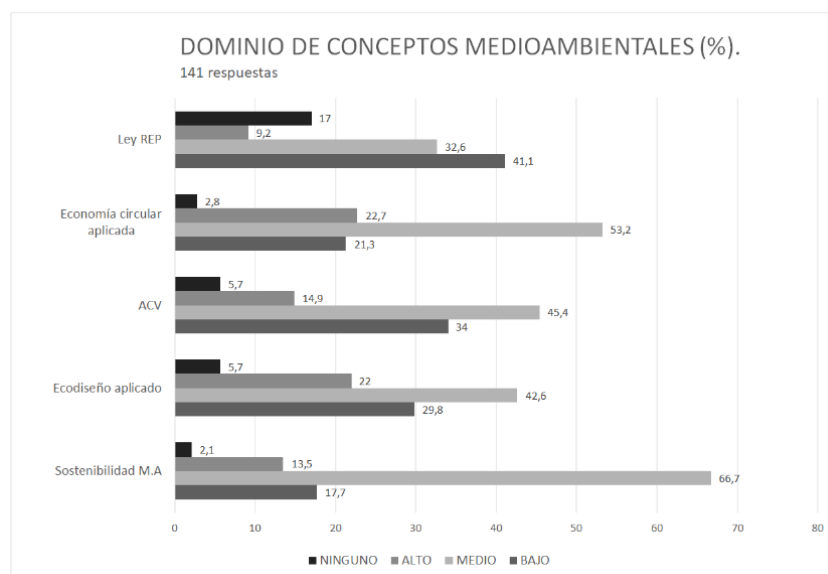


Gráfico 2. Valoración de dominio de conceptos medioambientales Fuente: elaboración del autor.

La tercera variable requerida al universo consultado dice relación con la modalidad de asimilación de algunos conceptos de relevancia medioambiental. Sus respuestas fueron en torno a preguntas politómicas, que enmarcaban la estrategia de aprendizaje reconocida para profundizar en dichos conceptos. Esta consideraba en las 2 primeras preguntas, la aplicación de metodología cuantitativa (balance y cálculo según parámetros) y cualitativa (análisis de requerimientos e impacto de procesos según componentes de producto). Para las 3 siguientes preguntas, se requería confirmar si es que procedía una revisión de carácter teórico de 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 5 preguntas de la variable, la combinación de los aspectos sugeridos, así como la confirmación de la nula aplicación

de dichos conceptos, eran respuestas factibles de ser entregadas. Los resultados, en los siguientes gráficos:

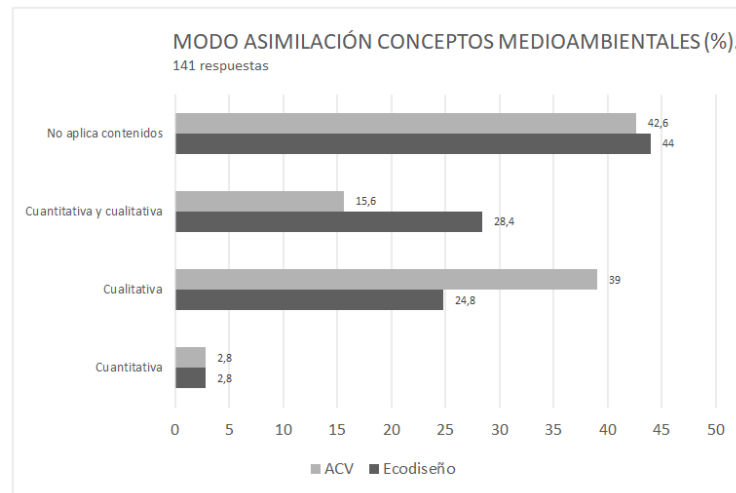


Gráfico 3. Modalidad de asimilación de conceptos medioambientales. Fuente: elaboración del autor

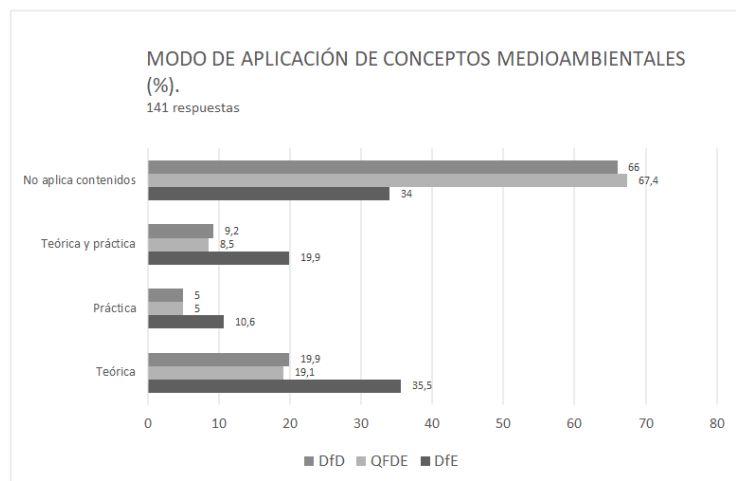


Gráfico 4. Modalidad de aplicación de conceptos medioambientales. Fuente: elaboración del autor

La cuarta y última variable solicitada, dice relación con la valoración de contenidos medioambientales y las estrategias docentes con las cuales, el universo de los alumnos consultados ha podido relacionarse. Se consultó 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 del tipo cerrada y en escala numérica (del tipo Likert), en donde 1 representa la mínima valoración y el 5 la máxima. Los resultados pueden resumirse en la tabla de frecuencia N°10.

De acuerdo a lo anterior, se establecieron niveles de independencia de ciertas variables categóricas y en razón de sus eventuales resultados, determinar 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.

Tabla 10. Frecuencia para la valoración de contenidos medioambientales y estrategias docentes. Fuente: elaboración del autor.

	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%

La primera prueba propuesta, fue establecida 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 si existe una asociación significativa entre las metodologías aplicadas por el docente y el manejo de contenidos en torno a la dimensión medioambiental, $\chi^2 (16)=107.721$, $p<.05$. Encontrándose además un grado de relación alto de las variables evaluadas con un coeficiente de contingencia $C=.658$.

El segundo análisis relaciona el método docente y el desarrollo de casos prácticos ligados a proyectos de diseño. Se formula la 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, metodología docente y la ejecución de ejercicios, casos y proyectos si estan 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, $\chi^2(16) = 105.206$, $p<.05$. Con un grado de relación alto entre variables con un coeficiente de contingencia $C=.653$.

3.2.5. Discusión

Es importante señalar que, el escenario actual del país en torno a la sostenibilidad ambiental, el ecodiseño y dicha presencia en la Educación Superior, es auspicioso en la comparativa latinoamericana (Mac-lean et al. 2020). Pero, es necesario destacar que las posibilidades de evaluación sostenida en el tiempo, para establecer mediciones respecto de su implementación, todavía – según señala Sáenz (2017) – no se hacen realidad en términos del desarrollo de instrumentos claros y objetivos.

Si bien, la implantación de estas temáticas ha contado con la activa presencia 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 con urgencia de ser difundida a nivel organizacional. Panorama que se reitera en las carreras de áreas proyectuales, en donde distintas universidades declaran los temas medio ambientales como contingentes, pero sólo el 46% lo hacen desde su plan de estudio. Siendo solamente un 13% aproximado del total de las carreras, que aplica dichos conceptos en asignaturas de corte práctico (taller proyectual o de diseño), dificultando, según Grimal et al. (2020), la integración de estos principios a 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”, evidencian que hay un porcentaje importante de la muestra que 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, siendo muy revelador el hecho que, en torno a temáticas que requieren dominios objetivos demostrables (ley REP, ACV) un gran número de ellos declaró un nivel bajo de conocimiento. Permitiendo inferir que ciertos conceptos pudieron eventualmente ser conocidos a partir de métodos educativos tradicionales (pensar-analizar-comprender), o bien adquiridos de manera social e informal, constituyéndose por tanto en un dominio del todo aparente que complica su aplicación práctica (Thürer et al. 2018).

Lo anterior, se robustece 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 aquellos evidencia mayormente un énfasis en lo cualitativo y teórico; contradiciendo el método normalmente usado en la planeación de productos sostenibles en términos medioambientales. Precizando para ello una necesaria 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 respecto de abordar dichos contenidos a partir de casos prácticos aplicados, por sobre la revisión de material bibliográfico o meramente documental. Lo que es consistente de acuerdo a los señalado por Perpignan et al. (2020), respecto de lo esperado para integrar conceptos, conocimientos y habilidades relacionadas con el ecodiseño y temas de sostenibilidad.

En la misma variable y considerando tanto, la primera como la segunda prueba para el análisis de independencia, que enfrenta a 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 completo manejo de dichos conceptos por parte del profesor a cargo. Siendo un factor crucial para poder definir la metodología a ocupar, así como también la propiedad con la cuál ha de poder desenvolverse efectivamente en el desarrollo de caso prácticos (Piekarski et al. 2019).

Lo que 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. Evidenciando que para éstos tópicos complejos, todavía los métodos no son eficaces en la implantación de contenidos. Lo anterior, se ratifica por la alta relación de dependencia demostrada y el significativo interés estadístico en ambas pruebas.

Así mismo y para reforzar lo previamente consignado, se expone la tercera prueba de análisis, la que relaciona método docente aplicado y sus eventuales vinculaciones con el medio externo. Reafirmando 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 enseñanza aprendizaje (Lin 2017; Steinmo y Rasmussen 2018). Si bien, los resultados porcentuales no permiten asumir que dicha modalidad de trabajo sea una práctica habitual dentro de 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 y como lo sostiene Chyung et al. (2017) en lo relativo a los puntos medios de las encuestas – los guarismos obtenidos se deberían eventualmente a un desconocimiento o falta de seguridad en torno al tema consultado. O bien, a la expresión del concepto que, según lo señalado por Bergen y Labonté (2020) es conocida como “sesgo de deseabilidad social”. El cuál sería la manifestación de una forma de entregar respuestas socialmente aceptables, sin llegar a exponer un incómodo desconocimiento de ciertos temas.

3.2.6. Conclusiones y comentarios

El manejo general de conceptos ligados al medioambiente y en particular la metodología de ecodiseño, resultan ser reconocidas 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. Ratificando que, el tema medioambiental y su aplicación en diseño, todavía es abordado a partir de conocimientos generales construidos socialmente, tal y 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 que, en escala aún reducida, han logrado permear teóricamente algunos programas de carrera. Lo que, en conjunto con el esfuerzo docente para poder incorporar la vasta temática en el desarrollo de proyectos, favorecen 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 (extra-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 al ecodiseño como metodología proyectual, este debiera vincularse de un modo acotado con el proceso tradicional de diseño. Especialmente, 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; Küçüksayraç y Ariburun Kirca 2020). Lo que finalmente terminaría por afectar la toma de decisión para diseñar, 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. Confirmando así, el importante rol 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. Por lo cual, dadas las características y disposición desde el sector empresarial, las universidades analizadas con sus programas de carrera y las estrategias didácticas reconocidas, merecería la pena considerar las siguientes fases correlativas, que eventualmente podrían configurar un método simple y parcelado de ecodiseño, con miras a su incorporación al interior de las carreras y empresas:

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

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

Estimando lo anterior y en virtud de procurar una evaluación continua con miras a mejoras incrementales del producto, se precisa establecer una retroalimentación fluida con el mandante. Quien eventualmente, podría solicitar un informe parcial por cada una de las subfases o bien un nuevo proceso de diseño, activándose así un ciclo que aseguraría la actualización y mejora continua desde la perspectiva medioambiental (luga et al.2017).

Se concluye finalmente, que el trabajo aquí presentado, puede considerarse como 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 u otras carreras proyectuales, así como, en el necesario traspaso que las mismas universidades debieran estar propiciando, hacia las empresas que requieran aplicar estrategias de mitigación ambiental, en sus respectivos productos y procesos.

4

Investigación 2° y 3° estudio publicado

4.1. Consideraciones generales para el 2° estudio

El cuarto apartado, se plantea con la intención de poder establecer una suerte de prototipado, respecto de los alcances que pueda presentar el desarrollo de un instrumento simplificado, eventualmente aplicable al ejercicio proyectual de diseño. Proce- diendo de esta forma, a poner en práctica el análisis ACV como una manera de recono- cer herramientas de evaluación medioambiental y facilitar finalmente su implementación didáctica. Por lo que se considera este trabajo, como una instancia central para la formulación de un potencial modelo aplicable en proyectos de DS.

Lo anterior, se ejecutó en el contexto de los talleres de diseño de la carrera de Inge- niería en Fabricación y Diseño Industrial de la Universidad Técnica Federico Santa María, Chile. Indagando para tal efecto, en la temática relacionada con los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE), sus valorizaciones, caracterizaciones y ciertos paráme- tros, que hicieran factible su balance y determinación situacional a nivel país. Permi- tiendo en consecuencia, sistematizar la toma de decisiones en proyectos de diseño y el manejo sostenible de productos, a partir de la evaluación de sus residuos.

4.2. Presentación del artículo

Venegas-Marcel, M., Martínez-Torán, M., Jacob-Dazarola, R. & Miranda Rojas, F. (2023). Caracterización y valoración de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, RAEE en Chile. Una propuesta hacia un diseño de producto más ecoeficiente. *Kepes*, 20 (27), 75–104. <https://doi.org/10.17151/kepes.2023.20.27.4>

BD: SJR | SJR 2022: 0.22| Q: Visual Arts and Performing Arts (Q1 – 87/619)

4.2.1. Resumen

Esta investigación, tuvo como objetivo proponer un protocolo de incorporación de procedimientos para evaluar, caracterizar y establecer parámetros generales aplicables a la gestión de RAEE – residuos de aparatos eléctricos y electrónicos – el cual pudo también ser incorporado dentro del marco de los procesos de diseño y desarrollo de productos más usados frecuentemente; brindando así, información clave para proyectos dirigidos a la recuperación de partes, componentes y sus materias primas.

Para lograr lo anterior, este artículo, primero estableció los problemas generales, posicionando a Chile como un caso de estudio válido en América Latina y definió los objetivos de la investigación. Posteriormente, se describió el método ocupado, el cual ha sido aplicado a diez electrodomésticos de pequeño formato, obteniendo resultados prometedores en cuanto a una rápida determinación de las posibilidades de gestión sostenible de sus residuos. Se propuso, un método de fácil aplicación y comprensión, el que puede funcionar en el marco de la formación de nuevos diseñadores, el trabajo con pequeñas empresas y con actores relevantes en los procesos de reciclaje y valorización. Finalmente, se presentaron conclusiones respecto al logro de los objetivos propuestos y evaluaciones para futuras investigaciones. Contribuyendo de esta forma, con resultados significativos destinados a impulsar proyectos de interés tecnológico y económico con miras al manejo sostenible de los residuos al final de su vida útil.

4.2.2. Introducción

El sistema económico actual basado principalmente en el ciclo constante de “comprar, usar y tirar” (Ellen MacArthur Foundation et al., 2015, p. 46) termina por establecer colectivamente el concepto de lo desechable como máximo emblema de la expresión del consumo y el consumismo, por tanto, contribuir a la consagración y persistencia de la llamada economía lineal (Murdock, 2006; Piñero, 2004), que es sustentada mediante el uso de grandes cantidades de materias primas y energía a muy bajo precio. Estas cuestiones, han permitido un crecimiento y desarrollo industrial sin precedentes, aunque no exento de críticas y censuras (Sariatli, 2017). Esto se debe esencialmente a su estrecha relación con el paradigma extractivo, que en su ávida dinámica, aún no se ha detenido a

considerar el gran precio social y ambiental que ha tenido que pagar a cambio de la tan aludida prosperidad (Acosta, 2016). ; Krausmann et al., 2009; Schaffartzik et al., 2014). Estos cuestionamientos afectan directamente a la disciplina del diseño, en particular al diseño industrial y de producto, espacio y perspectiva desde donde se aborda principalmente esta aportación académica.

Una categoría de residuos que crece exponencialmente es la tecnológica, entre los que se encuentran los RAEE (Comisión UE, 1991), residuos de productos conocidos como Aparatos Eléctricos y Electrónicos (AEE). Estos productos, profundamente ligados al trabajo que desempeñan profesionalmente los diseñadores industriales, son el resultado de la fabricación y montaje de diversos conjuntos estructurales, piezas y componentes (Cyranek y Silva, 2010, pp. 26-27) que, mediante el uso intensivo de materias primas poliméricas, metales ferrosos y no ferrosos, sílice y otros compuestos complejos, constituyen un desafío importante cuando se intenta eliminarlos o integrarlos en un ecosistema, con la intención final de restaurar o regenerar eficazmente el medio ambiente (Fundación Ellen MacArthur et al., 2015; Issa et al., 2015).

4.2.2.1. El caso chileno.

La gestión de RAEE en Chile, es aún incipiente si es comparada con la realidad de los países industrializados, pero no menos compleja. Mientras que en Europa la tasa de reciclaje sería cercana al 40% (Forti et al., 2020, p. 41) en Chile sería tan solo del 3% (Boeni et al., 2009, pp. 8-11). Por lo tanto, no sorprende notar la falta de parámetros, obligaciones y jurisdicción que evidencia la legislación nacional. Chile, decidió impulsar cambios desde una perspectiva ambiental mediante la promulgación de la llamada ley de Responsabilidad Extendida del Productor, REP (Gobierno de Chile. Ministerio del Medio Ambiente, 2016). Esta ley permite al país posicionarse en una lógica económica circular, lo que conduce a un cierre de ciclo entre el productor, el recolector de residuos y finalmente el consumidor (Balboa C. y Domínguez S., 2014; Geng y Doberstein, 2008; McDonough y Braungart, 2002, págs. 98-99).

Aunque se promulgó en 2016, todavía no está en pleno funcionamiento. Como resultado, falta información relevante que permita establecer condiciones tanto para la caracterización, así como, para la valorización del material que puedan vincularse con la gestión de su recuperación (Fajardo C., 2018). En consecuencia, la labor de recogida básica, impulsada por las unidades de negocio oficiales vinculadas al desarme de los AEE (pequeños aparatos electrónicos), parece todavía una realidad emergente. Según Boeni et al. (2009, pp. 8-11) estos esfuerzos se concentran principalmente en iniciativas privadas para la prestación secundaria de servicios a grandes empresas o, alternativamente, en el establecimiento informal de actividades para intentar obtener ganancias marginales de los residuos generados por los hogares (Boeni et al., 2009; Wolfensberger, 2009, pág.2). Esta oportunidad determina la importancia de ir avanzando en el desarrollo de instrumentos metodológicos que permitan su incorporación en potenciales modelos de negocio. Especialmente, entendiendo la importante tasa de residuos electrónicos proyec-

tada para el futuro (Savino et al., 2018) como resultado del nivel de desarrollo económico alcanzado por el país, así como, de sus avances e intentos para la implementación de iniciativas regulatorias de carácter legal (Bautista Vargas et al., 2015; Silva, 2019, pág.10). Varias fuentes (Bautista Vargas et al., 2015; Silva, 2019; Wolfensberger, 2009) señalan que Chile es el primer país de América Latina en el ranking de desarrollo y también en consumo per cápita de productos, en general, y especialmente de productos tecnológicos, lo que permitiría extrapolar dicha praxis en el corto plazo a otros países de la región que ya están tomando la misma senda.

4.2.2.2. Educación ecoeficiente en el ámbito del diseño de producto.

Varios autores (Meyer y Norman, 2020; Pontis y van der Waarde, 2020; Redström, 2020) plantean la necesidad de un cambio de la manera en la que hoy se están formando los diseñadores industriales del futuro y en cómo, una profesión que antes tenía los límites relativamente definidos, ahora los ven un poco más difusos. Considerándose esto, una oportunidad más que un problema, en la medida de poder ir aproximándose a una mirada más esencial en términos de lo que significa diseñar para el mundo de hoy y de mañana. Estos autores también coinciden en que, bajo esta nueva concepción de la profesión del diseño, es imprescindible incorporar aspectos relacionados con la sostenibilidad y la ecoeficiencia en las habilidades básicas de los diseñadores, y para ello estas habilidades deben formar parte de su formación inicial (Zainudin et al., 2021). Un panorama en el que los enfoques de la educación, en general, deberían ir adaptando sus programas de formación hacia la integración del concepto de desarrollo sostenible, junto con el compromiso real de otros grupos sociales, de los cuales el trabajo asociado a la disciplina del diseño constituye una parte fundamental (UNESCO, 2012, p. 7).

El desarrollo sostenible, es actualmente entendido como un factor clave en la búsqueda del bienestar social, considerando necesariamente la articulación efectiva de variables funcionales, productivas y ambientales (Manzini, 1992; Manzini y Bigues, 2000, pp. 7-9; Manzini y Jégou, 2003, pág.16; Yongqi et al., 2013, pág. 2). En un contexto de desarrollo de productos, este condicionamiento se expresa como una gestión sostenible de la eficiencia ambiental (ecoefficiencia), con el objetivo de minimizar los impactos y reducir los costos de producción dentro de la empresa (Aranda U. y Zabalza B., 2010, pp. 7-8; Consejo Empresarial Mundial para el Desarrollo Sostenible, 2000, pág. 4).

Un objetivo subyacente de la investigación realizada y del establecimiento de la metodología propuesta, adecuada para los diseñadores industriales, es también poder contribuir al desarrollo de herramientas que puedan ser utilizadas en los procesos formativos de los futuros diseñadores de producto, de modo que, la consideración de la sostenibilidad y los criterios de ecoeficiencia, se vuelven parte de sus procesos de pensamiento más internalizados.

4.2.2.3. El proceso de investigación presente.

Considerando lo anterior, esta investigación tiene como objetivo establecer un marco de procedimientos, encaminados a determinar evaluaciones, caracterizaciones y parámetros generales aplicables a la gestión de RAEE, y que puedan ser aplicados en el marco del diseño y desarrollo de productos más comunes. Brindando la información necesaria para la formulación de proyectos tecnológicos, enfocados a la recuperación de piezas, componentes y sus materias primas. Por lo tanto, se decidió fijar los siguientes objetivos procesales:

- a) Determinar el procedimiento de caracterización referido al tipo de material residual obtenido, indicando propiedades relevantes para el mercado chileno.
- b) Precisar las características valorizables de los residuos y su disposición final.
- c) Aplicar instrumentos de clasificación y jerarquización de los RAEE. Estableciendo condiciones y procedimientos adecuados en la gestión posterior de éstos.
- d) Evaluar tipologías de RAEE según mayor tasa de incidencia como residuos potenciales a nivel país según criterios institucionales (antecedentes y diagnósticos).

Para presentar el proceso de investigación llevado a cabo y lograr estos objetivos, este artículo presenta, en esta primera parte, una visión general de las cuestiones relevantes sobre los problemas de sustentabilidad, su relación con la formación de diseñadores de nuevos productos, y estableciendo a Chile como un caso válido de estudio por las posibilidades de escalamiento y aplicación de los hallazgos al resto de América Latina. A continuación, se realiza una breve revisión de la literatura, considerando que gran parte de este reconocimiento también ha sido abordado en esta sección introductoria, tanto del mundo académico como de organizaciones y autoridades internacionales y locales, asumiendo aspectos tanto generales como metodológicos.

Posteriormente, se describen en detalle los métodos utilizados para realizar la investigación, seguido de la presentación y discusión de los hallazgos. Finalmente se presentan las conclusiones respecto al logro de las metas propuestas y las valoraciones para futuras investigaciones que profundicen en lo realizado.

4.2.3. Revisión de literatura

Lo consignado previamente, necesariamente determina una coyuntura que condiciona forzosamente la investigación científica y académica, vinculada con el sector empresarial y las autoridades ligadas con el medio ambiente. Aun cuando, la atención predominante se ha centrado en el diseño de los sistemas de recogida, transporte y la disposición final de los desechos. La única excepcionalidad de valorización declarada se da en el manejo y uso de las placas de circuito impreso (PCB), debido al precio de las fracciones de metales preciosos – oro y plata – con las cuales están fabricadas (Park y Fray, 2009). Sin embargo, otros componentes, como el tipo polimérico, aún mantienen tasas de recuperación relativamente bajas (Habib et al., 2015). Ignorando, de hecho, la eva-

luación de las propiedades físicas y químicas que aún se encuentran en estos materiales, impidiendo de esta manera, según lo señalado por Fernández (2013, pp. 13-47), el advenimiento y la implementación completa y efectiva de la denominada minería urbana. Actividad, que, al poseer importantes ventajas en términos ambientales – en comparación con la minería tradicional – podría convertirse en un modelo de gestión válido, orientado a la recuperación de materias primas mediante el reciclaje, estableciendo un cierre de ciclo efectivo en torno a la cadena de suministro (Koutamanis et al., 2018; Xavier et al., 2019; Zhang et al., 2019).

Siguiendo datos de Naciones Unidas a principios de este siglo, se estimaba que cada año se producirían entre 20 y 50 millones de toneladas de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, lo que equivale aproximadamente al 5% de los residuos sólidos del planeta (Schwarzer et al., 2005, pp. 1-2). Según informes de la UE, ya en 1998 se generaron 6 millones de toneladas de RAEE, con un volumen que aumentaba entre un 3 y un 5% al año. De estos residuos, el 90% se envió a vertederos sin posibilidades de procesamiento adicional (Comisión de la UE, 2000). Por lo tanto, se estima que para el año 2015, la cantidad de RAEE proyectada rondará los 12 millones de toneladas, equivalentes a aproximadamente 14 kg. por persona al año (Goosey, 2004).

La literatura revisada coincide en general en el gran potencial de los AEE como fuente de materia prima aún por recuperar. Un potencial todavía infravalorado, pero con un enorme futuro en términos de sostenibilidad económica, que ha permitido establecer las bases teóricas del trabajo que aquí se presenta.

4.2.4. Método

El método se aplica a unidades RAEE provenientes de hogares particulares, clasificadas como pequeños electrodomésticos (Comisión UE, 2003; Gobierno de Chile. Corporación Nacional del Medio Ambiente, 2009, pp. 12-13). Su selección se basa en estimaciones declaradas por el Ministerio del Ambiente de Chile, teniendo en cuenta los volúmenes de electrodomésticos ofertados en el mercado (95% de consumo aparente nacional e importado) y la vida útil (3 años promedio) en términos de tiempo de usabilidad esperado (Gobierno de Chile. Ministerio del Ambiente, 2015). Asimismo, el modelo metodológico considera la implementación de un enfoque procedimental (figura 25) basado en la aplicación secuencial descrita por Zeng, X., et al (2017), que permitirá el análisis detallado de doce (12) dispositivos RAEE en el laboratorio en todas las fases.

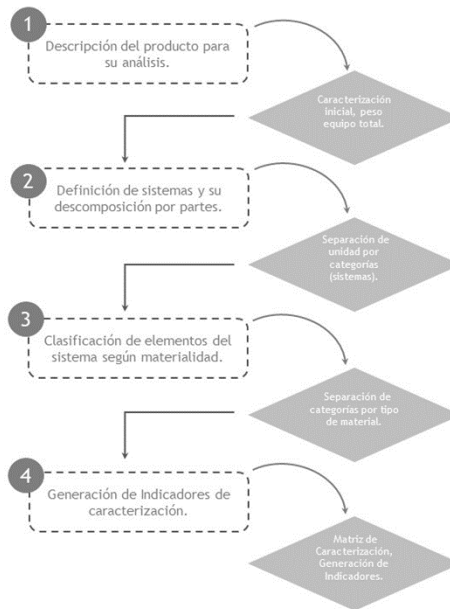


Figura 25. Diagrama general metodología propuesta. Fuente: desarrollo del autor, según Zeng et al. 2017.

En el proceso de investigación realizado, no fue posible encontrar evidencia previa de la aplicación de este método u otros similares enfocados a pequeños productos eléctricos y electrónicos, en análisis realizados en Chile u otros países de la región. Consideramos, por tanto, que es relevante avanzar hacia su implementación porque se torna en un valioso aporte para los profesionales del diseño industrial, dado su sencillez y facilidad de aplicación, en contraste con otras metodologías como el ACV (Análisis de ciclo de vida), que requieren un soporte mayor de *softwares*, generando resultados puramente cuantitativos (Zainudin et al., 2021). Esto también lo hace importante en el contexto de la formación de nuevos diseñadores industriales y por extensión a empresas y fabricantes.

Las siguientes, corresponden a las fases que se han definido para el proceso de caracterización y sus especificaciones:

4.2.4.1. Descripción funcional del producto para su análisis.

Se inicia el proceso, estableciendo la selección de la unidad que ha de ser analizada, considerando para su reconocimiento una breve descripción de carácter funcional. Así como datos de entrada tales como el peso total de la unidad de análisis (Pt), dimensiones generales, volumen para su registro u otros datos para su descripción.

4.2.4.2. Definición de sistemas y su descomposición por partes.

El proceso de desmantelamiento manual de la unidad de análisis se inicia con la definición de los sistemas y categorías correspondientes al primer aparato en estudio, procediendo a la individualización de sus características y/o funciones. Para continuar posteriormente con el pesaje de los grupos correspondientes, según cuatro (4) categorías. Las que condicionadas en al menos el 10% del peso total del equipo, fueron determinadas como válidas para poder ser evaluadas (tabla 11)

Tabla 11. Categorías para separación inicial de unidad de análisis. Fuente: elaboración del autor

ID	CATEGORÍA (Sistema Individual)	DESCRIPCIÓN	PESO (Gramos)
C1	Carcasa	Sistema exterior, obtenido de la primera separación de piezas	
C2	Estructura	Piezas que en su conjunto permiten la resistencia de la forma principal del aparato	
C3	Circuitos eléctricos	Placas de circuito impreso, módulos electrónicos, cables y conectores	
C4	Otros	Otros materiales no clasificados previamente	

4.2.4.3. Clasificación de componentes según materialidad.

Determinados los sistemas correspondientes para su análisis inicial, se separan los componentes en categorías según tipología de material, determinando así, la cantidad de peso individual para cada uno de ellos. En tabla 12, los tipos de materiales presentes de acuerdo al volumen total del equipo y por tanto de interés para su estudio. Se establece además, una clasificación según naturaleza de material e individualización para cada uno de ellos.

Tabla 12. Tipologías de materiales obtenidos de un RAEE. Fuente: elaboración del autor

MATERIAL	DESCRIPCIÓN
Metales	Chatarra de hierro, acero, cobre y/o aluminio
Polimeros	ABS, PP, PPE, PPS, PBT
Partes electrónicas	Placas de circuito impreso, conectores, más algunos metales
Otros	Materiales no clasificados, ej. cables, tornillos, piezas pequeñas de polímeros o metales

Los datos obtenidos de unidad caracterizada, así como, los componentes y sus especificaciones, se organizan posteriormente en matriz que permita un análisis en base a categorías propuestas de componentes y tipología de materiales. Dicha evaluación según lo expuesto por Velosa, González y Rolón (2016).

4.2.4.4. Generación de Indicadores de caracterización.

Se procede a la determinación de valores porcentuales – en términos de masa – de los materiales obtenidos a partir del desarme del equipo en estudio, asumiendo los requerimientos y métodos establecidos por la NCh 3321(2013) para la caracterización de los Residuos Sólidos Municipales (RSM).

De manera general, los materiales obtenidos corresponden básicamente a plásticos, metales ferrosos, metales no ferrosos (Al, Cu) y componentes electrónicos como la placa de circuito integrado, cables y conectores. Pasando a registrar en esta instancia los valores porcentuales en relación con el peso total del equipo, para lo cual se procede con los siguientes indicadores según lo aplicado de manera experimental, en estudio preliminar, por Venegas et al. (2019), a saber:

- Indicador 1: Índice (%) en masa por tipo de material

$$\frac{m_{mat1}}{m_u} \times 100$$

Fórmula 2.1.

Donde:

m_{mat1} : masa en gramos material 1

m_u : masa del equipo analizado (unidad).

- Indicador 2: Índice (%) en masa por categoría propuesta

$$\frac{m_{catg.1}}{m_u} \times 100$$

Fórmula 2.2.

Donde:

$m_{catg.1}$: masa en gramos categoría 1

m_u : masa del equipo analizado (unidad).

- Indicador 3: Índice de peligrosidad. Se utilizará de referencia la normativa ambiental aplicable a los residuos en Chile, el decreto 148/2004 Reglamento Sanitario sobre Manejo de Residuos Peligrosos (presencia

de metales pesados en sus componentes), el cual establece las condiciones sanitarias y de seguridad mínimas a que deberá someterse en general el manejo de residuos, incluyendo operaciones de recuperación y reciclaje (tabla 13).

Tabla 13. Peligrosidad de material según Reglamento sanitario sobre manejo de residuos peligrosos. Fuente: elaboración del autor a partir de D.S. 148/2004.

MATERIALES	CLASIFICACIÓN	DS. N° 148 ID CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
Metales	No peligroso	B1010	Residuos sólidos metales y aleaciones de metales en forma metálica y no dispensable
Polimeros	No peligroso	B3010	Residuos sólidos de material plástico
Partes electrónicas	Peligroso	A1180	Montajes eléctricos/ electrónicos de desecho o chatarra electrónica con componentes como placa de circuitos o conectores
Otros	No aplica	No aplica	Materiales no clasificados, ej., cables, tornillos, piezas pequeñas de polímeros o metales

Para el método de cálculo de índice de peligrosidad se requiere las masas parciales de los materiales clasificados como peligrosos y la masa total del RAEE en gramos. Índice de peligrosidad:

$$\frac{m_{respel}}{m_u} \times 100$$

Fórmula 2.3.

Donde:

m_{respel} : masa total de materiales clasificados como peligrosos

m_u : masa del equipo analizado (unidad).

- Indicador 4: Índice de reciclabilidad. Para el siguiente punto se entendió la reciclabilidad como la “capacidad de las piezas componentes, materiales o ambos, para ser desviados del flujo del fin de vida para ser reciclados” (UNE.26516/2010, p.4). A partir de esto se propone la evaluación de la capacidad de reciclaje de los materiales caracterizados a partir de un RAEE. Para realizar este análisis se definió 2 niveles de reci-

clabilidad: i) Reciclabilidad factible, corresponde a la posibilidad actual en el país de ingresar estos materiales a la cadena de reciclaje; ii) Reciclabilidad potencial, existe tecnología para reciclar estos materiales, pero actualmente no se encuentra disponible en las cadenas de reciclaje en el país. Estos niveles están propuestos por el autor y representan, por tanto, una situación actual que puede modificarse en el tiempo, lo cual debe ser considerado para ponderar el indicador en otros estudios. A estos materiales, se les asignó esta característica de reciclabilidad factible o potencial, según lo indica la tabla 14.

El método de cálculo del índice de reciclabilidad requerirá las masas parciales de los materiales clasificados por tipo y la masa total del RAEE en gramos. La referencia para el cálculo de este indicador es propuesta a partir de norma UNE 26516 del año 2010, sobre reciclabilidad, recuperabilidad y método de cálculo para vehículo de carretera. A continuación, se presenta un cálculo de índice de reciclabilidad:

Tabla 14. Clasificación de material según capacidad de reciclaje. Fuente: elaboración del autor.

MATERIAL	RECICLABILIDAD
Metales	Factible
Polimeros	Potencial
Partes electrónicas	Potencial
Otros	Potencial

Índice de reciclabilidad factible.

$$\frac{m_M + m_V}{m_u} \times 100$$

Fórmula 2.4.

Índice de reciclabilidad potencial.

$$\frac{m_p + m_{pcb} + m_v}{m_u} \times 100$$

Fórmula 2.5.

Donde:

m_M : masa de materiales clasificados como metales.

m_V : masa de materiales clasificados como vidrio.

m_u : masa del equipo analizado(unidad).

m_P : masa de materiales clasificados como polímeros.

m_{pcb} : masa de materiales clasificados como PCB, (*print circuit board*)

m_v : masa de materiales clasificados como varios.

4.2.5. Estudio de casos

Los procedimientos definidos se ejecutan en laboratorio, a modo de propiciar un registro sistemático del proceso de desarme de los equipos. Dicho trabajo, se recoge en matrices a modo de información organizada para posterior evaluación (tabla 15 y tablas de proceso en anexo 8.2), constituyéndose a partir de los siguientes diez (10) equipos AEE de tipo domiciliario:

- Hervidor de agua eléctrico
- Licuadora
- Picadora eléctrica
- Tostadora
- Minipimer (licuadora manual)
- Horno microondas
- Plancha de pelo
- Secador de pelo
- Plancha
- Afeitadora

Tabla 15. Matriz de Constatación y registro de indicadores según equipo. Fuente: elaboración del autor según Velosa et al., 2016.

Listado de pequeños aparatos electrodomésticos	% del total de polímeros presente en equipo	% individual de polímeros del total del peso del equipo					
		ABS	PPE	PP	PBT	PE	Otros
Hervidor Eléctrico	55,1			55,1			
Licuadaora	25,0	17,0				8,0	
Picadora	37,1	29,0					8,0
Tostadora	36,4	0,6	29,5				6,3
Minipimer	27,2		27,2				
Microondas	17,0	17,0					
Plancha de pelo	55,1	55,1					
Secador de pelo	47,3	36,5					10,8
Plancha	39,6			24,4	15,2		
Afeitadora	55,6	53,3					2,2

4.2.5.1. Resultados y discusión

Luego de la aplicación del modelo procedimental, es posible sostener lo siguiente: como sucede normalmente con los residuos AEES, se constata nuevamente la presencia en proporción significativa, de componentes metálicos (ferricos y no ferricos). Así mismo es necesario declarar, que ya existen estimaciones publicadas a nivel nacional por la institucionalidad ambiental, respecto de la valorización de dichos residuos en el mercado. Constituyendo su proceso de recuperación, una actividad de mayor frecuencia respaldada por la industria metalúrgica y toda la cadena de unidades de negocios asociadas a la reutilización y reciclaje de estos materiales. Es de interés, por tanto, atender a la porción de material constituida por los plásticos y dentro de éstos el ABS (acrilonitrilo butadieno estireno) en primera prioridad y el PP (polipropileno) en segunda (tabla 16).

Tabla 16. Polímeros y fracción de masa del total en equipos analizados. Fuente: elaboración del autor, 2020.

Hervidor de agua eléctrico											
Identificación equipo	Material	Polímeros			Metales			Comp. Electronicos	Varios		
Imagen Referencia	Categorías	PP	Pol(1)	Pol(2)	Fe, mat. ferrosos	Al	Cu	Placas circuito impreso, conectores, otros.	cables, mezcla otros mat.	TOTAL, Categ. gr.	INDICADOR 2: Porcentaje (%) en peso por categoría propuesta.
	Carcasa/Estructura	350,0			45,0					395,0	41,6
	Unidad funcional	53,0			278,0				24,0	355,0	37,4
	Otros	120,0			10,0			60,0	10,0	200,0	21,1
	TOTAL, material en gramos	523,0	0,0	0,0	333,0	0,0	0,0	60,0	34,0	950,0	
	TOTAL, por tipo de material.	523,0			333,0			60,0	34,0	950,0	
Peso total: 950 g.											
INDICADOR 1: Porcentaje (%) en peso por tipo de material.		55,1			35,1			6,3	3,6	100,0	
INDICADOR 3: Índice de peligrosidad (%)		6,3									
INDICADOR 4: Índice reciclabilidad (%)			Índice reciclabilidad factible	35,1	Índice reciclabilidad potencial	64,9					

De acuerdo con lo declarado por la institucionalidad vigente, no se registra frecuencia de reciclaje a nivel país de estos polímeros (Amphos XXI, 2015). Realidad que alineada a las nuevas exigencias medioambientales (ley N° 20.920), abriría nuevas oportunidades para el desarrollo de proyectos asociados al manejo y aprovechamiento de dichos residuos. Entendiendo por tanto, que es menester indagar en nuevos conceptos tecnológicos o bien adaptar los ya existentes para mejorar el rendimiento y valorización de los polímeros.

8 de los 10 equipos, se asocian con la denominada reciclabilidad potencial (tabla 17), la que se relaciona de manera directa con la composición material predominante en sus subsistemas estructurales (sobre 40% de polímeros para la casuística evaluada). Condicionando de este modo, la factibilidad futura para el avance de nuevos proyectos asociados a procesos tecnológicos con miras al reciclaje de estos residuos.

Por lo que, atendiendo a su viabilidad inmediata, debieran considerarse procesos de reciclaje del tipo de mecánico (Signoret et al, 2019), contemplando para ello solo las piezas que no contengan sustancias peligrosas dentro de sus componentes al ser fabricadas.

Tabla 17. Resumen caracterización RAEE, electrodomésticos domiciliarios. Fuente: elaboración del autor, 2020.

INDICADOR 2: Índice (%) en masa por categoría propuesta		INDICADOR 1: Índice (%) en masa por tipo de material						INDICADOR 3: Índice de peligrosidad	INDICADOR 4: Índice de reciclabilidad	
Otros	Unidad Funcional	Carcasa / Estructura	Material % del total / Equipo	Polímeros	Metales	Comp. Eléctricos	Otros		Factible	Potencial
21,1	37,4	41,6	Hervidor Eléctrico	55,1	35,1	6,3	3,6	6,3	35,1	64,9
14,6	38,9	46,5	Licuada	25,0	60,4	1,2	6,7	1,2	60,4	31,7
7,5	56,6	35,9	Picadora	37,1	55,3	2,6	4,9	2,6	55,3	42,0
19,1	23,2	57,8	Tostadora	36,4	48,7	4,5	10,4	4,5	48,7	51,3
13,1	59,7	27,2	Minipimer	27,2	59,7	0,8	12,3	0,8	59,7	40,3
13,3	37,8	49,0	Microondas	17,0	68,4	2,4	12,3	2,4	68,4	31,6
18,4	31,0	50,6	Plancha de pelo	55,1	27,3	2,2	15,4	2,2	27,3	72,7
35,7	31,5	32,8	Secador de pelo	47,3	45,3	2,5	5,0	2,5	45,3	54,7
22,5	53,5	24,1	Plancha	39,6	47,3	4,2	8,9	4,2	47,3	48,5
24,4	33,3	42,2	Afeitadora	55,6	20,9	1,3	22,2	23,6	20,9	79,1

La información derivada del esquema de procedimientos para la caracterización de AEE, permite establecer una individualización clara de la composición material de estos residuos. Lo que se convierte en información relevante para poder estimar criterios selectivos para su reciclaje, adaptando por tanto los modelos de gestión requeridos para su manejo.

Considerando esto, el método propuesto asume el hecho cierto de que, el peso y composición material de los equipos resultantes de la caracterización, podría variar eventualmente en el tiempo. Ya sea por, los cambios derivados de la continua evolución tecnológica aplicada a los productos o bien por variaciones de comportamiento asociado a nuevas tendencias de consumo. Determinando de este modo, la necesidad de levantamientos sucesivos para la caracterización de productos en su fin de vida. Lo que contribuiría en consecuencia, a despejar espacios de incertidumbre respecto de la actualización de estos datos.

No obstante, lo anterior, el instrumento propuesto es factible de ser adaptado para la caracterización de otro tipo de residuos, ayudando de esta manera a recoger datos de interés, los cuales, correctamente gestionados, podrían aportar potencialmente en la optimización de las cadenas de reciclaje de dichos residuos.

4.2.6. Conclusiones

A diferencia de otros RAEE en general, los pequeños aparatos electrodomésticos, no presentan porciones significativas de placas de circuitos impresos (PCB). Lo que debiera ser un dato de interés a considerar, al momento de plantearse el diseño o planificación de las cadenas de reciclaje. Así mismo, otro grupo dentro de los equipos analizados que resulta necesario destacar y que va apareciendo como un residuo relevante, es el ítem

Varios (cables/conductores eléctricos de metales y plástico compuesto). La información anterior, en conjunto con la alta valoración de metales conductores no férricos (Cu) condiciona la implementación de soluciones tecnológicas formales para la recuperación de estos componentes.

El balance, reconocimiento y caracterización de materiales (asociados a componentes y subsistemas funcionales), releva información que aunque nominal todavía, inevitablemente abre espacios de interés para poder ser aprovechados en el proceso de diseño. El cuál, al alinearse con el concepto de *Design for Disassembly, DfD* (Chiu & Kremer, 2010; Boothroyd & Alting, 1992), posibilitaría de un modo no reactivo la toma de decisiones en proyectos de diseño, que consideren el fin de vida del producto y la recuperación de sus componentes. Contribuyendo, por tanto, a la selección de materiales de bajo impacto ambiental, la minimización de los residuos generados y el cumplimiento con los requisitos de reciclaje.

Desde la perspectiva del diseño industrial, el análisis de componentes y materiales de una determinada unidad se vuelve significativo en la medida de poder asumirlo como un procedimiento coadyuvante, hacia una orientación para el ecodiseño de productos con resultados de ecoeficiencia (conceptos por lo demás, ya incluido en la ley REP).

En la experiencia comparada, países de la Comunidad Europea (CE), ya poseen normas que exigen al fabricante, un mínimo de capacidad de reciclaje (50% para el 2020, 65% para el 2035) asociado a los productos puestos en el mercado y reconocidos como residuos municipales domiciliarios (Cuevas, 2022). Por lo que los logros obtenidos por el trabajo aquí expuesto, espera ser un aporte para estas metodologías, las que en un mediano plazo debieran poder integrarse de manera proactiva, como estrategias asociadas a los marcos normativos ligados a la gestión de residuos a nivel nacional.

4.3. Consideraciones generales para el 3° estudio

El siguiente apartado, se plantea con la intención de poder integrar la metodología de ecodiseño, al ejercicio práctico del diseño de productos y en lo particular al trabajo de diseño y desarrollo de envases y embalajes, E y E. Dicha investigación se anima a poder avanzar en la posibilidad de considerar aspectos y requerimientos normativos dispuestos por la normativa vigente, así como, en las consiguientes limitaciones que surgen en la medida de contemplar mejoras ambientales para los productos y los procesos.

El trabajo considera aspectos relevantes asumidos desde la segunda investigación presentada en la tesis, relevando en lo particular el levantamiento de indicadores de impacto ambiental asociados al producto y su puesta al servicio para la selección de estrategias como guía para diseñar desde una perspectiva ecoeficiente. El proyecto se ejecutó en el contexto de los talleres de Titulación en la carrera de Diseño Industrial en la Universidad Tecnológica de Chile (UTECH) y la carrera de Ingeniería en Fabricación y Diseño Industrial de la Universidad Técnica Federico Santa María, Chile. Indagando para

tal efecto, en requerimientos referenciales asociados a empresas, con necesidades de E y E para alimentos procesados de consumo masivo, haciendo un énfasis especial en el concepto de fin de vida del producto.

4.4. Presentación del artículo

Venegas-Marcel, M. E., Martínez-Torán, M., & Jacob-Dazarola, R. (2022). Diseño de Envases y Embalajes. Una propuesta de Ecodiseño abreviado bajo los requerimientos normativos de la ley REP en Chile. *Revista 180, Arte, Arquitectura y Diseño*, (51), 123-137. [http://dx.doi.org/10.32995/rev180.Num-51.\(2023\).art-1064](http://dx.doi.org/10.32995/rev180.Num-51.(2023).art-1064)

BD: SJR | SJR 2022: 0.248| Q: Visual Arts and Performing Arts (Q1 – 71/619)

4.4.1. Resumen

El presente artículo surge a partir de la necesidad de integrar la metodología y conceptos generales del ecodiseño en el ejercicio práctico del trabajo proyectual para el desarrollo de productos. Para lo cual, se asumen las directrices establecidas por la ley chilena para la Responsabilidad Extendida del Productor (REP), así como, las obtenidas del panorama actual a nivel país en torno a las oportunidades y reales limitaciones estimadas ante la perentoria puesta en marcha de las distintas herramientas técnicas que tienen por objeto la mejora ambiental.

Se plantea, por tanto, un modelo procedimental aplicable a la enseñanza del diseño industrial de productos, así como, para el ejercicio práctico de la disciplina en el ámbito profesional y en especial al desarrollado al interior de las Pequeñas y Medianas Empresas. Permitiendo sistematizar la toma de decisiones y planeación de productos desde una perspectiva sostenible y como respuesta a los requerimientos normativos de la institucionalidad ambiental vigente.

Los resultados obtenidos a partir de la aplicación de dicho modelo evidencian la resolución eficiente de casos dirigidos a la optimización del diseño para el fin de vida en envases y embalajes (E y E). Estimándose que estos, concitan un alto interés – por haber sido señalados por la legislación actual – como productos prioritarios para ser impulsados en la gestión y valorización para su reciclaje. Así como, por ser una efectiva instancia comunicativa y de formación colectiva, para la promoción de los distintos principios que sustentan las buenas prácticas medioambientales.

4.4.2. Introducción

La declaración de Río de Janeiro sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo logra posicionar a nivel mundial en el año 1992, la cuestión medioambiental como una temática de carácter económico-empresarial; acuñándose por tanto el concepto de Desarrollo Sostenible, que ya desde el Informe Brundtland, la Organización de las Naciones Unidas (ONU) se atrevía a instalar en el debate público (Dhahri & Omri, 2018; Wichaisri & Sopadang, 2018; Mensah, 2019).

Lo anterior, es entendido posteriormente como una nueva forma de asumir la relación entre la producción y la economía. Originándose así, un cambio de paradigma filosófico en torno a la planificación y organización de acciones con miras al crecimiento más allá de las visiones y demandas radicales de carácter conservacionista. Considerándose dicho desafío, como un espacio de interés en pos de la apertura de nuevas oportunidades para la generación de modelos de desarrollo con un marcado acento en la innovación (Barrow, 2018; Youssef et al., 2018).

En tal escenario, el desarrollo sostenible finalmente empieza a hacerse cargo desde una perspectiva más social, de la responsabilidad que le corresponde como reconocida herramienta proyectual y eje fundamental en el crecimiento económico. Cambiando el foco hacia los escenarios cotidianos y abriéndose a una lógica de innovación para el desarrollo, pero priorizando esta vez en la idea del estado de bienestar ambiental, así como, en el bienestar colectivo (Bryden & Gezelius, 2017; He et al., 2020; Baldassarre et al., 2020). De esta manera, el ecodiseño aparece como una respuesta metodológica válida para el desarrollo de productos y servicios, que en su aplicación termina por hacerse cargo de una forma más racional y proactiva, de los recursos ocupados en el ciclo productivo. Profundizando también, en el reintegro de estos mismos a los distintos ecosistemas, reduciendo en consecuencia el impacto medioambiental generado por los residuos presentes al final de su ciclo de vida (Pigosso et al., 2015; Rousseaux et al., 2017; García-Sánchez et al., 2020).

Alineado con lo anterior, Chile y su institucionalidad, han decidido no quedarse atrás en la generación de cambios desde la perspectiva medioambiental y en lo particular en la aplicabilidad cierta del ecodiseño y todos los beneficios potenciales producto de su puesta en marcha. Se promulga así, la denominada ley de Responsabilidad Extendida del Productor, ley REP (Ley N° 20.920, 2016) la que en su contenido principal, termina por establecer una política marco para la gestión de los residuos y la responsabilidad extendida del productor. Permitiendo posicionar al país en una lógica económica circular, y tendiente a orientar finalmente, hacia el cierre del ciclo entre el productor, recolector y por supuesto el usuario (Geisendorf & Pietrulla, 2018; Moraga et al., 2019; Wastling et al., 2018).

Sin embargo, dicha implementación aún en ciernes no está ajena a complicaciones e inquietudes provenientes de los distintos sectores. Desde, ineficiencias institucionales para fijar metas de reciclabilidad, hasta la dificultad – asumida desde las empresas – para poder obtener información e instrumentos de ecodiseño de simple aplicación y de

costo abordable. Razones que a la postre, estarían ralentizando la implementación de la gestión ambiental al interior de la industria, o bien, desalentando numerosas inversiones en infraestructura que permitan viabilizar en definitiva la puesta en marcha de la ley REP (Navech,2020; Sánchez,2021).

Es dable por tanto sostener, que la incertidumbre previa a la implementación del marco regulatorio complicaría mayormente la participación de segmentos productivos pequeños y medianos – por su volumen de comercialización y posibilidades de financiamiento – supeditándose así, a la acción concentrada de las grandes empresas y las directrices que estas mismas vayan marcando en dicho trámite. En ese escenario y entendiendo que, la matriz productiva nacional responde a una presencia mayoritaria de la Pequeña y Mediana Empresa (PYME) con un 52,5% y un 44,4% a la Microempresa (Ministerio de Economía, Fomento y Turismo, 2019), es admisible evidenciar que, un amplio espectro del empresariado nacional no estaría eventualmente participando con fluidez, en la puesta en marcha de dicha ley.

Otro punto adicional a tener en cuenta y que se convierte en un importante dato de la causa, es el reconocimiento del tipo de residuo y las posibilidades de valorización que este puede presentar; siendo aquello, factor de interés para los gestores, así como de las distintas empresas participantes en el proceso. Según el Quinto Reporte del estado del Medio Ambiente (MMA,2019), en el año 2017 se generaron 23 toneladas de residuos (aumentando un 8% desde el 2015) de las cuáles el 97,3% equivale a residuos no peligrosos. De éstos, sólo el 23,6% fue valorizado, cifra que abre un atractivo espacio para una futura gestión, con un fuerte acento en la minimización de la eliminación, privilegiando la prevención y valorización de residuos. Igualmente, el mismo reporte consigna que, de los residuos no peligrosos más del 60% es de tipo industrial y el 35,3% de origen domiciliario/municipal. De los cuáles – según lo reportado en el Sistema Nacional de Declaración de Residuos (SINADER) – sólo el 1,9% es valorizado y el 98,1 eliminado. Lo que permite reforzar la idea, de ir efectuando distintas iniciativas dirigidas al fomento del reciclaje en conjunto con la puesta en marcha de la ley REP. Contribuyendo de esta manera, en la valorización diferenciada de los residuos originados a partir de los distintos productos puestos en el mercado (post consumo) y constituir así, un mercado maduro a nivel nacional a partir de la recuperación de materiales (Fajardo,2017).

En este sentido, el interés del trabajo se focaliza en los denominados Productos Prioritarios (residuos, según lo referido por la ley 20.920 del 2016), optando de este modo por el grupo compuesto por los envases y embalajes (E y E). Al considerar que en la práctica, los materiales derivados de dichos residuos constituirían el 50% y más de la carga ambiental generada, constituyendo una excelente oportunidad para poder establecer soluciones ambientales innovativas (Licciardello, 2017; Civancik-Uslu et al, 2019); así como, y de acuerdo a lo referido por el Ministerio del Medio Ambiente chileno, MMA (2016), estos también contarían con buenas cualidades comparativas para desarrollar – desde la práctica del diseño – modelos preventivos destinados a orientar y posibilitar la mejor toma de decisiones en la mejora ambiental continua. A saber:

- masividad asociada al consumo
- volúmenes significativos de residuos producidos
- factibilidad de valorización
- residuos no peligrosos
- regulación comparada.

Otro aspecto que se ha tomado en cuenta es la oportunidad que presenta este grupo de productos en términos de valorización de residuos. Según lo consignado por la Fundación Chile (2020), en el año 2018 se generaron 1,25 millones de toneladas al año de E y E, de las cuáles sólo el 12,5% pudo ser reciclada. Lo que revela la urgencia de innovar en instrumentos que vayan en esa dirección, sobre todo si lo que se persigue, es cumplir progresivamente la meta de reciclaje para los E y E domiciliarios de 60 % promedio, acordada para el período 2023-2034 (MMA,2020).

Considerando lo previamente expuesto, la investigación que aquí se presenta, pretende constituirse como un instrumento de aplicación simplificada, aplicable a productos prioritarios, particularmente los definidos por la ley REP. Estimándose, que dicho aporte puede ser entendido como un punto de partida para el posicionamiento gradual del ecodiseño como una herramienta válida, reconocida y alcanzable de forma transversal por el más amplio espectro del aparato productivo nacional.

Para lo anterior, se procede a definir los siguientes objetivos procedimentales para poder sustentar dicho trabajo: a) Determinar procedimiento para la identificación y caracterización de producto prioritario. Contemplando aspectos de información ambiental, recogidos principalmente del trabajo de análisis de su ciclo de vida (ACV), según consideraciones generales de la normativa ISO.14.040 (2006). b) Establecer evaluación diagnóstica según producto prioritario definido, a modo de visualizar posibles escenarios que estimen mejoras sucesivas desde el punto de vista medioambiental. c) Proponer estrategias de mejora, en concordancia con la información ambiental levantada previamente, como una forma de fijar lineamientos de optimización continua factibles de ser aplicados a cada producto y su proceso de desarrollo. d) Indagar en soluciones de diseño, a modo ensayar la metodología propuesta, haciendo énfasis preliminarmente en aquellas que consideren el fin de vida del producto, FVP (Miranda de Souza & Borsatto, 2016; Ma et al., 2018).

4.4.3. Método

El esquema metodológico propuesto, nace a partir de la segunda investigación presentada del trabajo doctoral en ejecución, y este considera dos fases principales para poder implementar un modelo procedimental (figura 26). Dichas fases (a y b), establecen de manera inicial un dominio basado en la evaluación y análisis de E y E según empresa tipo, considerando las fases generales del método de balance propuesto por Zeng, et al

(2017). Para ya en la segunda instancia, poder definir propuestas de diseño, que consideren el diagnóstico inicial como base de las especificaciones en un nuevo concepto y que minimice las externalidades nocivas. Lo anterior, requiere de una aplicación secuencial que debiera contemplar la evaluación y mejora continua de la respuesta de diseño ejecutada, en busca de un virtuoso ciclo en la calidad ambiental del trabajo proyectual (Rodrigues et al., 2017; Brones et al., 2017).

Las siguientes, como sub fases detalladas del modelo propuesto y sus definiciones generales:

Fase A. Evaluación y análisis.

A.1. Reconocimiento y balance (E y E como residuo).

Se inicia el proceso, estableciendo la selección del E y E que ha de ser analizado, considerando para su reconocimiento una breve descripción de carácter funcional y clasificación tipológica primaria, secundaria o terciaria (Pålsson, 2018). Así como, datos de entrada tales como la masa total de la unidad, formato, imagen de referencia u otros datos para su descripción.

El reconocimiento de materiales asociados al sistema se establece a partir de la clasificación por categorías y su consiguiente separación en partes o componentes. Para continuar posteriormente con el pesaje y determinación porcentual de los grupos correspondientes, según la identificación de las cinco (5) categorías materiales siguientes y que según el MMA (2019) de Chile, las define de interés para su reciclabilidad y posterior valorización: i) cartón para líquidos; ii) metal; iii) papel y cartón; iv) plástico; v) vidrio.



Figura 26. Fases y sub fases para esquema metodológico propuesto. Fuente: elaboración del autor, 2021

A.2. Determinación de criterios de E y E para su valorización.

A continuación, se estiman los criterios a partir de metodología establecida por el primer Acuerdo de Producción Limpia (APL), eco etiquetado para envases y embalajes (SOFOFA, 2019), para determinar un escenario y diagnóstico respecto de las condiciones de inicio del E y E a optimizar, en torno a la medición de la variable de reciclabilidad, separabilidad y demanda.

La reciclabilidad (R), está definida como el porcentaje de material reciclable respecto de la masa total del envase analizado, pudiendo ser calculada por cada componente del E y E. Esta se expresa como porcentaje, pudiendo ser un número entre 0% y 100% y contempla el listado de materiales de definidos por el primer APL.

La separabilidad (S), se entiende como la influencia de la separación de los componentes del E y E, y el grado de afectación desde la perspectiva del reciclaje. Cada componente toma el valor entre cero (0) y uno (1) si es que es factible la separación por medios industriales. Si no es separable, es necesario determinar si es que dicha situación impide eventualmente su reciclabilidad, asumiendo el valor 1 si es que la respuesta es negativa.

Se define como demanda (D), a la existencia de interés comercial por parte de los valorizadores de residuos, respecto de los materiales que componen un E y E. Esta debe calcularse por cada material que integra la unidad a evaluar, tomando el valor de uno (1) si es que existen uno o más valorizadores y cero (0) en el caso contrario.

Para el caso del estudio desarrollado, se asume el cálculo y requisitos requeridos para la obtención del sello de (R) y el derivado de la ponderación entre (R), (S) y (D), a saber:

- $(R \geq 90\%)$ siempre que $m1*r1 + m2*r2 + \dots + mi*ri \geq 90\%$
- $(R,S^*D \geq 80\%)$ siempre que $R1*S1*D1 + R2*S2*D2 + \dots + Ri*Si*Di \geq 80\%$

donde

i: cada componente del envase

m: % masa de cada componente sobre la masa total del envase

r: valor (1) o (0) en función de la reciclabilidad del componente

R: valor de $(mi*ri)$ ponderado por su masa

S: valor (1) o (0) en función de la separabilidad de cada componente

D: valor (1) o (0) en función de la demanda comercial de cada componente

Lo anterior, se asume como procedimiento para establecer una visión diagnóstica del E y E a optimizar, permitiendo guiar la toma de decisiones de diseño en virtud de los distintos escenarios presentes para la valoración de residuos.

Fase B. Definición y propuestas de E y E.

B.1. Medidas y mejoras de E y E.

Se establecen categorías y medidas específicas aplicables en la mejora ambiental de un E y E, basadas en el método desarrollado por Ihobe (2017). Las que proponen líneas estratégicas aplicables en términos de Ecodiseño y que establecen acciones concretas factibles de ser consideradas en el proceso de conceptualización inicial de una propuesta de diseño. Las medidas que se deciden aplicar son las siguientes: a) Reducción de peso; b) Reducción de impacto ambiental; c) Rediseño; d) Reutilización; e) Reciclaje; f) Eliminación de residuo.

Para cada una de las medidas seleccionadas, se definen acciones puntuales que, en razón del análisis diagnóstico previo, los requerimientos técnicos de la empresa y la funcionalidad asociada determinarán la pertinencia en la aplicabilidad de cada una de estas. De igual modo, se propone la descripción de dichas acciones, así como la jerarquización en términos de escala de prioridad (muy prioritaria, 5 puntos; prioritaria, 4 puntos; prioridad media, 3 puntos), permitiendo activar el inicio del desarrollo de concepto de E y E, a partir de las estrategias estimadas con mayor urgencia a resolver, vinculándolas a los mayores valores porcentuales de cada criterio definido para la evaluación de las distintas alternativas.

B.2. Especificaciones para nuevo diseño.

Se asume esta fase, como una derivación entre las estrategias seleccionadas y jerarquizadas para el proyecto a desarrollar, con la definición funcional y estructural esperada para un producto según lo establecido por la norma alemana VDI 2221 del año 1993. Lo que se entiende como pertinente, en especial para la clarificación detallada de las necesidades y por tanto las tareas a cumplir en pos del avance del proyecto; asumiendo dicha fase como un procedimiento especialmente útil y alineado con la idea de la mejora continua aplicada al desarrollo de productos (Karlsson y Luttrupp, 2006 en Keivanpour y Ait Kadi, 2018; Hedrich et al, 2018; Kosiol et al, 2017).

Las especificaciones consideradas para ser abordadas son del tipo productivo (materiales, fabricación) y del tipo contextual (ergonomía del usuario, requerimientos de mercado, impacto ambiental, fin de vida).

B.3. Propuesta de nuevo concepto de diseño E y E.

Luego de tener claridad respecto de las necesidades, especificaciones para el producto y posibles estrategias a considerar en la nueva propuesta, se procede a aplicar de manera simplificada y en cinco (5) pasos, el método propuesto por Ulrich y Eppinger (2009) para la generación y selección de conceptos; a saber: i) comprensión del problema. ii) análisis interno y externo de soluciones. iii) exploración de alternativas conceptuales. iv) evaluación y selección alternativas. v) diseño de detalles para alternativa seleccionada.

Cabe señalar que, para proceder de una forma más objetiva en el proceso de evaluación y selección de alternativas conceptuales, se ponderan los resultados a partir de la consideración de criterios y estos, a partir de la siguiente fórmula:

$$S_j = \sum_{i=1}^n r_{ij} w_i$$

Fórmula 3.1.

donde

r_{ij} = evaluación de fila del concepto j para el i -ésimo criterio

w_i = ponderación del i -ésimo criterio

n = número de criterios

S_j = evaluación total para el concepto j

4.4.4. Resultados y discusión

Los procedimientos previamente definidos, fueron materia de aplicación en el trabajo desarrollado por parte del taller de titulación, de la carrera de Diseño Industrial del Instituto de formación profesional Inacap Apoquindo y el taller de Diseño Ecológico, correspondiente al séptimo semestre de la carrera de Ingeniería en Fabricación y Diseño Industrial, perteneciente a la Universidad Técnica Federico Santa María. Por lo que los proyectos fueron asumidos a partir del estudio de casos, de los cuales se destacan los tres (3) siguientes:

- envase de maquillaje (tipología polvos compactos)
- envase flexible tallarines (tipología pastas largas)
- envase flexible galletas (tipología biscochos rellenos o glaseados)

Dicho trabajo, se presenta a modo de información resumida y organizada según fase desarrollada. Iniciando el proceso, con la recogida de información para su evaluación, a través de matrices para balance de materiales y componentes, su posterior análisis y cálculo de R final para cada uno de los casos presentados (ver tabla 18 y tabla 19). Según los datos obtenidos, se pudo establecer lo siguiente:

- Para el caso 1, $R(99,8) \geq 80\%$. Por lo que se podría asumir como un E y E que cumple con los criterios de reciclabilidad esperada.
- Para el caso 2, $R(71,4) \leq 80\%$. Por lo que se estima que no cumple con los criterios de reciclabilidad esperados para un E y E.
- Para el caso 3, $R(0) \leq 80\%$. Por lo que el E y E analizado no cumple con los criterios de reciclabilidad.

Considerando los resultados de la primera fase y en términos de valorización de residuo para cada componente material, es factible estimar que, para el caso 1 se alcanza un alto porcentaje de reciclabilidad, alcanzando casi el máximo según los requerimientos establecidos según método. No obstante, esto, y aunque la acreditación de la demanda para los residuos (PET, Al, vidrio) es viable a nivel de empresa, no se conocen iniciativas para la recuperación colectiva de los componentes de dicho producto, ya sea a nivel de recolectores de base, municipal o bien de carácter ciudadano. Sino tan sólo campañas puntuales, tendientes a promocionar la recuperación por marca de los E y E introducidos al mercado (Molina, 2019; SOFOFA, 2021; Macías & Urquieta, 2021).

El caso 2, se sitúa por debajo del porcentaje admitido en términos de reciclabilidad. Destacando uno sus componentes (PP), desconociéndose iniciativas a nivel de empresas que acrediten su demanda, así como iniciativas de recolección colectiva.

En el caso 3, se confirma una reciclabilidad inexistente dado que el único componente (PP), no acredita viabilidad de recuperación a nivel de empresa e iniciativas de recolección colectiva.

Tabla 18. Reconocimiento y balance de E y E. Fuente: elaboración del autor, 2021.

Caso 1. envase maquillaje									
Imagen de referencia									
Tipo de Envase	Primario y secundario								
Descripción funcional	Paleta de sombras								
Contenido	Polvo compacto								
Formato	2.5 gr.								
Peso contenido	2.5 gr.								
Peso Envase	45 gr.								
Peso total	50 gr.								
Material	Polimeros			Metales			Papel y Cartón	Mixto	Vidrio
Categorías	PET	PP	otros	Fe	Al	Cu	Cartón/plástico aluminio		Vidrio/aluminio
Tapa	15								7
Contenedor polvo					2				
Base	20								
Otros				1					
TOTAL Mat. gr.	35	0	0	1	2	0	0	0	7
TOTAL por tipo de mat.		35			3		0	0	7
% por tipo de mat.		77,7			6,6		0,0	0,0	15,5
Caso 2. envase galletas									
Imagen de referencia									
Tipo de Envase	Primario								
Descripción funcional	Envase flexible								
Contenido	Galletas "biscuits"								
Formato	14 galletas								
Peso contenido	100 grs.								
Peso Envase	7 grs.								
Peso total	107 grs.								
Material	Polimeros			Metales			Papel y Cartón	Mixto	Vidrio
Categorías	PET	PP	otros	Fe	Al	Cu	Cartón/plástico aluminio		Vidrio/aluminio
Envoltorio principal		2							
Bandeja	5								
TOTAL Mat. gr.	5	2	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL por tipo de mat.		7			0		0	0	0
% por tipo de mat.		100,0			0,0		0,0	0,0	0,0
Caso 3. envase tallarines									
Imagen de referencia									
Tipo de Envase	Primario								
Descripción funcional	Envase flexible								
Contenido	Pastas largas								
Formato	Paquete 5 porciones								
Peso contenido	400 grs.								
Peso Envase	3,55 grs.								
Peso total	403,55 grs.								
Material	Polimeros			Metales			Papel y Cartón	Mixto	Vidrio
Categorías	PET	PP	otros	Fe	Al	Cu	Cartón/plástico aluminio		Vidrio/aluminio
Envoltorio principal		3,55							
TOTAL Mat. gr.	0	3,55	0						
TOTAL por tipo de mat.		3,55			0		0	0	0
% por tipo de mat.		100,0			0,0		0,0	0,0	0,0

Tabla 19. Definición de criterios de reciclabilidad. Fuente: elaboración del autor, 2021.

Variable	Materialidad	Componente en grs./Producto						
		Caso 1				Caso 2		Caso 3
		Tapa	Contenedor	Base	Otros	Env. Principal	Bandeja	Env. Principal
R	P1.-PET	15	20			5		
	P5.-PP					2		3,55
	Fe				1			
	Al	7	2					
	Vidrio			1				
S	SA (Si/No)	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO
	SB (Si/No)							NO
D	Acredita demanda (Si/No)	SI	SI	SI	SI	NO	SI	NO
Reciclabilidad (R*S*D)		77,7 + 6,6 + 15,5				0 + 71,4		0
Resultado (%)		99,8				71,4		0

En razón de lo anterior, es dable estimar, la pertinencia de proponer configuraciones para E y E, a partir de papeles y cartones como material base. Confirmando su alta valorización (82%), según los datos consignados por el Centro de Envases y Embalajes desde el año 2014 (CENEM & C y V Medioambiente, 2015).

La segunda fase, se inició procediendo a determinar medidas y mejoras para los E y E, con el objetivo de reducir el impacto y nocividad en términos medioambientales. La siguiente matriz (tabla 20) resume las acciones propuestas:

Tabla 20. Propuestas de medidas y mejoras para E y E. Fuente: elaboración del autor, 2021.

Medidas de Prevención de Residuos de EyE	Aplica/Prioridad			Descripción propuesta
	1 uso uso	2 uso uso	3 uso uso	
Reducción de Peso				
Aligeramiento envase ,por mejora tecnológica de los materiales o de los procesos de envasado				
Aumento de las unidades de envase primario por cada envase secundario (agrupación).				
Aumento de la cantidad de producto contenido sin modificar características del envase				
Reducir Impacto Ambiental				
Reducir o eliminar superficies impresas de los envases (tintas, barnices, etc.)	4	3		Envases logotipados en relieve o grabados en el carton o papel.
Uso de envases de menor impacto / % mat. según origen (renovable, reciclable)	5	5	5	Fabricacion en cartón, polímeros reciclables.
Rediseñar				
Utilización de envases de mayor capacidad			3	Envasar mayor cantidad de contenido
Reducir el volumen del producto para utilizar menor cantidad de envase (productos concentrados,apilados, desmontados, etc.)				
Aligeramiento del envase por cambio de diseño	5			Simplificación en partes y componentes
Reutilizar				
Sustitución de envases de un solo uso por reutilizables				
Producto en envases recargables, minimizar la cantidad de envase necesaria para la recarga				
Mejorar las características de los envases reutilizables para alargar su vida útil			4	Prestaciones que permitan porcionar y guardar
Reciclar				
Utilización de material procedente de procesos de reciclado.	5	5	5	Fabricacion de cartón, papel u otros.
Uso de elementos de envase cuyos materiales sean compatibles para el reciclado	5	5	5	Ocupar materiales con reciclado existente
Uso de componentes fácilmente separables	4	3	4	Facilitar la separación
Mejora de los envases (por plegado, color, adhesivos, tamaño, etc.) para facilitar los procesos de recogida, selección y reciclado del residuo	3	5	4	Disminución de volumen para su recogida
Eliminar				
Utilización de material degradable o compostable				

En consideración de lo expuesto las especificaciones para el diseño en los casos consignados, fueron definidas según las siguientes tres dimensiones:

1. Especificaciones relacionadas con la operación y función del producto; para todos los casos se requiere preservar y proteger el producto envasado; para el caso 1 (uno) manipular eficientemente para maquillar, además de su apertura y cierre frecuente; para el caso dos (2) facilitar el acceso y extracción de contenido; para el caso tres (3), porcionar para guardar y dosificar eficientemente el contenido.

2. Especificaciones ligadas a la interacción con el usuario y el entorno; en los tres casos se debe facilitar el desarme para recuperación del material, visualizar el E y E. de manera efectiva para su comercialización y guardar eficientemente de acuerdo a contexto.
3. Especificaciones relacionadas con el proceso de fabricación y montaje; para todos los casos se debe configurar el volumen general mediante troquelado y plegado, minimizar el impacto ambiental mediante técnicas de rotulado apropiadas y minimizar la integración de líneas de adhesivo para el armado y fijación de componentes.

La última fase que estima la propuesta de nuevos conceptos de diseño arrojó los siguientes resultados, factibles de ser analizados en la matriz de evaluación número 21. Para cada caso se pudo seleccionar un concepto acorde a los criterios y ponderaciones establecidas, lo que fue resuelto posteriormente en los siguientes diseños con sus respectivas soluciones a nivel de usabilidad y detalle (figura 27).

Los conceptos desarrollados, quedan en disposición de ser prototipados, así como de seguir siendo evaluados y mejorados de forma continua en la medida de ir integrando nuevos requerimientos medioambientales o bien nuevas regulaciones establecidas por la institucionalidad ambiental.

4.4.5. Conclusiones

La aplicación del método propuesto permite identificar y caracterizar productos prioritarios (E y E) con miras a la reducción futura de la nocividad medioambiental de sus componentes, así como, de su configuración material y productiva.

Centrándose para esto, en los aspectos de mayor relevancia que se estiman como necesarios para iniciar una evaluación abreviada de tipo ambiental. Generando así, un levantamiento de información esquemático, simplificado y organizado de aquellos datos claves que definen al sistema físico material por analizar.

Por lo tanto, dicho instrumento se convierte, en una herramienta eficaz para el manejo simultáneo de distintos proyectos de diseño; ya sea, en el desarrollo de trabajos marcados por requerimientos del tipo académico, así como, en la incorporación a proyectos que deban resolverse bajo parámetros industriales, con vistas a la implementación o mejora de productos manufacturados.

Tabla 21. Matriz de ponderación y evaluación de conceptos de Diseño. Fuente: elaboración del autor, 2021.



Caso 1		Concepto A		Concepto B		Concepto C		Concepto D	
Criterios de selección	Valor (%)	Nota	Ponderación	Nota	Ponderación	Nota	Ponderación	Nota	Ponderación
Protección del producto	20	4	0,8	2	0,4	4	0,8	4	0,8
Manipulación para maquillar	5	4	0,2	3	0,15	3	0,2	2	0,1
Apertura y cierre frecuente	15	4	0,6	3	0,45	4	0,6	3	0,45
Desarmabilidad	15	3	0,45	4	0,6	3	0,45	1	0,15
Visualización de envase	10	4	0,4	3	0,3	4	0,4	3	0,3
Guardado eficiente	5	5	0,25	2	0,1	4	0,2	3	0,15
Volumetría eficiente y manufactura	20	4	0,8	3	0,6	4	0,8	1	0,2
Rotulado bajo impacto	5	4	0,2	3	0,15	4	0,2	1	0,05
Optimización aplicación adhesivo	5	4	0,2	2	0,1	4	0,2	1	0,05
Total puntos			3,9		2,85		3,85		2,25
Lugar			1		3		2		4
¿Elige?		Si		No		No		No	



Caso 2		Concepto A		Concepto B		Concepto C		Concepto D	
Protección del producto	20	5	1,0	3	0,6	4	0,8	1	0,2
Facilidad de acceso a contenido	20	4	0,8	2	0,4	4	0,8	2	0,4
Desarmabilidad	15	5	0,75	4	0,6	4	0,6	4	0,6
Visualización de envase	10	4	0,4	2	0,2	4	0,4	2	0,2
Guardado eficiente	5	4	0,2	2	0,1	5	0,25	1	0,05
Volumetría eficiente y manufactura	20	4	0,8	4	0,8	4	0,8	3	0,6
Rotulado bajo impacto	5	4	0,2	2	0,1	2	0,1	2	0,1
Optimización aplicación adhesivo	5	5	0,25	3	0,15	3	0,15	2	0,1
Total puntos			4,4		2,95		3,9		2,25
Lugar			1		3		2		4
¿Elige?		Si		No		No		No	



Caso 3		Concepto A		Concepto B		Concepto C		Concepto D	
Protección del producto	20	4	0,8	4	0,8	4	0,8	4	0,8
Facilidad para dosificar	20	3	0,6	1	0,2	4	0,8	2	0,4
Desarmabilidad	15	4	0,6	2	0,3	5	0,75	3	0,45
Visualización de envase	10	4	0,4	3	0,3	4	0,4	2	0,2
Guardado eficiente	5	3	0,15	2	0,1	5	0,25	1	0,05
Volumetría eficiente y manufactura	20	2	0,4	2	0,4	5	1,0	2	0,4
Rotulado bajo impacto	5	3	0,15	2	0,1	4	0,2	2	0,1
Optimización aplicación adhesivo	5	3	0,15	2	0,1	4	0,2	2	0,1
Total puntos			3,25		2,3		4,4		2,5
Lugar			2		4		1		3
¿Elige?		No		No		Si		No	



Figura 27. Propuestas y soluciones de diseño de detalles según caso. Fuente: elaboración del autor, 2021.

La determinación de una visión diagnóstica para la mejora ambiental de un producto se convierte en una importante ayuda para iniciar la toma de decisiones involucrada en el proceso de diseño. Por lo que el procedimiento aquí presentado, constata la necesidad de definir previamente criterios objetivos – en su implementación –, para proceder correctamente con el análisis y valorización de componentes. Constituyéndose finalmente dicho resultado, en el panorama actualizado a considerar de inicio para cada caso específico a evaluar; ayudando de este modo, a una futura selección de materiales y procesos que pudieran eventualmente presentar un mejor desempeño ambiental (menor nocividad ambiental, índices de reciclabilidad, menos emisiones, etc.). Así, procurar la preparación de una estructura ágil, eficiente y capaz de entregar respuestas diligentes, a los diversos cambios producidos en la normativa y las regulaciones definidas por la institucionalidad ambiental.

El diagnóstico inicial, condiciona necesariamente la priorización de las estrategias de mejora ambiental, factibles de ser utilizadas en las nuevas propuestas de diseño. Por lo que se estima que, dichas medidas deben garantizar además aspectos funcionales derivados de las necesidades de uso de la interfase por parte del usuario, así como, los requerimientos propios de la unidad productiva constituida por el mandante. Lo que determina, la importancia de poder seleccionar de manera coordinada, las distintas mejoras propuestas en la optimización del diseño, con la orientación general establecida por los tres ámbitos dados por las especificaciones jerarquizadas del diseño de producto (den Hollander et al., 2017; Vila & Albiñana, 2016). En este sentido, se constata la importancia de disponer de una evaluación objetiva y ponderada, de los distintos conceptos que vayan surgiendo durante el proceso de desarrollo, en cada uno de los proyectos asumidos por los equipos de diseño. Estimando que dicha rigurosidad, propicia la búsqueda y selección de una alternativa conceptual ajustada a los distintos requerimientos presentes. Siendo la matriz de decisión, un eficiente instrumento de evaluación ante la exigente demanda de un conjunto diverso de criterios a considerar, en la búsqueda de la mejor solución posible de diseño.

Las soluciones presentadas se ajustan al escenario formulado por la aplicación del método propuesto. Si bien, en la resolución de los tres casos expuestos y por la dificultad de acceso a información clave (desde las empresas asumidas supuestamente como mandantes) para acreditar D como indicador de interés, se comprueba que es factible de igual modo, lograr definir el factor R a partir de información general obtenida. Y proceder, por tanto, a la toma de decisión proyectual de menor impacto ambiental, a modo de ensayo del procedimiento, pero con fundamentos objetivos. Lo que constata, el nivel en términos de ductilidad del instrumento metodológico y las posibilidades de escalabilidad en su aplicación, que según Favi et al., (2019), debiera ser efectivo tanto en proyectos formativos en el marco universitario, así como en el contexto empresa.

Así mismo, es posible sostener que, las distintas soluciones de diseño desarrolladas hacen un especial énfasis en el FVP como estrategia válida aplicada a productos dentro de la lógica del ecodiseño. Concentrándose especialmente en el desarme y reducción volumétrica del sistema propuesto, como una instancia destinada a facilitar la recupera-

ción y reciclado de materiales que lo componen. Por lo que se entiende que este enfoque, sin ser el único, permite en su implementación ir integrando en la consciencia colectiva – según lo expuesto por Rossi et al. (2016) – los principios de las buenas prácticas medioambientales. Ya sea desde la perspectiva formativa del usuario, así como, desde el reconocimiento por parte del segmento productivo y empresarial de los nuevos requerimientos normativos; traducidos en nuevas definiciones técnicas y conceptuales como resultado del aporte sostenido de la labor del diseño.

La investigación desarrollada, se constituye hasta donde se pudo determinar, en un primer ensayo metodológico aplicable a la mejora de E y E desde una perspectiva ambiental. Estableciendo en torno a conceptos básicos de ecodiseño, procedimientos simplificados del todo factibles de ser incorporados a las fases comúnmente reconocidas en el proceso de diseño y desarrollo de productos. Se espera, por tanto, en corto plazo poder ir traspasando dicho instrumento al ejercicio académico presente en los distintos talleres proyectuales que decidan abordar la problemática. O bien ir prototipando – en la medida de la necesidad declarada – soluciones para el ejercicio profesional al interior de las empresas e ir asumiendo en conjunto con ello, la mejora continua como una forma de ir avanzando en el concepto de calidad ambiental asociada a la sostenibilidad.

5

Estudios y contribuciones teórico-prácticas

5.1. Introducción

Luego de haber procedido con la revisión documental en términos del estado del arte de la temática medioambiental, su historia, la relación con la disciplina del diseño, impactos generados, remediales y conceptos generales asociados, se pudo estimar como pertinente la elaboración de un marco teórico que pudiera establecer una guía y parámetros claros para ir abordando el direccionamiento y tónica general de la investigación que ha de ser desarrollada para el trabajo doctoral en proceso.

Lo anterior sirvió como base, para ir avanzando en una suerte de aproximación investigativa, alcanzada mediante la realización de cuatro (4) proyectos preliminares ya definidos en la estructura general de la tesis, y que arrojaron como resultado tres (3) artículos de divulgación con carácter de publicables en revistas de impacto disciplinar. Se pudo así, ir esbozando – y en esa dinámica propiciar – las bases para la determinación de instrumentos metodológicos factibles de ser aplicados en el trabajo del diseño ambientalmente eficiente; constituyendo esto, en un inicio para la configuración unificada y coherente de un modelo proyectivo tendiente a sistematizar los distintos instrumentos necesarios para alcanzar el ecodiseño de manera simplificada y poder adecuarlos a los diversos requerimientos normativos vigentes. Así como también, a las distintas realidades derivadas de las especificaciones de diseño de producto para proyectos de corte académico o bien de las necesidades particulares provenientes de cada empresa que decida avanzar en mejoras ambientales en sus distintos productos o procesos.

A continuación, se presentan dos instancias derivadas del trabajo investigativo realizado. Las que permitieron, poner en situación y contexto los alcances prácticos del estudio en proceso (divulgación / validación en congresos, conferencias y proyectos colaborativos), así como también, poder definir con mayor propiedad el modelo metodológico a proponer, a partir de los resultados y experiencias obtenidas en dicha fase de prototipado.

5.2. Actividades de divulgación, validación y cooperación

Como una manera de poder ir socializando los distintos temas que se han incorporado en el trabajo de tesis, así como, en la difusión de ciertos resultados que ponen en contexto la estructura general del modelo en proceso de investigación, se decidió ir realizando de manera adicional, paralela y progresiva, ciertas actividades de divulgación que permitieran ir validando lo avanzado en el trabajo de tesis y sus instrumentos, a la vez de ir estableciendo vínculos de cooperación que facilitaran la puesta en situación de cada uno de ellos. Considerando lo mencionado se pudieron seleccionar las que siguen:

5.2.1. Conferencias, Charlas y columnas de opinión

(1) La actividad inicial que pudo desarrollarse se enmarcó en el IX Congreso Latinoamericano de Enseñanza del Diseño. Universidad de Palermo, Buenos Aires, Argentina, en agosto del año 2018. La ponencia que fue postulada y seleccionada para dicha oportunidad se tituló, **“Los RAEE en Chile: Didáctica Ecoeficiente para el Diseño Industrial”**.

(2) Dicha ponencia, tuvo su correlato con la participación en el Coloquio Internacional de Investigadores en Diseño, IV edición del año 2019, en el contexto de la Semana del Diseño que la Universidad de Palermo, Buenos Aires, Argentina, organizara para ese año. En la mencionada oportunidad, se presentó la ponencia: **“Modelo procedimental para la caracterización y valoración de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, RAEE”**. La cuál con posterioridad, formó parte de una publicación indexada que recogía todas las ponencias presentadas por los participantes, en formato artículo de investigación⁹ (Venegas et al., 2020).

(3) Para la misma casa de estudios y en el marco del Congreso Latinoamericano de Enseñanza del Diseño 2019, X versión, fue aprobada la ponencia, **“Didáctica para la planeación ecoeficiente en Diseño Industrial”**. La cuál pudo ser presentada en la comisión (B) Diseño, medioambiente y ecología.

⁹ La información de la participación puede revisarse en el siguiente vínculo:
<https://noticias.usm.cl/2019/08/06/destacada-participacion-de-ingenieria-en-fabricacion-y-diseno-industrial-de-la-usm-en-congreso-internacional/>

(4) En el mismo año, se realizó una charla de difusión de contenidos relevantes para el Departamento de Diseño, Facultad de Humanidades y Tecnologías de la Comunicación Social, Universidad Tecnológica Metropolitana, Santiago de Chile. la presentación se tituló, **“Sostenibilidad Ambiental en el ámbito de los ODS”**. Charla que pudo enmarcarse dentro del Día Mundial del Diseño Industrial¹⁰.

(5) Para el año 2021 y bajo el formato *On line*, fue aceptada la **ponencia “Paradigma del consumo. Consideraciones ante una práctica sostenible en Diseño”**. Dicho trabajo formó parte del XII Congreso Latinoamericano de Enseñanza del Diseño, siendo considerado posteriormente como artículo de investigación para formar parte de la publicación Actas de Diseño, número 41, primera edición especial (Venegas, 2021).

(6) En el mes de septiembre del mismo año, y para el Departamento de Diseño, Facultad de Humanidades y Tecnologías de la Comunicación Social, Universidad Tecnológica Metropolitana, Santiago de Chile, se presentó la **charla “La economía circular y sus aportes ante una práctica sostenible en diseño”**. Presentación en el marco de los conversatorios “Aula Abierta en torno a la Economía Circular”¹¹ de la carrera Diseño en Comunicación Visual de la misma Universidad.

(7) En agosto del año 2022, para la Universidad de Valparaíso, Chile, la Red Chilena de Análisis de Ciclo de Vida (Red ACV Chile) y con el apoyo de la Red iberoamericana de ciclo de Vida (RICV). Se participó en la IV Conferencia Chilena Análisis de Ciclo de Vida, “Acciones para cumplir los compromisos de sustentabilidad”. La ponencia se tituló: **“El ACV como procedimiento para la caracterización y valoración de los RAEE: Aplicación didáctica para la formación del Ingeniero en Fabricación y Diseño Industrial”**¹². Las imágenes de dichos eventos pueden apreciarse en la figura 28.

(8) Otra instancia por relevar es la participación como autor de columnas de opinión, que, dentro del año en cuestión, pudieron ser publicadas en algunos medios. La columna **“Productos responsables y consumo”**, contó con la difusión de la Dirección General de Comunicaciones de la Universidad Técnica Federico Santa María a través de sus plataformas institucionales de noticias¹³, así como también, la incorporación de dicho contenido, en los siguientes periódicos de difusión digital: El Martutino Noticias¹⁴, sec-

¹⁰ Para mayor información y detalle se puede seguir el siguiente vínculo: <https://vtte.utem.cl/galerias/utem-celebro-el-dia-mundial-del-diseno-industrial-2019/>

¹¹ Para mayor información y detalle se puede seguir el siguiente vínculo: <https://noticias.utem.cl/2021/09/03/escuela-de-diseno-imparte-charla-sobre-economia-circular-junto-a-emprendedoras/>

¹² Para mayor información y detalle se puede seguir el siguiente vínculo: <https://dima.usm.cl/2022/08/24/conferencia-chilena-analisis-de-ciclo-de-vida/>

¹³ Para mayor información, se puede acceder a los siguientes vínculos: <https://dima.usm.cl/2021/06/17/columna-profesor-marcelo-venegas/>
<https://noticias.usm.cl/2021/06/14/productos-responsables-y-consumo/>

¹⁴ La publicación puede ser accedida a través del siguiente vínculo: <https://www.elmartutino.cl/noticia/economia/productos-responsables-y-consumo>

ción Economía y La Quinta Emrende, innovación, ciencia y tecnología de la región de Valparaíso¹⁵.

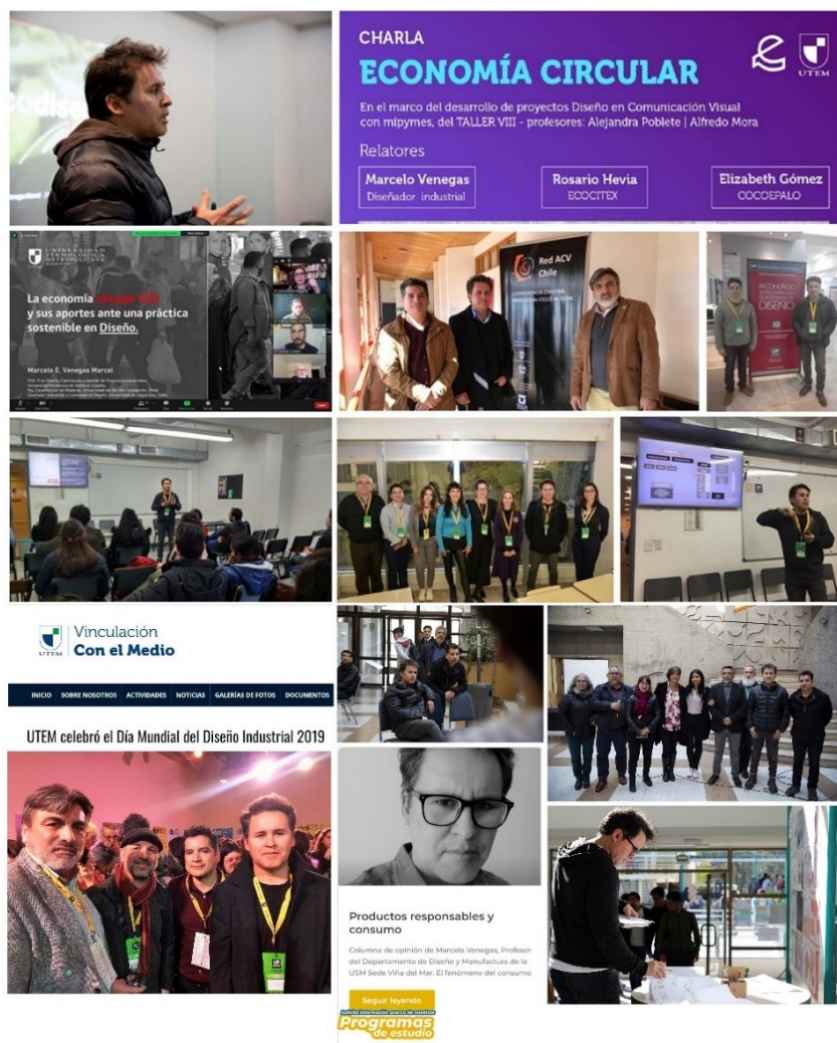


Figura 28. Actividades de divulgación realizadas en el marco de la investigación. Fuente: fotografías y elaboración del autor.

¹⁵ La publicación puede ser accedida mediante el siguiente vínculo:
<https://laquintaemprende.cl/opinion/productos-responsables-y-consumo/>

5.2.2. Cooperación técnica y vinculación con empresas

Como una instancia de establecer validaciones desde el punto de vista académico a los logros obtenidos – y en proceso de desarrollo – correspondientes al trabajo de tesis, se decidió realizar dichas comprobaciones a partir del estudio de casos desarrollado gracias a la ejecución del Proyecto FSM20102 de la Dirección General de Vinculación con el Medio de la Universidad Técnica Federico Santa María. Dicho proyecto, aceptado con el nombre de Propuestas de Ecodiseño desde Ingeniería en Fabricación y Diseño Industrial, y en donde el objetivo general planteado, giraba en torno a la posibilidad de generar nuevas propuestas de diseño para envases y embalajes en empresas regionales, considerando como condicionante principal la normativa vigente acerca del tema.

Los casos consignados, fueron desarrollados en conjunto con las empresas (Pymes) Confites Merello de Limache¹⁶ y la empresa de Helados York de Valparaíso¹⁷. Ambas empresas de carácter regional y con un marcado énfasis en la calidad de sus productos, la distribución directa y personalizada, así como con una marcada tradición y prestigio territorial.

La iniciativa se enmarcó en el contexto de la asignatura de Taller de Diseño Ecológico, de la carrera de Ingeniería en Fabricación y Diseño Industrial de la UTFSM y puso en práctica, un modelo procedimental aplicable al ejercicio práctico de la disciplina del diseño y en especial al que pudiera ser desarrollado al interior de las pequeñas y medianas empresas. El modelo aplicado, permitió aproximarse a la sistematización en la toma de decisiones y planeación de productos (en este caso diseño de envases y embalajes) desde una perspectiva de interés comercial para la empresa, pero con vocación sostenible y atendiendo a los requerimientos normativos ambientales vigentes¹⁸.

La culminación de esta primera fase de proyecto¹⁹, tuvo lugar en julio 20 del presente año, pudiendo implementarse una exhibición de modelos de E y E en las dependencias de la sede universitaria, contando con la concurrencia de las empresas participantes, entidades de financiamiento y cooperación técnica regional (SERCOTEC), así como también distintos profesionales del área. Los resultados obtenidos, quedaron en condiciones para seguir desarrollándose, e ir ajustándose a los requerimientos declarados por los mandantes. Sirviendo esta oportunidad como una instancia a nivel de etapa diagnóstica y preliminar, para proceder a futuro con continuas mejoras, considerando las necesidades solicitadas y los distintos escenarios a tener en cuenta en el proceso de diseño; validando en consecuencia, un instrumento metodológico aplicado a envases y embalajes con énfasis en el ecodiseño (figura 29).

¹⁶ www.merello.cl

¹⁷ www.heladosyork.cl

¹⁸ Para mayores antecedentes consultar el siguiente vínculo: <https://dima.usm.cl/2023/06/19/estudiantes-dima-trabajan-en-prototipos-de-ecodiseño-de-envases-y-embalajes-para-tradicionales-pymes-regionales/>

¹⁹ Información adicional puede encontrarse en el siguiente vínculo: <https://dima.usm.cl/2023/07/20/disenos-sustentables-de-envases/>



Figura 29. Proyecto Pymes regionales, envases y embalajes eco diseñados. Fuente: fotografías y elaboración del autor.

5.3. Objetivos y alcance de modelo metodológico propuesto

El propósito principal involucrado en la definición del modelo que se presenta pretende constituirse como el resultado final de la elaboración de un instrumento de asimilación y procesamiento de los distintos principios de carácter conceptual y metodológicos vigentes. Los cuales, están abordando de manera pertinente y adecuada la relación entre el trabajo de diseño con la temática medioambiental. Se propicia, por tanto, una interpretación sistemática – pero a la vez acotada – de las diferentes variables de sostenibilidad, que concurren al momento de ponderar decisiones en cada una de las etapas derivadas del proceso proyectual, y que son aplicadas frecuentemente en el ejercicio práctico de la disciplina en el ámbito académico o profesional; y en especial al desarrollado al interior de las Pequeñas y Medianas Empresas que diseñan productos.

El objetivo que se declara se justifica en la medida de poder convertir dicho instrumento, en una válida interfase que permita dirigir de manera coordinada, los enfoques del diseño sostenible (DS), las metodologías de ecodiseño y la aplicación accesible del análisis del ciclo de vida (ACV) de los flujos de materia y energía de un producto-proceso, como la principal herramienta de planificación para la optimización ambiental del sistema completo (empresa, proveedores, distribuidores y usuarios). Lo anterior es factible gracias a los siguientes procedimientos contemplados:

- a. Resolver procedimiento para la identificación y caracterización de producto/proceso a ecodiseñar. Refiriendo aspectos de información ambiental aplicando principalmente el trabajo de análisis de su ciclo de vida (ACV), según las consideraciones generales de la normativa ambiental vigente.
- b. Disponer de evaluación diagnóstica según producto/proceso seleccionado a ecodiseñar, a modo de establecer posibles escenarios que permitan visualizar mejoras a corto, mediano y largo plazo, en razón de las necesidades inmediatas del mandante del proyecto de diseño, así como de los distintos requerimientos sucesivos derivados de la aplicación del concepto de mejora continua desde el punto de vista medioambiental.
- c. Definir estrategias de mejora en concordancia con la información ambiental levantada previamente, así como de los requerimientos o marcos normativos vigentes en contexto tipo.
- d. Seleccionar soluciones conceptuales de diseño, a partir de las distintas Especificaciones de diseño de producto (EDP) recogidas de los marcos normativos vigentes, así como de las posibilidades de implementación que puedan desprenderse desde mandante tipo.

- e. Proporcionar directrices generales para la mejora ambiental efectiva de productos/procesos. Aplicando para esto, una metodología abreviada de ecodiseño como un procedimiento válido para ser incorporado en la enseñanza del diseño industrial de productos o carreras universitarias afines; y de la misma manera, poder ser integrado en el ámbito profesional o bien, en conjunto con la empresa que requiera avanzar hacia el diseño sostenible (DS).

5.4. Modelo metodológico propuesto

Es importante tener claridad que la modelización que se presenta tiene como finalidad el poder favorecer la puesta en marcha proyectos de diseño, que tienen como principal requerimiento la mejora ambiental. Por lo que se torna del todo necesario, remarcar la importancia que se le otorga en primera instancia, a la comprensión del entorno en donde se va a ejecutar el proyecto, las partes interesadas que son las que requieren la solución de diseño (ya sea usuarios, clientes o mandantes); así como, de las variables que puedan identificarse en un determinado contexto y que le permitirían eventualmente a un equipo especialista, ir nutriéndose de información valiosa para avanzar en su entendimiento, o bien, ir previendo su natural evolución en el tiempo.

Lo anterior, sin duda que abre espacios complejos de controlar y que requieren la concurrencia de ciertos modos de análisis, que conduzcan de manera eficaz a la gestión de variables involucradas en dichos problemas y que para el caso, son de naturaleza multidimensional. Por lo que una forma de comprender ordenadamente dichos contextos es a partir del enfoque Sistémico como una metodología viable a ser considerada.

Dicha metodología, se considera a partir de una adaptación del Modelo Empresarial de Formulación por Objetivos, desarrollado por Hernandis en el año 2007 y que a su vez nace bajo la inspiración del Modelo Ultra estable de Ashby del año 1967 (Sempere, 2017). Por lo que la relevancia de este método para el trabajo de tesis que se está presentando, se encuentra principalmente en el carácter de retroalimentación considerado bajo la aplicación de mecanismos de ajustes y autorregulación constantes de los factores principales identificados para el desarrollo de un proyecto de diseño. Lo que otorga características sistemáticas, pero a la vez flexibles y adecuadas para una diversidad de datos provenientes de un determinado contexto, factibles de ser analizados de manera ponderada en razón de los objetivos propuestos.

La modelización propuesta, asume como eje principal del proceso, a una estructura general que reconoce la coexistencia de 2 sistemas fundamentales. En primera instancia se reconoce al Sistema Exterior (S.E), que se entiende como el que compone el entorno o bien, el suprasistema general y que constituye la realidad que nos rodea y a su vez plantea un problema de diseño; el que se traduce en ciertos *Inputs* y que son los que pueden asociarse a las Variables de entrada. En segunda instancia, se puede identificar al Sistema Interior (S.I) o Sistema de Referencia; que en definitiva es el conjunto interno

de actores, especialistas, diseñadores o ingenieros y que, como equipo, son los llamados a poder resolver de manera efectiva, la problemática identificada desde el exterior (Briede et al., 2016; Sánchez y Mayorga, 2016). Esto, gracias al trabajo y análisis interno producto de los flujos constantes de información (almacenamiento y rescate), así como, de todos los procesos que se puedan dar al interior del equipo de trabajo y que en su evaluación constante de rendimiento – *Throughputs* – permitan ir avanzando en el concepto de mejora continua (Romero et al., 2019; Santelices y Santelices, 2017; Uribe y Quintero, 2017). Su resultado, permite evacuar una visión diagnóstica que puede iniciar un proceso de solución o mejora en términos de proyecto. O bien ser el *Output* que en razón de las distintas Variables de salida – identificables en un determinado contexto o bien, sistema externo – permitan la implementación de dicho diagnóstico en una solución real (denominada como el Objeto de estudio), factible de ser mejorada de forma continua a futuro.

A continuación (figura 30), se muestra el diagrama simplificado a considerar y que es el que inicia la metodología general para ser ensayada, dentro del proceso investigativo que contempla el trabajo de tesis:

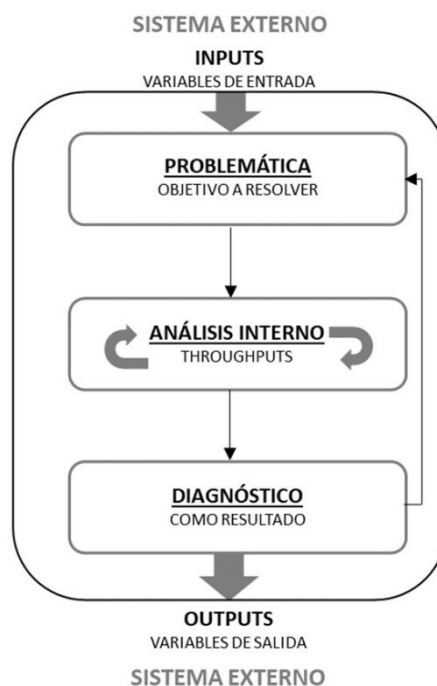


Figura 30. Metodología general de modelo propuesto. Fuente: elaboración del autor.

5.4.1. Modelo y contexto medioambiental. Descripción y procesos

La propuesta de modelo (ver figura 31) se enmarca en el ámbito de las mejoras ambientales y su relación con el diseño y desarrollo de productos. Por lo que ya, esta determinación, abre una serie de condicionantes que son necesarias de atender, y que van desde la tipología de proyecto a abordar ; las etapas o estrategias de diseño a considerar de acuerdo a complejidad y/o tipología de encargo; las características del mandante entendido como la empresa o bien el objetivo del ejercicio proyectual para la formación académico- profesional; y finalmente, los requerimientos normativos u objetivos ambientales que giran en torno al Objeto de estudio; los cuales obviamente están presentes en cada uno de los contextos territoriales en donde se llevará a cabo dicho trabajo y dan espacio a una diversidad de especificaciones de diseño (Kamp Albæk et al., 2020; Kobayashi y Fukushige, 2018; Ahmad et al., 2018). Lo expuesto, permite establecer los límites para los dos subsistemas que han de presentarse en el marco de un sistema de proyecto; a saber:

1. El primer sistema o Sistema Exterior (S.E), es el que se encuentra en el entorno del mismo sistema de estudio, lo influye de manera directa, pero no puede ser controlado por este. Aquí, se pueden identificar aspectos tales como, los normativos derivados de la institucionalidad ambiental, ciertas regulaciones de agrupaciones sectoriales, necesidades ambientales y de mercado para empresas de manufactura, servicio o bien proveedoras de materias primas. Requerimientos de empresas de reciclaje, municipios y sus departamentos medioambientales, universidades y carreras afines; gestores ambientales, usuarios y clientes en general, por nombrar sólo algunos.
2. El segundo sistema o Sistema Interior (S.I), lo componen los elementos integrados del mismo y que permiten su funcionamiento activo en términos de poder concurrir ante el desarrollo de una determinada respuesta y en definitiva es el que operativiza la manera de abordar el encargo. Este, se articula en cuatro (4) subsistemas fundamentales: a) subsistema Gestión de Proyecto b) subsistema Producción c) subsistema Especialidad Ambiental d) subsistema Diseño Industrial.
 - a) Subsistema Gestión de Proyecto: es el que define el ámbito de acción del sistema, en términos de poder estructurar los objetivos de un encargo y determinar los alcances del proyecto. Es el que además redacta el *Brief* preliminar de este, organizando lo comunicado por el mandante en términos de problemáticas o necesidades potenciales.

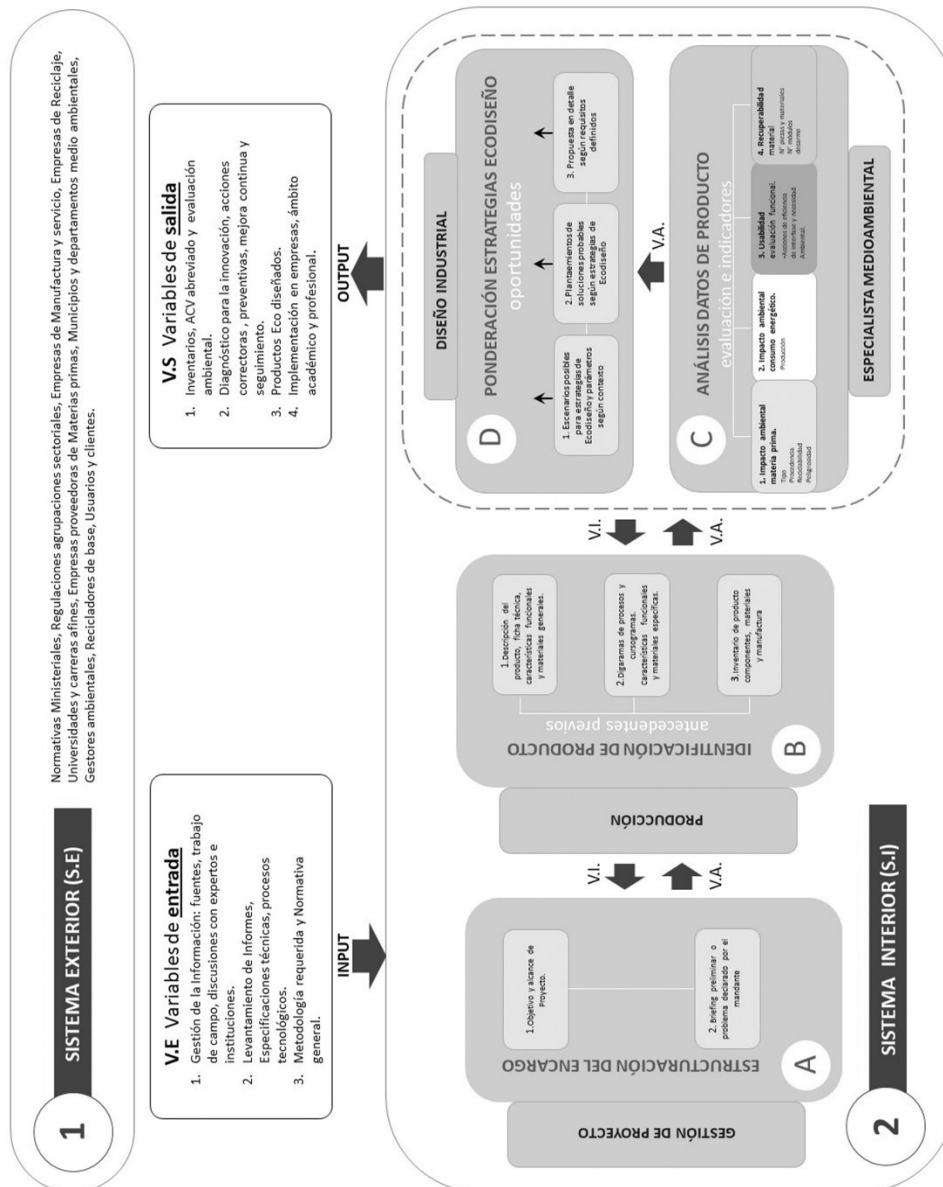


Figura 31. Diagrama Sistémico de la Metodología general de modelo propuesto. Fuente: elaboración del autor, 2022.

- b) **Subsistema Producción:** es el subsistema que posibilita el reconocimiento de un producto, en términos de poder rescatar información respecto de los antecedentes y factores que intervienen en la elaboración de este. Dicha referencia, se organiza en instrumentos de planeación y control para la producción, los cuales pueden ser evacuados desde el mismo mandante, o bien, pueden confeccionarse para poder organizar de forma clara y precisa todos los factores que convergen de manera operativa en la manufactura. Por lo que en primera instancia se hace necesario contar con una ficha técnica, que permita identificar de manera general al producto, así como, a sus funciones más relevantes y los distintos materiales o partes constituyentes del mismo. En segundo término, se requiere la elaboración de diagramas de proceso/operaciones y cursogramas, los cuales tienen por objeto el graficar la implementación existente para lograr la fabricación del producto en análisis y las particularidades que dicha célula productiva presenta. Lo anterior, respecto del rendimiento operacional, sus impactos en términos de tiempo, la calidad percibida y las externalidades ambientales como consecuencia. Para que finalmente y en tercer lugar, se logre constituir un Inventario de producto, que facilite el acceso a la información en torno a los componentes individualizados del producto, los materiales utilizados para aquello, su procedencia en origen y la correspondiente individualización de los procesos de manufactura.
- c) **Subsistema de Especialidad Ambiental:** este subsistema procede a establecer un análisis de datos del producto, con objeto de poder evaluar y levantar indicadores respecto de su desempeño medio ambiental. Para el caso, se estiman cuatro (4) indicadores principales que pueden derivarse de toda la información recogida en los subsistemas previos. El Indicador N°1, es el del Impacto Ambiental de la Materia Prima y este requiere para poder ser configurado una caracterización general del producto. El objetivo de esto, es poder llegar a ponderar la procedencia del mismo material y su naturaleza de obtención; las posibilidades de reciclabilidad y la peligrosidad de la tipología material que compone el producto a evaluar.
- El Indicador N° 2, estima una evaluación del impacto ambiental a nivel del consumo de energía que compromete el uso del producto a evaluar, su relación con la potencia y esta con la variable tiempo, en términos de utilización por un determinado período.
- El Indicador N° 3, se define como la evaluación funcional del producto. Este indicador establece la aplicabilidad directa del desempeño de la interfase y la valoración dada por el usuario en términos de acciones

eficientes percibidas. Se hace especial énfasis en las funciones que puedan relacionarse con la gestión ambiental del producto, como por ejemplo su fin de vida, la desarmabilidad o la durabilidad entre otras. Por último, el Indicador N° 4, establece la evaluación de la recuperabilidad; y esta, respecto de la ponderación del número de componentes presentes, el número de materiales y los sistemas de unión factibles de ser reconocidos en el sistema general del producto.

Los indicadores levantados, tienen como finalidad obtener una ponderación general del producto y así obtener un escenario diagnóstico en torno a su estado ambiental, lo que se constituye en un importante insumo para el trabajo posterior del subsistema de diseño industrial.

- d) Subsistema Diseño Industrial: el rol de este subsistema es de ir ponderando los indicadores previamente obtenidos y transformarlos en oportunidades factibles de ser entendidas como mejoras. En este sentido, se torna de gran relevancia la consideración de ciertas estrategias de sostenibilidad ambiental o ecodiseño, por ser estas, las que finalmente se convierten en el eje central para la definición de los tres resultados posibles, a ser considerados como proyecto.

Las siguientes son las mejoras posibles para poder ser evacuadas como resultados por separado a modo de informes de panorama diagnóstico, o bien, de forma integrada para la definición en detalle de un diseño de producto: i) escenarios para estrategias de ecodiseño; en razón de los indicadores ya levantados, estos proceden a valorarse y determinar la situación actual del producto analizado, definiendo así, parámetros de mejoras según contexto. ii) soluciones probables según estrategias de ecodiseño; los parámetros de mejoras permiten la formulación de soluciones potenciales y que a modo de potenciales conceptos, pueden ser evacuados como informe previo. iii) propuesta de detalle; como derivación final y contemplando toda la información previa, se avanza en el desarrollo de una solución mejorada y en detalle de diseño de producto, para lo cual, ha de considerarse los requisitos ya definidos, para hacer viable su implementación.

- e) Variables Comprometidas: para lograr entender la dinámica relacional de los distintos sistemas y subsistemas que componen el modelo, es preciso identificar ciertas variables, que son las que deberán ser gestionadas para asegurar un desarrollo sistemático del proyecto a abordar.

Por lo que las que dan el inicio al funcionamiento del modelo propuesto, son las denominadas Variables de Entrada. Dichas variables, constituyen el *Input* del sistema de estudio y corresponden a los datos e información recopilados provenientes desde el S.E. Las cuales, son concebidas con un nivel de alcance conforme a los criterios acordados

por el mandante, o bien a la óptica que el equipo desarrollador del proyecto decida aplicar para poder abordarlo. En específico estas, deberían corresponderse con ciertos aspectos normativos en torno a la temática, criterios técnicos o relacionados con procesos tecnológicos, materiales y de manufactura, opiniones de expertos o informes desarrollados a partir de recogida de datos con usuarios y/o clientes, etc.

Ya en el S.I, la interrelación se genera a partir de la presencia de las variables de acción. Las que pueden ser identificadas con ciertas tomas de decisiones prioritarias, las que deben ser comunicadas con el objetivo de que el subsistema siguiente pueda ejecutarlas y tener un rumbo claro respecto de las operaciones a cumplir. Tal es el caso de la definición de un *Brief* de proyecto, sus alcances, evaluaciones ejecutadas con sus recomendaciones, resúmenes ejecutivos y conclusiones derivadas de un proceso de análisis etc. Por otro lado, se encuentran también las variables de información, las cuales permiten ir consignando los resultados del trabajo ejecutado, informes o reportes de cumplimiento de objetivos según planificación, reportes de conformidad del cliente y evaluaciones resultantes, entre otras.

Finalmente, las Variables de Salida se constituyen como la consecuencia o el *Output* del sistema de estudio, expresándose como el resultado y la concretización de este y que es presentado al S.E. Para el caso del modelo, se debe entender como un producto mejorado ambientalmente, elaboración de inventarios, ACV y evaluaciones ambientales, diagnosis para la innovación ambiental o la ejecución de acciones correctoras, mejoras continuas etc.

5.4.2. Instrumentos de registro, control y evaluación para modelo propuesto

Como una forma de poder facilitar la puesta en marcha del modelo propuesto, se establecen ciertas herramientas de carácter gráfico/organizativo, con la finalidad de acceder a un registro y control sistemático del sistema de estudio que ha de ser realizado. Con esto, se espera aportar a una clara apreciación de los grados de avance del proyecto, así como, de los desempeños obtenidos en el transcurso y desarrollo de este. La relevancia que poseen estos instrumentos se encuentra situada en el aporte comunicativo brindado para la comprensión efectiva de los objetivos planteados, la orientación respecto de los alcances de estos, así como, de las posibilidades que se abren para la participación de las partes interesadas o involucradas y en consecuencia, ir avanzando en un óptima gestión del S.I.

A continuación, se presentan dichas herramientas, su descripción, finalidad y el método para aplicarlas, de acuerdo al subsistema al cuál correspondan (dichos instrumentos pueden visualizarse en detalle en el apartado anexos).

- Subsistema A. Gestión del Proyecto: A1. Matriz de Marco lógico para la Planificación de Proyecto.
Como una forma de poder estructurar adecuadamente el encargo que ha de ser evacuado hacia los subsistemas siguientes, se establece un cuadro resumen, que permite comunicar de un modo abreviado los aspectos fundamentales que ha de presentar el proyecto. Dicho cuadro, se adapta desde la metodología denominada Marco Lógico, MML (Muller et al., 2022; Escobar- Sierra et al., 2021; Ortiz y Sánchez, 2017; Ortegón et al., 2015; Vásquez, 2015) como una forma de establecer una planeación estratégica y dar una coherencia de integración ante la consecución de metas.
La siguiente matriz (tabla 22) se propone como el primer instrumento para ser utilizado al interior del S.I:

Tabla 22. Matriz MML para la planificación del proyecto. A1. Fuente: elaboración del autor.

Logo y nombre de empresa		MATRIZ MARCO LÓGICO PARA LA PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO		Estado del encargo: Inicial / Intermedio / Final	A1
PRODUCTO: (Nombre del Producto a evaluar)		RESPONSABLES:			
Imagen del Producto	Descripción funcional: (Descripción general del producto a evaluar, para el reconocimiento básico de las prestaciones más relevantes)	A cargo: (Nombre Jefe de proyecto)	Departamento Origen: Gestión de Proyecto		
		Departamento receptor: Producción			
		Profesional a cargo: (Nombre del profesional a cargo)			
Nombre de Tipología: (Denominación de modelo según empresa y/o mercado)		Familia de Productos: Si () No ()			
Brief Preliminar del Mandante					
(Descripción general de lo expresado por el mandante y sus consideraciones respecto del encargo)					
Objetivos y alcance	Indicadores de Cumplimiento.	Si ()	No ()	Fuente de Verificación	Factores Externos Críticos
Finalidad General					
Propósito					
Entregables					
Definición de Tareas					

Para el instrumento denominado Matriz A1, se pueden reconocer tres secciones principales que establecen su estructura. En la primera se encuentran todos los datos de tipo identificadorio vale decir, el tipo de proyecto, empresa mandante, descripciones generales del producto a evaluar, responsabilidades y estados de avance del proyecto en ejecución. Una segunda parte, que es la que permite comunicar el *brief* preliminar devenido de la voz directa del mandante. Esta instancia cobra interés, pues recoge la voz directa del cliente con sus apreciaciones particulares y sin entrar en un mayor enjuiciamiento. Ayudándole por tanto al equipo, a entender y empatizar con el contexto donde se ejecuta el proyecto. Y por último, se presenta una tercera parte, que es la que comunica

de manera clara los objetivos perseguidos por el proyecto, sus alcances y las modalidades aplicadas para establecer un control de avance de este.

Los aspectos relevantes que definen al objetivo en cuestión y que el subsistema Gestión de Proyecto estima en su planificación, se definen en inicio por la Finalidad General. Esta, se entiende como la visualización de una determinada solución y que se puede considerar como de largo plazo o bien que debiera tener un efecto perdurable en el tiempo. Básicamente, tiende a ser de carácter descriptivo respecto del cómo se hace cargo de la problemática de nivel superior o de mayor envergadura.

El Propósito, es la meta central obtenida al término de la realización del proyecto, considerándose este, un logro que puede eventualmente ser apreciado de manera directa, así como, a mediano plazo. Por lo que el efecto final producido a través de la intervención debiera considerar una estructura clara respecto de su declaración y comunicación, privilegiando un lenguaje preciso en pos de una correcta evaluación posterior.

Los Entregables, son los resultados esperados y que se pueden entender como productos y servicios que se realizan para poder cumplir con el Propósito. En términos de declaración para la planificación estratégica, le corresponde al subsistema Gestión de Proyecto, consignar la modalidad de ejecución definida para el caso y la asignación de responsabilidades por cada resultado esperado a obtener.

Por último, la Definición de Tareas establecen todas las actividades necesarias para llevar a cabo los resultados esperados o Entregables. Es preciso que, por cada resultado planificado, queden dispuestas de forma agrupada y diferenciada las tareas a realizar, de manera de poder ir monitoreando los avances necesarios para la implementación efectiva del proyecto.

Con la finalidad de establecer controles y evaluaciones a los objetivos planteados, es necesario determinar instancias que permitan ir midiendo el progreso del proyecto. Por lo que se definen criterios de medición, de manera de generar niveles de objetivación al seguimiento y de esta forma, dar fiabilidad al proceso. Dichos criterios, se asumen en primer término como Indicadores de Cumplimiento, los que desde una evaluación dicotómica (sí/no) y en razón de la variable tiempo, permitirían ir chequeando si es que se ejecutan los cumplimientos de acuerdo a lo planificado. Para lo anterior, se hace necesario de la asistencia de ciertas Fuentes de Verificación; las que, en su concurrencia, aseguran que el monitoreo del indicador sea a partir del cotejo frecuente de información externa, pero este, indefectiblemente condicionado a la constatación de la confiabilidad de origen. Por lo que, para el caso del modelo presentado, cobra relevancia la voz del cliente o mandante, la que en su conformidad va orientando en el proceso de la valoración positiva o negativa del logro que ha de resolverse. En último término, es necesario estimar los Factores Externos Críticos, que son ciertos riesgos que pueden ser asociados al proyecto

y que, en una supuesta, pero fundamentada visualización futura, permite en la medida que este va avanzando, ir en ponderando en paralelo la formulación de remediales con el objetivo de reconsiderar el proyecto o bien moderar y elaborar un plan de contingencia para evitar su fracaso.

- Subsistema B. Producción: B1. Matriz de Caracterización del Producto.
Ya establecida la planificación del proyecto a abordar y comunicada a los subsistemas (o departamentos) participantes, es necesario proceder con el reconocimiento e identificación del producto o proceso a mejorar. En este sentido, el subsistema que se hace cargo de dicho trabajo es el de Producción, que es en definitiva el que conoce de manera idónea los aspectos relativos a la realización, operaciones concurrentes, los costos y otros factores relativos a la elaboración de un producto.

Para lo anterior, existen ciertos instrumentos de planeación y control que normalmente se ocupan en el ámbito de la gestión de la producción²⁰, los que son recomendables de aplicar para el inicio de esta etapa. Dicho reconocimiento, ayuda al equipo designado para el avance del proyecto, ir identificando de forma detallada las características físico/materiales del producto; algunas de estas herramientas son: a) la ficha técnica, que es una matriz que describe en general al producto, comunicando las características funcionales y materiales de este. b) el diagrama de procesos y operaciones, como una representación visual de las entradas de materiales para activar el proceso y la secuencia de operaciones e inspecciones para las mismas, sin considerar el desplazamiento de estos. c) cursograma de análisis de proceso, que es un diagrama de representación de todas las operaciones, desplazamientos, inspecciones, retrasos y almacenajes de todo el proceso productivo asociado al producto. Siendo relevante en este instrumento las variables tiempo y distancia recorrida en una determinada célula productiva (Yepes, 2021; Escaida et al, 2016; Carro y González, 2015; Cuatrecasas, 2013).

La información recopilada por dichas herramientas, permiten establecer una caracterización del producto mediante la generación una matriz, que termina en una suerte de inventario sintetizado. La tabla 23, muestra los puntos a considerar y un ejemplo de su estructura:

²⁰ Para el caso del modelo que se presenta, no se avanzará en mayores explicaciones de las herramientas de planeación y control sugeridas, por existir en la literatura sugerida una amplia exposición de las definiciones, características principales y alcances de cada una de ellas. Se recomienda la consulta de las referencias consignadas en el texto.

Tabla 23. Matriz de caracterización del producto. B1. Fuente: elaboración del autor.

Logo y nombre de empresa	MATRIZ CARACTERIZACIÓN DEL PRODUCTO				Estado del encargo: Inicial / Intermedio / Final	B1
PRODUCTO: (Nombre del Producto a evaluar)		RESPONSABLES:				
Imagen del Producto	Descripción funcional: (Descripción general del producto a evaluar, para el reconocimiento básico de las prestaciones más relevantes)	A cargo: (Nombre Jefe de proyecto)	Departamento Origen: Producción			
		Departamento receptor: Especialista M/A				
		Profesional a cargo: (Nombre del profesional a cargo)				
Nombre de Tipología: (Denominación de modelo según empresa y/o mercado)		Familia de Productos: Si () No ()				
	Componente	Número	Material	Peso(grs)	Procedencia	Origen mat.
Subsistema (1)	Denominación (1.1)					
Subsistema (2)	Denominación (2.1)					
	Denominación (2.2)					
Subsistema (n)	Denominación (n.1)					
	Denominación (n.n)					

El instrumento Matriz B1, se estructura en primera instancia a partir de todos los datos de tipo identificatorio vale decir, el tipo de proyecto, empresa mandante, descripciones generales del producto a evaluar, responsabilidades y estados de avance del proyecto en ejecución. Para ya en una segunda instancia, pasar a establecer la caracterización del producto a partir de una desagregación de la unidad general en subunidades y un proceso de pesaje en gramos de cada una de ellas, además del pesaje total del sistema en cuestión. Constituyendo esto, una relevante agrupación de datos que da el comienzo a un proceso de ACV simplificado, que es en definitiva, la base fundamental del modelo que se presenta.

El análisis que se ejecuta se basa en el esquema aplicado en la investigación preliminar N° 2, consignada en la tercera parte de la tesis, la que avanza en la identificación, caracterización y valoración de RAEE con un procedimiento análogo al que se sugiere en el modelo (Venegas et al., 2020). Por lo que la matriz considera, primeramente, una separación e identificación de las subunidades del producto, en donde, se dan a conocer los componentes que posee, el número de cada uno de ellos, los materiales con los cuales fueron manufacturados y su balance en gramos (grs.). Se consigna además la trazabilidad respecto de la procedencia de cada una de las materias primas ocupadas, señalando el país o bien el territorio en donde fueron adquiridas; así como, el origen mismo del material, entendiéndose por esto su obtención a partir de materia prima virgen o también, desde la recuperación de materiales a partir de procesos de reciclaje.

- Subsistema C. Especialista medioambiental: C1. Matriz de Evaluación de Impacto Ambiental y Materia Prima.

De acuerdo a la información recopilada, se procede a un análisis de los datos del producto, en donde uno de los aspectos principales, es como se va ponderando la información, a partir del levantamiento de indicadores que permitan reconocer aspectos en torno a las externalidades ambientales del producto como resultado de su materiales, el reconocimiento de su traza o sus procesos de manufactura; las capacidades de reciclaje de sus componentes o bien las posibilidades de desarme que posee una determinada unidad para su mejor gestión de fin de vida, entre otras (Franco, 2019; de Aguiar et al., 2017). Dichos indicadores y sus criterios se resumen en la Matriz C1 (tabla 24), que es la que califica el impacto en el medio ambiente y la relación que se pueda dar con la materia prima utilizada, por lo que los puntos a considerar son los siguientes:

- a) Indicador Obtención del Material. El cuál se consigue a partir de la ponderación en la puntuación correspondiente al desagregado de cada componente, y este, asociado a un material en específico. Dichos materiales son evaluados en primera instancia, respecto de la procedencia del material (local, nacional o internacional), en donde las puntuaciones relativas en torno al impacto ambiental (de 1 hasta 10) se establecen de acuerdo a los siguientes criterios; máximas puntuaciones a los de procedencia local o regional; puntuaciones medias a los de procedencia nacional y mínimas puntuaciones a los que son adquiridos en el extranjero.

En segunda instancia, se analiza el origen del material y este de acuerdo a su tipología de obtención; vale decir, puntuación máxima si es que la materia prima utilizada se obtiene a partir de procesos de reciclaje; puntuación media si es que el producto es manufacturado con materia prima renovable y calificaciones mínimas, si es que la configuración material tiene un alto impacto ambiental. como consecuencia de la utilización de materiales no renovables.

Tabla 24. Matriz de impacto ambiental del material C1. y criterios de evaluación. Fuente: elaboración del autor.

Logo y nombre de la empresa	MATRIZ IMPACTO AMBIENTAL MATERIAL	Estado del encargo: Inicial / Intermedio / Final	C1
-----------------------------	-----------------------------------	---	----

PRODUCTO: (Nombre del Producto a evaluar)		RESPONSABLES:	
Imagen del Producto	Descripción funcional: (Descripción general del producto a evaluar, para el reconocimiento básico de las prestaciones más relevantes)	A cargo: (Nombre jefe de proyecto)	Departamento Origen: Especialista M /A
		Departamento receptor: Diseño Industrial Profesional a cargo: (Nombre del profesional a cargo)	
Nombre de Tipología: (Denominación de modelo según empresa y/o mercado)		Familia de Productos: Si () No ()	

Caracterización Producto					Material		Reciclabilidad		Peligrosidad		
Material	Peso(gns)	% Peso Total	Procedencia	Puntaje	Origen mat.	Puntaje	Reciclable	% reciclabilidad	Peligroso	Codigo DS 148	% peligrosidad
							pje LIDs		pje LIDs		
Peso Total			subtotal								
			pje LIDs								

1. Criterios Material (Promedio de 2 atributos)		
Criterios Procedencia Material		
BAJO	10 ptos	Si el producto consume mat. Locales/ regionales
MEDIO	5 ptos	Si el producto consume mat. Nacional
ALTO	1 pto	Si el producto consume mat. Internacional
Criterios tipo de material		
BAJO	10 ptos	Si el producto contiene mat. prima reciclada
MEDIO	5 ptos	Si el producto contiene mat. prima renovable
ALTO	1 pto	Si el producto contiene mat. prima no renovable
2. Criterios Reciclabilidad		
ALTO	10 ptos	80 a 100% mat. Reciclable
MEDIO	5 ptos	40 a 79 %
BAJO	1 pto	0 a 39 %
3. Criterios Peligrosidad		
BAJO	10 ptos	80 a 100% mat. Peligroso
MEDIO	5 ptos	40 a 79 %
ALTO	1 pto	0 a 39 %

b) Indicador de Reciclabilidad. Se asume el criterio de reciclabilidad como a la condición que presentan los materiales traducidos en partes y componentes de un producto, para poder ser apartados de su fin de vida y ser encausados hacia el reciclaje (Venegas et al., 2020). En este sentido, el concepto de reciclado se asume como una instancia tecnológica territorial, y va a estar en concordancia con las posibilidades tecnológicas presentes en un país para hacerse efectivo, así como, de las valorizaciones establecidas en un determinado mercado y que generan el interés a nivel de un negocio factible. Por lo que las puntuaciones en torno a dicho criterio se entienden como altas, en la medida de que desde un 80 a 100% de la composición material tenga posibilidades de ser reciclado; son medias, si es que los materiales presentan entre un 40 a 79% de reciclabilidad y son bajas si es que se constata que los componentes presentan nula o escasa reciclabilidad, vale decir desde 0 a 39%.

- c) Indicador de Peligrosidad. Dicho criterio se asocia al manejo de residuos, para lo cual se asume la normativa ambiental aplicable en Chile (D.S 148/2004 sobre Reglamento Sanitario sobre Manejo de Residuos Peligrosos), la que estipula las condiciones sanitarias y de seguridad mínimas a que deberá someterse en general la utilización de residuos, incluyendo las operaciones de recuperación y también de reciclaje, así como, de la codificación necesaria para cada uno de los materiales que se han de evaluar. Por lo que la peligrosidad se entenderá como alta, cuando se encuentre entre un 0 a 39% de Material No Peligroso; peligrosidad media cuando los rangos vayan entre un 40 a 79% y por último baja peligrosidad, cuando un producto cuente con un 80 a 100% de Material No Peligroso.
- Subsistema C. Especialista medioambiental: C2. Matriz de Evaluación de Impacto Ambiental y Consumo de Energía.
La matriz que se presenta establece un panorama reducido respecto del impacto ambiental que tiene el producto en su ciclo de vida y en específico se considera solamente su etapa de utilización²¹. En este sentido, para la elaboración de la matriz y el cálculo del indicador respectivo, se asume parcialmente el método propuesto por Ihobe (2000) para el desarrollo de la matriz MET (utilización de Materiales, utilización de Energía y salidas de emisiones Tóxicas). La tabla 25, muestra los datos requeridos para calificación del producto en términos de consumo de energía en etapa de uso, siendo sus detalles los siguientes: i) parte 1 y 2 de la matriz, señalando los detalles de tipo identificatorio del proyecto, así como, de los responsables de la etapa en la que se encuentra el avance ; ii) parte 3 de la matriz, en donde se relaciona al producto con su potencia nominal expresada en kilowatt (kW), las horas de uso efectivo en un período anual, la estimación prevista en términos de vida útil del producto por evaluar y finalmente el cálculo para obtener la cantidad de energía consumida en una hora (kW h), a lo largo del período de un año y multiplicada por los años de uso o vida útil ($\text{kW} \cdot \text{h/año} \cdot \text{años de uso}$).
Los datos obtenidos, sirven para poder determinar el indicador requerido considerando los siguientes criterios de magnitud de uso de energía: puntuación máxima para un bajo consumo energético, si es que el producto consume me-

²¹ El criterio utilizado se dirige en específico al Ciclo de Vida y en lo particular en la etapa de utilización, pues el Modelo que se presenta está dirigido preferentemente como un instrumento coadyuvante al proceso de Diseño y en especial a las mejoras funcionales del producto. Por lo que resulta de especial interés las interacciones eficientes que se pueden desprender entre la relación del usuario y producto. En este sentido, la matriz C2 no contempla el impacto ambiental y consumo de energía en la fase de Producción y transporte. No obstante, el instrumento es flexible ante las posibilidades para poder integrar su cálculo y ponderación en la obtención del Indicador respectivo.

nos de 100 kW h; puntuación media para los productos que consumen más de 100, pero menos de 1000 kW h; y finalmente una puntuación baja para los que posean un alto consumo energético para hacer efectiva las prestaciones funcionales declaradas, vale decir por sobre los 1000 kW h.

- Subsistema C. Especialista medioambiental: C3. Matriz de Evaluación Funcional del Producto.

El análisis del producto requiere también de una visión de carácter funcional (entendida como acciones de eficiencia) para entender su desempeño y las relaciones que este pueda tener – a nivel de incidencias – en la generación de externalidades ambientales. Para esto, es preciso calificar el desempeño del producto, considerándolo como un sistema funcional, con subsistemas funcionales que establecen interrelaciones de diversa magnitud, poniendo un importante énfasis en como dicha evaluación afecta la gestión ambiental del producto. La tabla 26, muestra la estructura general de la Matriz C3, la cual, al igual que las matrices anteriores cuenta con las dos secciones iniciales que dan a conocer los detalles de identificación del proyecto, así como, con los que definen las responsabilidades a cargo de su elaboración.

Tabla 25. Matriz de impacto ambiental y consumo de energía. C2. Criterios para su evaluación. Fuente: elaboración del autor

Logo y nombre de empresa		MATRIZ IMPACTO AMBIENTAL CONSUMO DE ENERGÍA		Estado del encargo: Inicial / Intermedio / Final	C2
--------------------------	--	--	--	---	-----------

PRODUCTO: (Nombre del Producto a evaluar)		RESPONSABLES:	
Imagen del Producto	Descripción funcional: (Descripción general del producto a evaluar, para el reconocimiento básico de las prestaciones más relevantes)	A cargo: (Nombre Jefe de proyecto)	Departamento Origen: Especialista M/A
		Departamento receptor: Diseño Industrial	
Nombre de Tipología: (Denominación de modelo según empresa y/o mercado)		Profesional a cargo: (Nombre del profesional a cargo)	
		Familia de Productos: Si () No ()	

Producto	Potencia kW	Hr. uso/año	Estimación vida útil (años)	Consumo Energía uso producto (kW x Hr/año x año de uso)

Criterios Magnitud de Uso de Energía		
Evaluación	Pje LIDs	Condición
BAJO	10 pto	Si el producto consume menos de 100 kWh
MEDIO	5 pto	Si el producto consume mas de 100 y menos de 1000 kWh
ALTO	1 pto	Si el producto consume más de 1000 kWh

Tabla 26. Matriz de indicadores funcionales. C3. y criterios para su evaluación. Fuente: elaboración del autor

Logo y nombre de empresa	MATRIZ DE EVALUACIÓN FUNCIONAL		Estado del encargo: Inicial / Intermedio / Final	C3	
PRODUCTO: (Nombre del Producto a evaluar)		RESPONSABLES:			
Imagen del Producto	Descripción funcional: (Descripción general del producto a evaluar, para el reconocimiento básico de las prestaciones más relevantes)	A cargo: (Nombre Jefe de proyecto) Departamento receptor: Diseño Industrial Profesional a cargo: (Nombre del profesional a cargo)	Departamento Origen: Especialista M/A		
FUNCIONES	VALOR (Pj.)	VOTACIÓN (Vot.)	V.Ideal (Pj. ²)	V.Real (Pj.x Vot.)	Selección
GRUPO FUNCIONAL a			Σi grupo func. a=	Σr= grupo func. a=	subsist = %
Función a1					
Función a2					
Función a...					
GRUPO FUNCIONAL b			Σi grupo func. b=	Σr= grupo func. b=	subsist = %
Función b1					
Función b2					
Función b...					
GRUPO FUNCIONAL x			Σi grupo func. x=	Σr= grupo func. x=	subsist = %
Función x1					
Función x2					
Función x...					
			Σti producto=	Σtr producto=	Total producto = %

Ya en la tercera sección, se comienza con un despliegue de las funciones que componen el sistema de producto, organizándolas en subgrupos en donde se consigna cada una de las acciones o prestaciones que han de ser evaluadas (columna N°1). Para cada una de esas prestaciones que han de ser medidas, se procede con la fijación de parámetros o escalas numéricas de modo de contar con una referencia objetiva para proceder con la calificación. En este sentido se crea una columna (la N°2), que fija un valor o puntaje de jerarquización (Pj.), que es el que estima el grado de importancia que cada una de las funciones tiene para el sistema, teniendo una escala nominal de uno (1) a cinco (5). Siendo 1, el que expresa el más bajo de los grados de importancia, hasta el 5 que es el que estima el mayor nivel de interés de esa prestación para el sistema de producto.

La columna N°3, permite la evaluación en específico de cada una de las funciones que componen el sistema, teniendo como escala de calificación los valores fijados en la columna N°2. Por lo que se procede con la votación (Vot.)²² tenien-

²² Se espera que las Votaciones ejecutadas, no superen el rango dado por el Valor o Puntaje de Jerarquización (Pj.). Lo anterior determinaría una sobre votación que llevaría a concluir que lo que se está evaluando va más allá de lo esperado para que el sistema de producto funcione de manera correcta. Por lo que se estimaría como un sobre diseño y si es que se procede con rigurosidad en el proceso, se debiera consignar como tal la evaluación final del producto, acusando la falla del sistema.

do en cuenta un rango que va desde lo muy mal resuelto (1), hasta lo óptimo en cumplimiento de la prestación y su resolución en el producto, vale decir muy bien resuelto (5). Ya en la columna N°4 de la matriz, se procede con el inicio de los cálculos numéricos para llegar a obtener evaluaciones en puntos porcentuales²³, que posteriormente llegarán a ser traspasados a modo de indicadores funcionales. Para lo anterior, se agrupa en dicha columna, la sumatoria ideal de cada subsistema (Σi) y que surge a partir de la suma de todos los valores o P_j al cuadrado (P_j^2); así mismo, en la columna N°5, se muestra a la votación real (V. Real) que es la que reúne la sumatoria real (Σr) de todos los productos dados entre el P_j establecido para cada función del subsistema y su votación correspondiente ($P_j \times \text{Vot.}$). Ambas sumatorias son útiles para obtener el porcentaje (%) de cumplimiento de dicho subsistema – así como de cada función – aplicando una operación de proporcionalidad, lo que puede ser registrado en la columna N° 6, y que en términos simples, dicho % representaría el grado de conformidad, factible de manifestar con las prestaciones funcionales de todo el subsistema. No obstante, lo anterior, también se puede consignar a modo de balance funcional general del producto, su cumplimiento total (en %), relacionando los sumatorios totales ideales del producto (Σti) con las sumatorias totales reales del mismo (Σtr).

Finalmente, en la columna N° 7, se observa la selección de las funciones que fueron evaluadas y que de manera más directa, podrían ser relacionadas con ciertos criterios ambientales que debieran considerarse para el desarrollo del proyecto. Se estima para tal efecto, asociar el 100% de rendimiento a nivel funcional con una escala de puntaje de 1 a 10, vale decir un punto es asociable a diez puntos porcentuales (1=10%).

- Subsistema C. Especialista medioambiental: C4. Matriz de Recuperabilidad del Producto y Criterios de Evaluación.
La matriz C4 (tabla 27), establece un análisis del producto respecto de las capacidades que posee desde su concepción, para poder ser desmontado y en ese proceso gestionar eficientemente el acceso a sus componentes para su recuperación mediante el reciclaje.
Dicho análisis, levanta una calificación desde la perspectiva del FVP y en lo particular desde el DfD; entendido como la factibilidad de inicio presente en el sistema de producto, para evitar la separación destructiva de sus componentes,

²³ El método que se ocupa es a partir de una adaptación de la propuesta hecha por Ulrich & Eppinger (2009) para la fase de evaluación y selección de alternativas en el método de cinco pasos para la generación y selección de conceptos.

contribuyendo así a la minimización de desperdicios al final de su vida útil, abriendo espacios para su recuperación futura (Abuzied et al., 2020; Chiu y Okudan, 2010).

Como todas las matrices anteriores, la estructura de la misma, define a las dos partes iniciales como las que comunican los datos del proyecto en general y las responsabilidades asumidas para el proceso que se encarga. La tercera parte, es la que determina la fase de evaluación y es la que facilita el levantamiento del indicador de recuperabilidad. Por lo que las primeras columnas de dicha parte, establecen un registro pormenorizado del producto logrando identificar los subsistemas operativos que lo constituyen (mecanismos y partes que determinan el funcionamiento); sus componentes y el número presente de cada uno ellos; el material con el cuál fue manufacturado cada componente; el número total de componentes por sistema; el número total de materiales presentes en el producto y finalmente el registro de los sistemas de unión que permiten su montaje.

Tabla 27. Matriz de evaluación recuperabilidad. C4. y criterios para su evaluación. Fuente: elaboración del autor

[illegible]

El criterio aplicado para la obtención del puntaje final, establece un diagnóstico favorable, si es que para cada una de las variables a medir se detectan bajas externalidades. Vale decir, para el caso del Número de Componentes, la puntuación es máxima (10 puntos) si es que el número de ellos es relativamente bajo (hasta 5 piezas); se logrará una puntuación media (5 puntos), si es que se presentan desde 6 hasta 10 componentes y se obtendrá una baja puntuación, si es que el número de componentes es alto (más de 10 piezas). Lo anterior resulta válido también – respecto del punto de vista utilizado – para las dos variables restantes, es decir, el Número de Materiales y los Sistemas de Unión que constituyen el sistema general (ver tabla de criterios adjunta en tabla 27). Por último, para el caso de la definición del puntaje final que determina el indicador de Recuperabilidad y en consecuencia la elaboración de la Matriz C4., se procede a calcular mediante el promedio de los tres puntajes previos, que cada una de las variables pudo obtener como calificación.

- Subsistema D. Diseño Industrial: D1. Matriz de Ponderación de Estrategias de Ecodiseño.

Como una instancia para la determinación de un escenario probable a partir del análisis del producto, así como, de la posibilidad de abrir ciertas oportunidades para la aplicación de medidas de mejoras respecto de su desempeño ambiental, se propone para el subsistema D. del modelo, una matriz que establece en primera instancia la relación entre los indicadores levantados y ciertas estrategias de ecodiseño. Dicho vínculo, se resuelve como una forma de entregar un diagnóstico del panorama actual que tiene el producto en evaluación, en ponderación con determinadas exigencias ambientales para brindar un estado de las cosas y visualizar de esta manera, cuál es el espacio por recorrer para avanzar en dichas mejoras. Estos principios y reglas son asumidos desde el estudio propuesto por la Universidad de Delft por Brezet y Van hemel (1997) en Países Bajos, el que plantea ocho (8) estrategias de diseño y que son estructuradas en la denominada Rueda Estratégica de Ecodiseño o *LiDS Wheel (Life-Cycle Design Strategy Wheel)*. Su aplicación, ha servido a diversos autores, como parámetro para fijar mediciones respecto factores relevantes en términos ecológicos. Asumiendo dichas estrategias, como una instancia para agrupar incertidumbres que el diseño de productos con perspectiva ambiental debiera considerar, usando así dichos antecedentes, como insumo válido para la elaboración de nuevas propuestas de diseño (Liu y Zhao, 2020; Rungtuttapakorn y Wongwatcharapaiboon, 2020; Zhang y Li, 2019; Diago et al., 2019; Singh y Sarkar, 2019; Carey et al., 2019).

La tabla 28, muestra la Matriz D.1, la cual cruza las ocho estrategias de ecodiseño con los indicadores levantados en las fases previas. El análisis que se deriva es procesado por el Subsistema Diseño Industrial del modelo general propues-

to y su ponderación es factible de estimar como diagnóstico del producto en evaluación.

Dicho análisis, nace a partir de la concurrencia entre cada una de las variables dispuestas por indicador y las estrategias de ecodiseño; variables que, en pos de hacer efectiva la medición, van asociándose de acuerdo con la cercanía y pertinencia del tópico con las posibles ocho mejoras ambientales revisadas en la columna N° 1. Por lo que cada coincidencia lograda, se expresa con el puntaje del indicador obtenido previamente, el cual, en sumatoria con los demás puntajes de las siguientes variables, permiten calcular el promedio final por cada una de las ocho estrategias. Promedio que se constituye en información relevante para la formulación de la Matriz D2., que es la que permite finalmente, la visualización del diagnóstico general en donde se sitúa el producto y el escenario potencial para el desarrollo de posibles mejoras.

Tabla 28. Matriz ponderación indicadores y estrategias de ecodiseño. D1. Fuente: elaboración del autor.

Logo y nombre de empresa	MATRIZ INDICADORES Y ESTRATEGIAS ECODISEÑO	Estado del encargo: Inicial / Intermedio / Final	D1				
PRODUCTO: (Nombre del Producto a evaluar)		RESPONSABLES:					
Imagen del Producto	Descripción funcional: (Descripción general del producto a evaluar, para el reconocimiento básico de las prestaciones más relevantes)	A cargo: (Nombre Jefe de proyecto) Departamento receptor: Gestión de Proyecto Profesional a cargo: (Nombre del profesional a cargo)	Departamento Origen: Diseño Industrial				
ESTRATEGIAS DE ECODISEÑO		IND 1	IND 2	IND 3	IND 4		
	Material	Reciclabilidad	Peligrosidad	Energía uso	Usabilidad	Recuperabilidad	Promedio
0. Desarrollo de un nuevo concepto				X	X		
1. Materiales de bajo impacto	X	X	X			X	
2. Reducción del uso de materiales	X						
3. Técnicas para optimizar la producción		X	X			X	
4. Optimización del sistema de distribución					X		
5. Reducción del impacto durante su uso				X			
6. Optimización de la vida útil							
7. Optimización del sistema de fin de vida		X	X		X	X	

- Subsistema D. Diseño Industrial: D2. Matriz de Diagnóstico y Escenario de Posibles Mejoras.

El resultado del cruce de las estrategias de ecodiseño, con los indicadores levantados en las evaluaciones preliminares es asumido por el subsistema diseño industrial, el cual se procesa como un diagnóstico del producto. Dicho escenario es factible de ser representado esquemáticamente, por lo que se aplica un gráfico de tipo radial que en definitiva es el similar al desarrollado por Brezet y Van hemel (*LIDS Wheel*) y que sintetiza ciertas problemáticas ambientales en ocho estrategias de ecodiseño jerarquizadas en escala de uno a diez (tabla 29).

Reconociendo de esta forma cada uno de los promedios obtenidos, como la interpretación de los distintos espacios de mejora, en los que se debiera trabajar para ir avanzando en la optimización ambiental²⁴. Se inicia así, el planteamiento preliminar de ciertas propuestas, que eventualmente pudieran ir alineándose con las necesidades expresadas por el mandante y asumidas como limitantes válidas asociadas al proyecto. Lo que, en concordancia con las oportunidades detectadas por la evaluación del producto, favorecerían la priorización de las ideas propuestas, debido a la viabilidad de implementación inmediata, así como también, visualizar áreas futuras en donde proceder con un proceso de mejora continua (Luga et al, 2017; Brones et al., 2017).

Tabla 29. Matriz de diagnóstico y escenario de posibles mejoras. D2. Fuente: elaboración del autor.

Logo y nombre de empresa		DIAGNÓSTICO Y ESCENARIO DE POSIBLES MEJORAS		Estado del encargo: Inicial / Intermedio / Final	D2
PRODUCTO: (Nombre del Producto a evaluar)		RESPONSABLES:			
Imagen del Producto	Descripción funcional: (Descripción general del producto a evaluar, para el reconocimiento básico de las prestaciones más relevantes)	A cargo: (Nombre Jefe de proyecto) Departamento receptor: Gestión de Proyecto Profesional a cargo: (Nombre del profesional a cargo)	Departamento Origen: Diseño Industrial		
Ítem	Promedio	Propuesta	Conclusiones por Ítems		
0. Desarrollo de un nuevo concepto					
1. Materiales de bajo impacto					
2. Reducción del uso de materiales					
3. Técnicas para optimizar la producción					
4. Optimización del sistema de distribución					
5. Reducción del impacto durante su uso					
6. Optimización de la vida útil					
7. Optimización del sistema de fin de vida					

²⁴ Es preciso señalar que de acuerdo a lo previsto por el modelo propuesto, los espacios de mejora deben ser ponderados respecto de las distintas características y posibilidades declaradas por el mandante. Asumiendo que independientemente de lo que pueda puntuar el panorama diagnóstico, también es necesario analizar para un correcto desarrollo del proyecto, los requerimientos planteados como perentorios por el S. E, sus legítimos intereses o bien las necesidades de mejora incremental con las cuales de momento ha decidido comprometerse dicho mandante.

- Subsistema D. Diseño Industrial: D3. Selección y Desarrollo de Propuestas según requisitos.

La Matriz D2. permite ir avanzando en la determinación de cierto número de alternativas derivadas de las debilidades del producto en análisis, no obstante, estas, debieran ir acomodándose a ciertas especificaciones de diseño, que en definitiva son las que expresan la viabilidad de implementación de la misma y las condiciones dadas en contexto, para hacerla efectiva. En este sentido, aspectos como los relativos a la operación o funcionamiento del producto y la implicancia de esta variable en su optimización ambiental; o bien, especificaciones vinculadas con los factores técnicos de fabricación/montaje y como estos favorecen la minimización de las externalidades ambientales; así como también, las exigencias normativas reglamentadas y declaradas por la institucionalidad, se convierten en los elementos de juicio que contribuyen en la definición y jerarquización de determinados criterios, los que acompañarían de una manera más objetiva, el proceso de selección de propuestas conceptuales y posteriormente su desarrollo a nivel de diseño de detalles.

La Matriz D3. (tabla 30) tiene como finalidad, facilitar el proceso objetivo de la selección de las alternativas mejor posicionadas, debido al cumplimiento de las necesidades de mayor importancia, definidas e impuestas como requisitos indispensables para la optimización regulada del producto y en conformidad con el mandante.

El instrumento en su estructura, además de consignar los datos del proyecto en general y los responsables del desarrollo de esta etapa, plantea en tercera instancia, el levantamiento de estos requisitos o criterios, los cuales facilitarían la conducción en el proceso de selección de alternativas planteadas por el equipo (o sub sistema) de Diseño Industrial. Dichos criterios de optimización, son los que pueden establecerse a partir de las falencias reveladas por los análisis previos y que también se alinean con las estrategias de ecodiseño que se estimen para el proyecto. En este sentido, se espera que dichos requisitos no sean del todo numerosos, sino más bien acotados y que logren sintetizar los aspectos fundamentales y requeridos para la mejora del producto.

La columna N°2, se destina para fijar un valor en términos porcentuales de cada criterio y que ayuda a darle una jerarquía o peso, en términos de importancia que debiera tener el mismo, con el sistema producto²⁵. Así, se avanza con la fase de evaluación de cada una de las mejores propuestas conceptuales de diseño elaboradas por el equipo desarrollador; por lo que cada concepto a calificar, contará con dos columnas destinadas a consignar la ponderación

²⁵ Para la propuesta del instrumento D3., se decide aplicar el procedimiento adaptado por lo propuesto por Ulrich & Eppinger (2009) y que es ocupado para la fase de evaluación y selección de alternativas en el método de cinco pasos para la generación y selección de conceptos; el cual ya fue utilizado en la investigación preliminar N° 4 de la Tesis que aquí se presenta.

obtenida. Por un lado, se mide cada criterio establecido para el proyecto, dándole una nota con escalas que pueden ser relativas y en razón de las necesidades o preferencias del equipo de diseño (de 1 a 7 o de 1 a 10 por ejemplo); y por otro lado, se cuantifica dicha ponderación, a partir del producto del valor con la nota asignada por cada criterio de la propuesta conceptual en cuestión ($\text{Valor \%} \times \text{Nota} = \text{Ponderación}$).

Tabla 30. Matriz de selección de propuestas de Diseño. D3. Fuente: elaboración del autor.

Logo y nombre de empresa		MATRIZ SELECCIÓN DE PROPUESTAS DE DISEÑO				Estado del encargo: Inicial / Intermedio / Final		D3	
PRODUCTO: (Nombre del Producto a evaluar)		RESPONSABLES:							
Imagen del Producto		Descripción funcional: (Descripción general del producto a evaluar, para el reconocimiento básico de las prestaciones más relevantes)		A cargo: (Nombre Jefe de proyecto)		Departamento Origen: Diseño Industrial			
				Departamento receptor: Gestión de Proyecto					
		Profesional a cargo: (Nombre del profesional a cargo)							
		Imagen		Imagen		Imagen		Imagen	
		Concepto (A)		Concepto (B)		Concepto (C)		Concepto (x)	
Criterios de selección	Valor (%)	Nota	Ponderación	Nota	Ponderación	Nota	Ponderación	Nota	Ponderación
Criterio (1)									
Criterio (2)									
Criterio (3)									
Criterio (n)									
Total puntos									
Selección									
¿Elige?			Si / No		Si / No		Si / No		Si / No

Finalmente, la suma total de todas las ponderaciones de los criterios evaluados, determinará un puntaje por alternativa conceptual de diseño que resolverá el lugar obtenido, entendiéndose que, la opción que haya logrado el puntaje más alto, es la que queda en lugar privilegiado para ser considerada como alternativa válida para ser desarrollada, a nivel de diseño de detalle. Dichos datos se pueden anotar en las últimas filas de la matriz, considerando esto, como la etapa final desde el punto de vista analítico ambiental. Por lo que los procesos que siguen, en términos de un trabajo proyectual más acabado desde la perspectiva del diseño industrial de productos, podrán ser aplicados por los distintos equipos desarrolladores en razón de su pertinencia, experiencia o comodidad; no obstante esto, la definición en específico del mismo, no se considera como un espacio de estudio para el modelo propuesto. Sin embargo, el fruto de dicho trabajo es evacuado a nivel *Output* hacia el S.E, pudiendo previamente ser consensuado con los distintos subsistemas del S.I y de sobremanera con el subsistema A, que es el que determina la Gestión del Proyecto.

6

Conclusiones de la tesis

6.1. Introducción

El siguiente apartado, tendrá como propósito el poder presentar las consideraciones de mayor interés obtenidas a partir de la evaluación de las principales instancias abordadas en el trabajo consignado, así como, de las distintas contribuciones eventualmente logradas sobre la base del desarrollo del mismo. Para lo anterior, se comenzará con la revisión de los elementos guía, que se han establecido para poder dirigir la investigación en general, vale decir, la hipótesis y las interrogantes que sustentan la premisa, y el objetivo general y específicos con los respectivos logros que han podido alcanzarse en el transcurso de su puesta en marcha.

En seguida, será de interés la entrega de una revisión ponderada de los distintos aportes producto del trabajo de investigación en general y de los distintos aspectos que quedan aún pendientes o no del todo abordados en dicho proceso. Identificándose aquello, como un punto de inicio para el avance en investigaciones futuras o posibles proyectos, que puedan eventualmente tener en cuenta los resultados presentados como un válido insumo para su implementación.

6.2. Revisión de hipótesis y objetivos iniciales de tesis

6.2.1. Sobre la hipótesis

La premisa que ha podido establecerse, ha servido para ir explorando de forma progresiva el proceso general de la investigación planteada. Asumiéndola desde una perspectiva mixta para el avance del estudio, enfocándose específicamente en el levantamiento de información mediante la búsqueda y revisión sistemática, así como, en la recogida de datos desde el punto de vista cuantitativo y cualitativo.

Considerando que la hipótesis se planteaba como:

El diseño dentro de un modelo económico circular y regenerativo, supone una gran oportunidad en el ámbito académico y empresarial. Por lo que la preparación estratégica de todos sus actores para dicho escenario permitirá la correcta y oportuna toma de decisiones en todas las fases asociadas a productos y servicios sostenibles.

Es factible estimar que la premisa aludida, es y sigue siendo una oportunidad real para poder generar propuestas, que vayan en la dirección de la disminución de brechas para la integración del mundo de la academia y la empresa, como activos actores en la temática ambiental. Sobre todo, en el contexto latinoamericano y en lo particular en el caso de Chile, donde se puede reconocer avances en el ámbito normativo institucional respecto de la temática, pero desconexiones evidentes para hacerse cargo de las mismas, si es que se ha de trabajar en proyectos de desarrollo de productos que requieran énfasis en el DS.

En este sentido, el diseño se torna en un efectivo vehículo que – desde la perspectiva del trabajo proyectual que le es propio – permita ir instruyendo de manera práctica en el ejercicio para la formulación de escenarios diagnósticos, así como, en la capacidad de poder alinearlos con los diversos requisitos que imponen tanto la institucionalidad ambiental, pero también, los intereses propios del incumbente que hace realidad la viabilidad del producto, la producción y finalmente la empresa. Por lo que es dable asumir que, la hipótesis plantea una necesidad aún presente en el concierto mundial y por sobre todo en la coyuntura ambiental del país.

La preparación estratégica sugerida por la premisa en cuestión, sin duda que se hace cargo desde un plano ideal, de las necesidades potenciales que debieran declararse por todo espacio profesional, asociado al diseño sostenible de productos. De sobremañera, a las llamadas a ser realizadas por la empresa de manufactura en calidad de urgentes, y asociables al cumplimiento de cualquier regulación ambiental. Sin embargo, la simple declaración de intenciones o bien, la identificación de una necesidad potencial, parecieran no ser suficientes para gatillar un interés general respecto del tema. O al menos, se hace patente la distinción de un cierto nivel de reticencia, producto de un

sinnúmero de variables a atender (económicas, técnicas, regulatorias, etc.), que el trabajo desarrollado, no ha abordado en profundidad y que sin duda podrían convertirse en el objetivo eventual de otro proceso de investigación. Enfocado este específicamente, en las causalidades de implementación, de un determinado modelo didáctico ambiental y las posibilidades presentes para aquello.

No obstante, el planteamiento teórico de un modelo para la didáctica proyectual del diseño – con miras hacia una lógica circular – ya puede ser considerado una apuesta atendible, considerando que es un primer paso desde el punto de vista instruccional, pretendiendo inducir hacia las prácticas sostenibles, desde una perspectiva sistemática, flexible y simplificada. Lo anterior, en un escenario (realidad académica y productiva nacional) donde todavía la relación entre las tomas de decisiones de diseño, las metodologías ambientales y la exigencia normativa, pueden apreciarse del todo desvinculadas, incidiendo directamente en la definición de soluciones equivocadas, que a la postre terminan constituyendo un costo (funcional, productivo o económico) mayor que incluso, el costo que supone la implementación efectiva de dichas prácticas.

6.2.2. Acerca de las preguntas de investigación

En inicio fueron planteadas cuatro interrogantes, que ayudaron a establecer de manera explícita los distintos aspectos de interés que – en conjunto con la hipótesis presentada – el trabajo de tesis proponía investigar. Dicha orientación, además de poder abrir espacios en términos temáticos y de potenciales contenidos con los cuales abordar la investigación, también resultó efectiva para ir organizándola mediante etapas, facilitando así, la estructuración de esta. En consideración de lo anterior, es factible proceder con el desarrollo de algunas respuestas que, en su fundamentación, permitan finalmente ponderar el trabajo hasta ahora expuesto.

- a) Para la interrogante inicial, respecto de la factibilidad de incorporar con urgencia la lógica de pensamiento ambiental a nivel país, por ser considerada como un factor fundamental para un potencial desarrollo económico y social, la respuesta que puede establecerse, es afirmativa. Dicha aseveración se funda principalmente en dos ejes principales; por un lado, la necesidad de ir cumpliendo con las distintas medidas de tipo ambiental con las cuales la institucionalidad chilena ha venido comprometiéndose (normas, leyes, reglamentos en general a nivel nacional) e incluso alineándose a nivel internacional con tratados, acuerdos globales y/o regionales, que terminan por condicionar la actividad productiva nacional y por ende el desarrollo económico en un país con tanta apertura en torno a su balanza comercial; y en segundo término, se encuentra la variable devenida de la realidad chilena como país eminentemente productor de materias primas. Situación que, pone a los distintos sectores productivos en un pie de alerta respecto de cómo se va gestionando a futuro, los cada vez más escasos recursos, en busca de la sostenibilidad futura de dicha actividad. Por lo

que cobra valor, el hecho de ir posibilitando un rápido cambio de paradigma respecto de la matriz productiva energética, atendiendo por sobre todo a la innovación en tecnologías limpias (hidrógeno verde, energía solar, eólica, etc.). Así mismo, girar hacia la explotación de recursos preferentemente renovables; en donde la visión bio económica²⁶ debiera ir asumiéndose en un corto plazo como predominante, especialmente en consideración a la riqueza de recursos naturales producto de las características y ventajas comparativas del territorio. Por último, la transformación de la industria extractiva chilena hacia una gestión más eficiente. Permitiendo a través de la innovación tecnológica, una mejor gestión de los recursos, insumos y residuos (ahorro de agua, optimización de línea de producción, reducción de mermas, etc.) haciendo realidad la rentabilidad económica y competitividad comercial, sin comprometer los recursos a futuro.

- b) La segunda pregunta, plantea la posibilidad de implementar prácticas proyectuales con énfasis ambiental y territorialmente apropiadas, como impulsoras de la innovación, competitividad, la eficiencia y la rentabilidad empresarial dentro de una visión económica y productiva con una marcada lógica circular; la respuesta ante dicha interrogante puede considerarse como afirmativa. Lo anterior, considerando que no basta con el cumplimiento general de la normativa vigente, o bien, producir bajo una visión eficiente desde el punto de vista ambiental. Sino que, además, resulta gravitante poder aplicar prácticas desde el diseño, factibles de ser sistematizadas, registradas y cuantificadas. Por lo que, atender a procedimientos aplicables desde la concepción inicial del producto, sin duda que tendería a favorecer la trazabilidad del proyecto, permitiendo su medición y evaluación continua, abriéndose en consecuencia a conceptos de mayor calidad, asociable a la también reducción progresiva de los distintos impactos o externalidades ambientales. Siendo dichos atributos, factores que a la postre, incidirán en la menor utilización de recursos (materiales y energéticos), mayor productividad y competitividad, un mayor crecimiento y bienestar, ratificando por tanto las ventajas del paradigma circular.
- c) En el caso de la tercera pregunta de tesis, que hacía mención respecto de la razonabilidad que las compañías dedicadas al desarrollo de productos y servicios pudieran avanzar hacia una mirada sistémica, de sus procesos productivos en búsqueda de soluciones ambientalmente eficientes en todos sus ciclos de vida,

²⁶ La bio economía puede entenderse como el desarrollo productivo a partir de recursos eminentemente biológicos y con características renovables. Así como también, la puesta en valor de los flujos de desechos obtenidos desde dichos recursos, transformándolos en productos. Para una mayor profundización del tema, se recomienda revisar a Stegmann et al., 2020; Giampietro, 2019; Carus y Dammer, 2018; D'Amato et al., 2017.

la respuesta ha podido responderse afirmativamente, pero solamente de manera parcial. Lo anterior, se funda principalmente en la aspiración y los buenos propósitos que, de manera ideal, la sociedad, la institucionalidad vigente e inclusive las mismas empresas pueden actualmente declarar. Situación que establece una buena atmósfera de inicio, que sin duda ayuda a apurar las diversas implementaciones necesarias para la implantación de procesos eficientes desde la perspectiva medioambiental, y crea además un escenario del todo receptivo a cualquier iniciativa que pudiera ir en esa dirección, en términos de colaborar en la simplificación de las distintas adaptaciones que se hagan necesarias para obtener dicho objetivo. La limitación, puede ser advertida en las complejidades que reviste el funcionamiento sistémico de los distintos actores que pueden identificarse, a lo largo de toda la cadena de valor de un producto y servicio. Condición que resulta del todo explicable, en la medida de poder identificar prioridades muchas veces dispares de todas las partes involucradas (*Stakeholders*), dificultades económicas ante los requerimientos de innovación o reconversión tecnológica, la falta de personal calificado al interior de las empresas para aquello, o la escasez de programas públicos dedicados a la orientación para la consecución de logros ambientales; o también, la poca claridad de la institucionalidad ambiental en la puesta en marcha y fiscalización del cumplimiento de la normativa ambiental, tan sólo por precisar algunas razones que concurren como impedimento.

Lo anteriormente señalado, sin duda que, ralentiza la activación integral de todo un ecosistema productivo con perspectiva ambiental, pero no significa que no sea una aspiración razonable y sobre todo perentoria. Coyuntura, que exhorta al mundo académico y profesional en la búsqueda de puentes que vayan en favor de la sostenibilidad ambiental.

- d) Para responder la cuarta interrogante de tesis, respecto de la posibilidad de implantar a nivel país, el concepto y metodología de ecodiseño a partir de la aplicación simplificada de instrumentos, en el ejercicio académico, profesional y su consiguiente traspaso al sector empresarial; la respuesta es del todo afirmativa. Por lo que, para poder obtener una fundamentación plausible, se hace necesario en principio repasar las tres respuestas previas; observaciones que evidentemente permiten ratificar, el manifiesto imperativo de encontrar espacios para la integración de instrumentos y procedimientos, que simplifiquen la transición hacia las prácticas sostenibles. Necesidad que cobra mayor relevancia en Chile, en donde pareciera que la institucionalidad ambiental avanza a pasos agigantados (ley REP o la ley 21.368 acerca de los plásticos de un solo uso, por ejemplo), respecto de las posibilidades de cumplimiento que pueda tener la mayor parte del sector productivo del país. Abriéndose brechas, que al menos en el caso de la micro, pequeña y mediana empresa, parecen aún insalvables, y les tomará un buen tiempo en poder cubrirlas. En este sentido, la

preocupación constante de la academia por dicha necesidad es vital, por ser el primer eslabón de innovación, investigación, desarrollo y divulgación con el cuál los sectores empresariales podrían vincularse en principio. La generación de programas, el establecimiento de alianzas estratégicas o la transferencia tecnológica, son oportunidades que a primera vista han de ser aprovechadas, y de esta forma ir procurando instancias que de manera simplificada, permitan ir aproximándose razonablemente al paradigma sostenible; o como en este caso, al concepto y metodologías del ecodiseño.

6.2.3. Acerca de los objetivos consignados

6.2.3.1. *Objetivo general.*

Para el objetivo general, que proponía un modelo evaluativo-procedimental, orientado a la práctica didáctica en programas, carreras y actividades proyectuales en general, y que permitiese la sistematización desde una perspectiva circular y ecoeficiente la planeación de productos; es posible ponderar el propósito como logrado.

Lo anterior puede sustentarse en el hecho que, se consiguió proponer de manera efectiva un modelo con sus correspondientes instrumentos o herramientas, considerando las necesidades proyectuales académicas y formativas de la especialidad. Así como también, para poder ser incorporado en la *praxis* de la actividad profesional de diseño, principalmente la que logra vincularse de manera directa con el sector empresarial, la que estima necesidades expresas para la mejora ambiental de sus productos o de sus procesos.

Si bien es cierto, la propuesta que consigna este trabajo de tesis aún amerita ajustes y mejoras que se lograrán en la medida de poder establecer continuas comprobaciones, que habiliten su validación final, su puesta en marcha ya arroja resultados de interés que se hace necesario relevar. Uno de estos, es la visión sistémica que asume el modelo, y que permite la interacción de los distintos actores, sus roles y procedimientos para poder abordar proyectos con diversos requerimientos ambientales. Lo que cambia (de manera positiva) la forma de ir afrontando dichos desafíos desde una mirada sistemática. Permitiendo en esta lógica, valiosas cuantificaciones de cada etapa incluso antes de su implementación, empatizando con las naturales aprehensiones manifestadas por el sector empresarial (sobre todo Pymes), respecto de los costos de implementación y de las dificultades para aquello.

Otro punto de interés y que se debe destacar, es la naturaleza del modelo que aunque estar basado en la metodología general del ecodiseño (14.006: 2011), propone instrumentos de sencilla aplicación – pero no por eso irrelevantes – que habilita en el reconocimiento de evaluaciones que en sí son complejas (matrices MET, ACV, Inventarios, etc.) y logrando indicadores de aplicabilidad directa para el trabajo de diseño industrial, sin perder de vista de este modo, los métodos propios de dicha especialidad.

6.2.3.2. Objetivos específicos.

- a. *Guiar la selección de las distintas corrientes de pensamiento, métodos y herramientas factibles de ser aplicadas en el trabajo proyectual con lógica sostenible, a través de la ejecución y ponderación del estado del arte referente al ámbito en cuestión.*

Logrado. La visión sostenible y en lo particular la relativa a la cuestión medio ambiental, sin duda que se ha ido constituyendo y enriqueciendo en el tiempo, a partir de la integración de innumerables enfoques y puntos de vista. Por lo que en razón de las distintas variables y complejidades propias de los escenarios sociales y económicos en donde ha de ser procurada, se consideró de importancia una revisión inicial de la literatura, con el fin de poder ponderar conceptos, definiciones varias, referentes históricos y de pensamiento en general, con la idea de favorecer la determinación de un modo en específico con el cuál poder proceder, para la obtención del propósito general planteado en inicio.

El presente trabajo de tesis ofrece una compilación ordenada de dicha información, ayudando en el entendimiento general de la temática, pudiendo vincular desde los paradigmas económicos y productivos, o aspectos sociológicos ligados al consumo, hasta la participación de la disciplina del diseño en la implantación del modelo económico vigente. Para dar espacio posteriormente y de manera lógica, a las distintas manifestaciones teóricas implementadas como respuesta al problema ambiental, producto de todas las externalidades devenidas de una visión de crecimiento, meramente mecanicista. Dichos contenidos, han sido seleccionados y dispuestos con la intención de que cualquier lector pueda adentrarse en la temática sin mayores complejidades, evidenciando a su vez, las virtudes de la perspectiva sostenible, como instancia viable para acceder a un mejor desarrollo en el futuro.

- b. *Caracterizar las habilidades cognitivas requeridas en función del cotejo de las necesidades y requerimientos de aprendizaje medioambiental que plantea la contingencia. Identificando para tal efecto, referencias metodológicas y modelos ya aplicados, considerando fuentes de primera mano: perfiles formativos en escuelas y universidades; programas de formación de posgrado y formación empresarial; y actividades proyectuales desarrolladas por consultoras, profesionales e investigadores ligadas al desarrollo de productos y servicios.*

Logrado. Se ha podido avanzar en la identificación de las diferentes metodologías existentes en torno al ecodiseño a nivel mundial y sus distintos procesos de implementación universitaria, profesional y sectorial. Si bien es cierto, esto ha sido a partir de una

extensa revisión a nivel de estado del arte en torno al tema, se decidió además, indagar de manera directa a nivel nacional, las características principales de la formación universitaria actual asociada al diseño industrial, y como se está asumiendo la cuestión medioambiental. Lo anterior, se constituyó como una suerte de panorama diagnóstico preliminar, respecto de las condiciones presentes ante la integración de métodos y estrategias didácticas aplicadas para desarrollar productos sostenibles.

Los resultados obtenidos, permitieron el reconocimiento de un escaso manejo teórico de la temática y una notoria debilidad para poder aplicarlos de manera práctica en proyectos de diseño. Condicionando de esta forma, el futuro traspaso de dichas competencias al mundo profesional y de manera directa al *Know How*, que debiera ir aquilataando el sector productivo empresarial, para avanzar en los cambios requeridos por la normativa ambiental. Dicha realidad, finalmente abre espacios que de forma perentoria hay que asumir, propiciando la labor académico-investigativa en torno al tema, si es que a fin de cuentas, se quiere persistir en la labor de hacer realidad los distintos objetivos, que permitan los cambios procurados para la mitigación de la crisis ambiental y de recursos naturales en la cual estamos aún situados.

- c. *Establecer un modelo evaluativo a partir de la metodología del ecodiseño, para la planeación de productos circulares. Tomando como referencia ciertas características y requerimientos generales de la empresa chilena, fundamentalmente la pequeña y mediana empresa.*

Logrado. El trabajo de tesis ha posibilitado el desarrollo de un modelo, pensado particularmente en la práctica del DS, aplicando para ello metodologías derivadas del ecodiseño y articuladas desde una lógica económica-productiva circular. Lo anterior, es factible sustentarlo en el hecho de que han sido considerados para su puesta en práctica, procedimientos viables para ejecutar de una forma simple, parcelada y sistemática. El modelo planteado, se ha ido moldeando debido a las principales limitaciones declaradas por el empresariado nacional, sobre todo en los aspectos relativos al manejo técnico y su relación con la normativa vigente. Además, de la incapacidad asumida por el sector – sobre todo las Pymes – de poder hacerse cargo de la generación de propuestas innovativas desarrolladas a partir de los requerimientos ambientales y su implementación, considerando para ello soluciones de diseño y obviamente la tecnología.

Si bien es cierto, las acciones de validación preliminar del modelo con la empresa, han permitido un trabajo conjunto, que puede considerarse aún como una implementación piloto, es factible determinar que, el grueso de la estructura del sistema y su simplicidad de aplicación – resultado de la orgánica de cada una de sus etapas – facilitan el reconocimiento de ciertos instrumentos complejos de la metodología del ecodiseño y permiten asociarlos a respuestas de diseño de alto interés para la empresa, así como, propuestas que dialogan con las condicionantes de bajo impacto ambiental demandadas por la institucionalidad vigente. Dicho prototipo, además, queda en pie de seguir complementándose, dada la flexibilidad que presenta su estructura. Siendo de interés la

integración de nuevos instrumentos en cada una de sus etapas, el levantamiento de otros indicadores, o incluso, la posibilidad de acceder a otros proyectos que tengan como objetivo la sostenibilidad ambiental; estimándose finalmente que, el mismo modelo que declara favorecer la mejora continua, en cada uno de los proyectos que aborda, también queda afecto a una revisión permanente de cada una de sus etapas y procesos.

- d. Validar modelo metodológico propuesto, mediante ensayos en investigaciones o estudios de casos, como un modo de testear los alcances de este.*

Logrado. La investigación ha avanzado en paralelo con la búsqueda de la formulación de una propuesta de modelo, que ha ido construyéndose en base a distintas pruebas preliminares de instrumentos, procedimientos y distintos ensayos que han permitido ir mejorando y simplificando su ejecución, en búsqueda de una aplicación más apropiada y efectiva respecto de los contextos en donde ha de utilizarse.

Lo anterior, es posible estimarlo en la medida de poder ir revisando cada uno de los artículos, que se compendian en la tesis acá presentada. Y cómo, cada uno de los tres que han sido consignados, tributan en instancias relevantes del proceso, sirviendo como punto de partida para la configuración del modelo en cuestión.

Los testeos han podido desarrollarse en el ámbito académico, y han logrado establecerse pruebas en proyectos con objetivos meramente formativos y temáticas de interés a nivel de aula universitaria. Así como también, desde la misma universidad, se han propiciado acciones de cooperación con distintas empresas de interés para el tenor de la investigación (Pymes regionales), ejecutándose proyectos, bajo necesidades y requerimientos expresados por el mandante, correspondiéndose estos, con los solicitados en un producto real.

Los resultados sirvieron en primera instancia para poder configurar y establecer las etapas mismas del modelo, los subsistemas correspondientes y sus interrelaciones. Pero además, ha permitido definir alcances, profundidades en los análisis y complejidades comprometidas, que hicieron posible organizar una propuesta con un mayor nivel de flexibilidad y operatividad, independiente de la solicitud declarada y del contexto en donde ha de ser aplicada.

- e. Evaluar el modelo alcanzado, permitiendo su aplicación tanto a experiencias empresariales, como formativas. Estableciendo como prioritarias, acciones de co-creación para la toma de decisiones ecoeficientes, aplicables en la planeación de productos con miras hacia una lógica económica circular.*

Parcialmente logrado. Los procesos de evaluación en torno a las experiencias ejecutadas, desde la perspectiva meramente académica o bien desde la vinculación academia-empresa, han sido el punto de partida para el prototipado del modelo propuesto. Así mismo, han servido como una valiosa fuente de información que al ser ponderada – en

la medida de procurar su gradual puesta en marcha – permitió precisar variados cambios y mejoras, las que de forma natural y desde una perspectiva colaborativa, se han ido asumiendo como una evidente actitud ante las tomas de decisión en el desarrollo de la investigación.

Sin embargo, la implementación al interior de las empresas todavía es un tema pendiente, que debe asumirse incluso más allá de esta investigación. Desde las instancias para poder capacitar y traspasar los instrumentos desarrollados, así como, los alcances del modelo y las formas más pertinentes para poder llevar a cabo aquello; los medios necesarios a ocupar, las adaptaciones de acuerdo a perfil, las fuentes de financiamiento o fomento, entre otras variables, se erigen como los principales motivos de preocupación y debieran probablemente estar en el foco, de una futura implantación de la propuesta en el ámbito empresarial.

Lo anterior, más allá de considerarse una falencia del trabajo desarrollado, se ha estimado considerarlo como, la derivación lógica de una investigación, que en la medida de ir consagrando avances concretos de la misma, va abriendo también, espacios antes no considerados y que con seguridad, constituirán líneas de posibles investigaciones, que orientarán el escalamiento esperado de este o cualquier otro proyecto de tesis en un trabajo Doctoral.

6.3. Sobre los aportes de la propuesta

6.3.1. Perspectiva general

Es necesario tener en cuenta que, uno de los aspectos de mayor relevancia que la propuesta del trabajo de tesis destaca, es la consignación de un modelo con características didácticas factible de ser implementado desde la academia, pero con miras a ser integrado en el sector productivo empresarial, especialmente Pymes que necesiten avanzar en proyectos que privilegien soluciones ambientalmente sostenibles y con enfoque circular.

Por lo que la orgánica que rige el modelo propuesto, así como los subsistemas interrelacionados y los instrumentos que han sido consignados, empatizan con la realidad nacional actual. En la cual, tanto estudiantes o profesionales del diseño e ingeniería de producto, y por supuesto el sector empresarial, enfrentan con reconocidas limitaciones los perentorios requerimientos medioambientales, que la institucionalidad vigente demanda y la necesidad de ir incorporando – para cumplir con estos – las distintas metodologías que se van orientando, hacia la identificación y ponderación de externalidades.

Lo anterior, pudo ser comprobado a partir de la valoración de las experiencias puestas en marcha, para poder ensayar los distintos procedimientos y etapas consideradas para aquello, del mismo modo que los instrumentos considerados para ser aplicados en la ejecución del modelo. En este sentido, el alumnado en formación, proyectistas en general y en menor medida las empresas con las cuales se pudo prototipar demostra-

ron comodidad para poder entenderlos y aplicarlos; prospectando cierto nivel de viabilidad a partir de la positiva acogida de los actores intervinientes, al dejar claro que la simplicidad del método, era una característica valorable de todo el proceso. Sobre todo, si es que es necesario establecer una comparativa con ciertas herramientas, ya sea las dirigidas a la generación de ACV para productos o servicios, matrices MET, lectura y aplicación de indicadores ambientales o inventarios en general. Los cuales, incluso al ser ejecutados de manera correcta, encierran una clara complejidad para el traspaso de dicha información con características eminentemente diagnósticas, a las tomas de decisión en diseño, que toman en cuenta de manera directa dichos escenarios.

En términos generales y pese a que siempre será necesario realizar procesos de inducción para el manejo del método propuesto, los períodos de reconocimiento, entendimiento, adaptación y aplicación no considerarían extensiones importantes de tiempo para poder llevarse a cabo. Situación, que sin duda ha de convertirse en una ventaja de interés académico y empresarial. Al radicar el principal beneficio, en la solución ambiental misma, o bien la innovación del diseño, más que exagerar la complejidad de la herramienta para el logro de aquello. Comprometiéndose en consecuencia, con un objetivo formativo a nivel de aproximación inicial, a las metodologías del ecodiseño, a condición de lograr aplicabilidad directa de la información obtenida; entendiendo a la postre, que la importancia de dichos instrumentos tiene sentido, si es que permiten la obtención de resultados de interés proyectual, comercial o productivo.

6.3.2. Orgánica y fases

La estructura general planteada – que da cuerpo al método propuesto – permitió identificar y caracterizar productos de forma sencilla y expedita. Logrando poner de manifiesto, la necesidad de reducir a futuro las externalidades medioambientales generadas, por cada componente de las unidades que pudieron ser evaluadas, la constitución de sus materiales, así como, las características productivas que han permitido su elaboración efectiva. Lo anterior, como el resultado de una evaluación ambiental abreviada, ponderada a partir de la selección de los factores que presentan mayor relevancia y prioridad para tal efecto. Resolviéndose así, un levantamiento esquemático de información, organizado de manera simplificada, con aquellos datos claves que constituyen y definen el sistema físico material de los productos en análisis.

Es de esta forma, como dicho instrumento se constituiría en consecuencia, como una herramienta de interés para poder abordar proyectos de diseño de productos; ya sea, observado desde los requerimientos de aprendizajes esperados o necesidades pedagógicas generales, que son exigidas por los distintos talleres proyectuales, o bien, las distintas asignaturas de especialidad. Tal y como se podría dar, en la aplicación de proyectos, que demanden una resolución eficiente bajo parámetros productivos reales, pero con declarada perspectiva ambiental. Instrumento que actúa a la postre, como una guía tendiente a facilitar la evaluación de escenarios potenciales, factibles de ser consi-

derados en los procesos de toma de decisión para el diseño y mejora de productos manufacturados para la sostenibilidad.

El modelo, con sus fases y procedimientos aquí presentados, constató la importancia de tener en cuenta la capacidad de formular con antelación, criterios objetivos para poder ir avanzando correctamente en el proceso de análisis y posteriormente estar en condiciones de derivar en la formulación de indicadores ambientales, asociables a externalidades de los productos. Constituyéndose aquello, en la base para el planteamiento de escenarios actualizados a considerarse inicialmente, para así proceder, con la evaluación de cada caso específico que requiera ser abordado; Procurando, la preparación de una estructura ágil de forma previa, capaz de adaptarse a los diversos cambios producidos en la normativa, así como, de las distintas regulaciones definidas por la institucionalidad ambiental. En este sentido, el modelo se aventuró a proponer un subsistema (subsistema C) que considera la integración de un especialista medioambiental como una instancia de articulación entre la información productiva y el traspaso hacia el subsistema de diseño. Espacio entendido como un aporte, ya que permite ser un vaso comunicante y de consulta, en torno a temáticas nuevas (requerimientos normativos), posibilitando que la evaluación y los diagnósticos obtenidos, sean los más ajustados posibles a la realidad de la reglamentación vigente, así como, a las externalidades objetivas detectadas y que son responsabilidad del productor.

El diagnóstico inicial evacuado, incide directamente en la priorización de las estrategias de mejora ambiental, utilizables para el desarrollo de nuevas propuestas de diseño de producto. Entendiéndose que dichas medidas, debieran garantizar además de los aspectos funcionales propios del usuario, los requisitos productivos constituidos específicamente, por los requerimientos particulares que el mismo mandante estime fijar. Asegurando de este modo, una selección de manera dirigida y regulada de las distintas mejoras propuestas para la optimización del producto; confirmándose, de esta manera, la relevancia de poder contar con una evaluación objetiva y ponderada, de las diversas alternativas conceptuales que vayan surgiendo durante el proceso de diseño asumido por el equipo de desarrolladores.

6.3.3. Herramientas y soluciones de diseño ensayadas

La matriz de Selección de Propuestas de Diseño (D3), pareciera ser un eficiente instrumento de evaluación, ante una estricta demanda devenida de los distintos criterios declarados por el mandante. Considerándose, por tanto, que cada requerimiento jerarquizado, establece finalmente una suerte de escala ordenada de valores, que permite calificar de forma objetiva, las variadas alternativas conceptuales de diseño que vayan ejecutándose en el proyecto, velando por la selección de una solución óptima para el mismo.

Las soluciones de diseño que pudieron ensayarse se ajustaron al panorama diagnóstico levantado por la aplicación del método propuesto. Si bien, resulta complejo determinar de manera más ajustada el indicador asociado a la reciclabilidad – por estar

relacionado a la infraestructura de reciclaje presente en el territorio y las valorizaciones actualizadas de los residuos – este, se pudo abordar de manera nominal dada la naturaleza de la materia prima. Comprobándose que, el instrumento planteado, es del todo dúctil ante la necesidad de poder prototipar indicadores, a partir incluso, de la falta de información que pudiera presentarse en un determinado caso. Esto, permitió constatar la adaptabilidad del instrumento metodológico y las posibilidades de ser escalado en su aplicación, lo que debiera reflejarse tanto en proyectos formativos al interior del quehacer universitario, así como, en proyectos requeridos desde el sector productivo empresarial.

En ese mismo tenor, se pudo establecer que los indicadores que se presentan son funcionales a un traspaso simplificado y enlazable con estrategias definidas para el diseño de productos. No obstante, y en razón de la necesidad de obtener panoramas diagnósticos más precisos, dichos indicadores y sus ponderadores, podrían ser potencialmente modificados, complementados o ajustados. En donde, aspectos relativos a las materias primas y su extracción por ejemplo (emisiones por producción-extracción, energía de procesos, residuos por transformación del material, etc.) podrían eventualmente formar parte de un diagnóstico, que estime un nuevo punto partida para la mejora ambiental.

Se pudo verificar además que, las soluciones de diseño desarrolladas a partir de la aplicación del modelo hicieron un especial énfasis en el FVP, como una estrategia de interés aplicada al producto en cuestión. Fijando su atención, preferentemente en la reciclabilidad de los residuos, el desarme y la reducción volumétrica de los residuos, como una instancia destinada a facilitar la recogida y gestión final de los materiales que componen el sistema. Por lo que se concluye, que este enfoque – sin ser el único que se abordó en los ensayos – favorecería la natural relación acometida frecuentemente en la práctica del diseño, la que vincula usabilidad y la solución propuesta por una interfase. Sin embargo, sería menester avanzar además, en otros aspectos de interés del diseño industrial y que normalmente están presentes en instancias previas a la puesta en marcha productiva. Vale decir, indagar en la eficiencia para la manufactura (DfM), diseño para el costo (DfC) o eficiencia de diseño para el montaje (DfA), por nombrar algunos.

6.4. Acerca de la investigación y su escalabilidad futura

El trabajo de tesis ha identificado ciertos puntos, que no han podido abordarse de manera completa, o bien, algunas temáticas que han ido surgiendo en el desarrollo mismo de este y de su correspondiente ejecución. Transformándose, así, en nuevas búsquedas relacionables, que van más allá de las premisas establecidas para esta investigación, y que sería conveniente asumirlas como líneas de estudio independiente en un futuro inmediato.

Asumiendo lo anterior, y reconociendo algunas mejoras o complementos al modelo propuesto, es válido hacer notar que, para efecto de este trabajo, se consideró una simplificación de ciertas variables para poder ajustarse a las estrategias de ecodiseño,

como en el caso de las normativas ambientales aplicables al fin de vida de ciertos productos (ley REP, productos prioritarios). No obstante aquello, es factible seguir perfeccionando el instrumento en términos de una cuantificación más ajustada, aun teniendo como base a la rueda de LiDS o incluso migrar a otro esquema de cuantificación, en búsqueda de otras estrategias tendientes a ajustar el instrumento, en razón del proyecto a abordar.

Otro punto para atender es que la investigación desarrollada, es posible de ser potencialmente adaptada a la evaluación y análisis de tipologías o familias de productos. Lo que abre un importante espacio para poder precisar aún más, en la obtención de los indicadores ponderados. Permitiendo, un potencial cruce de información derivado de la evaluación comparativa de productos desarrollados en una empresa, o bien, de un determinado segmento comercial o sector productivo. Facilitando de este modo, la identificación y posterior solución de los distintos cuellos de botella ambiental de las líneas de producción en la empresa, asociables a materiales y/o procesos (Valero et al., 2018; Brundage et al., 2018).

El modelo que se ha consignado no abordó algunos aspectos de interés requeridos – al menos de manera directa – por la actual normativa ambiental en el país (ley REP, por ejemplo). Uno de los más relevantes para la concepción de los productos o servicios de gestión, que puede ser individualizado, es el que se deriva del proceso de generación de residuos por unidades fabricadas e integradas en un territorio; y que puede definirse como cadena de suministro de ciclo cerrado (CSCC) o también como el resultado de la incorporación a la logística tradicional, de la denominada logística inversa (Liao, 2023; Julianelli et al., 2020; Safdar et al., 2020; Zarbakhshnia et al., 2019; Prajapati et al., 2019). Por lo que sería conveniente, considerar dicho concepto y avanzar en nuevos trabajos que profundicen escenarios diagnósticos, dirigidos a estimar donde debieran hacerse las mejoras (recomendadas) tecnológicas y de diseño de producto, privilegiando su valorización y así ir optimizando la cadena logística. Beneficiando de este modo, las distintas etapas de gestión ambiental, incluso desde la concepción del producto, como una instancia que permita anticipar la eficiencia en la recogida de residuos (separación de componentes, eficiencia de transporte, eficiencia acopio, etc.) mejorando necesariamente su valorización.

Uno de los puntos que puede derivarse del trabajo expuesto, es la posibilidad de insertar como aporte futuro, la formalización de cada instrumento desarrollado para activar el modelo a partir de una suerte de caja de herramientas, o *toolkit* (Peters et al., 2021; Hoolohan y Browne, 2020; García-López et al., 2020). Recurso de aprendizaje, que posibilita por un lado la integración simplificada de los contenidos requeridos, dado su formato conciso, directo y orientado principalmente a la acción. Tornándose del todo funcional a los objetivos formativos requeridos para la implementación del método en la universidad o empresa, así como, en la visualización inmediata y organizada de la información diagnóstica, que permitiría eventualmente avanzar en soluciones de diseño o servicios. Dejando de este modo, a la propuesta en un muy buen pie, para transformar por ejemplo el conjunto de fichas procedimentales que definen el sistema, en

una suerte de herramienta tecnológica, factible de interactuar con las distintas bases de datos de información ambiental, que la institucionalidad vigente (a nivel país) mantiene a libre disposición para su consulta.

Es posible concluir, además, que el trabajo expuesto se ha constituido en una primera propuesta para un modelo metodológico aplicable a la mejora de productos y servicios, desde una perspectiva esencialmente ambiental. Estableciendo alrededor de los conceptos básicos de ecodiseño, procedimientos simplificados del todo factibles de ser incorporados a las fases más comunes del proceso básico de diseño. Se espera, por tanto, que en un breve plazo se puedan ir traspasando dichas herramientas, al ejercicio académico presente en los distintos talleres proyectuales que decidan abordar la temática del DS como desafío para sus proyectos. O bien ir prototipando – en la medida de la necesidad requerida por los mandantes – soluciones para el ejercicio profesional al interior de las empresas e ir asumiendo en conjunto con ello, el concepto de mejora ambiental continua, como una forma de avanzar en el concepto de calidad asociado a la sostenibilidad.

6.5. Comentarios finales

En virtud de lo presentado en el trabajo de tesis, se hace necesario reflexionar finalmente en torno al estado de las cosas y ciertos logros que pudiese eventualmente constituir la investigación desarrollada, ya sea a partir del análisis teórico anteriormente expuesto, o bien, desde la perspectiva práctica y experiencial, que, en razón de los propósitos planteados, han sido una parte fundamental para el correcto avance del trabajo.

Un punto de partida, para comenzar a revisar de manera integral la magnitud de la investigación, es poder ir dejando instalada la certidumbre respecto de la importancia del ecodiseño, como una metodología que acerca de manera efectiva la práctica del diseño, hacia una nueva concepción de productos y servicios, con perspectiva sostenible, desde el principio hasta el fin. Asumiendo por tanto que, desde la concepción, producción, distribución y consumo, dichas fases debieran ir adecuándose a ciertos criterios que determinen la minimización de externalidades, para lograr resultados de bajo impacto ambiental. Lo anterior, como estrategia central para llegar a constituir un modelo económico-productivo con claros tintes de circularidad, que augure el mantenimiento extendido de los recursos y por ende, posibilite su pervivencia continua en el futuro.

En tal sentido, un aspecto clave que sustentaba inicialmente una de las premisas de la tesis, era poder estimar la responsabilidad que le cabía a la disciplina del diseño, en torno a la implantación del modelo económico lineal que aún rige mayoritariamente a la sociedad global. Considerándose que, no obstante, dicha aseveración puede asumirse como un hecho concreto e irrefutable, la postura que debiera fijar entonces la praxis del diseño, como un aporte real, es la de aceptar sin excusa el compromiso con la sostenibilidad. Asumiendo con esto, tareas proyectuales más allá de una instrumentalización para el *marketing* y la rentabilidad puramente económica, sin valorar las consecuencias

medioambientales. Por lo que las oportunidades, que debieran asomar como legítimas para la labor diseñadora, quizás requieran entender que el enfoque va más allá del aporte formal y su exclusiva apreciación. Tornándose relevante, por tanto, la perentoria migración desde la visión más tradicional del diseño con perspectiva de consumo – y por ende consumismo – a la de una que, sin negar su vocación de mercado, apueste a un mayor énfasis en la sostenibilidad.

Otra razón que incluso puede aceptarse como de corte meramente pragmático, dice relación con la escasez progresiva de las materias primas de origen no renovable, así como, con los recursos energéticos que vengan desde fuentes del mismo tipo. Coyuntura, que condiciona el futuro funcionamiento del ciclo productivo general, llevando en consecuencia a una paralización general de la economía global, poniendo en riesgo el desarrollo y por ende el bienestar humano. Por lo que el diseño con perspectiva sostenible, en lo particular debiera establecer las coherencias entre las lecturas de las legítimas necesidades devenidas de los distintos segmentos de mercado, y las oportunidades para aplicar soluciones tecnológico-productivas, que privilegien la preservación u optimización de estos recursos. Procurando que, en cada una de las propuestas de diseño de bienes o servicios que se asuman, se incentiven nuevas prácticas tecnológicas, favoreciendo con ello, la aplicación prioritaria de fuentes energéticas alternativas, la integración de nuevos materiales y de bajo impacto (materiales bio basados²⁷ por ejemplo), así como, los de tipo renovable, o también los que provengan desde procesos de reciclaje.

Adicionalmente, otra perspectiva a considerar y de no menor interés, es como el aporte del diseño debiera estar focalizado en torno a la gradual contribución en innovación ambiental hacia el sector productivo y como esto, favorece el cumplimiento de los requisitos normativos vigentes. Por lo que poner énfasis, en las distintas lecturas de contexto que se debieran hacer para su integración efectiva, resulta una acción de gran relevancia y de un importante nivel estratégico. Atendiendo, sobre todo, a la dispar situación económica en la cual se encuentran imbuidas normalmente las empresas, y considerando que, siempre el tránsito hacia las implementaciones tecnológicas resulta ser un camino complejo, resistido, o poco entendido de forma inmediata. Esto, principalmente en el contexto de las Pymes, que, por no acceder siempre a financiamiento fluido para el fomento de dichos propósitos, comprometen finalmente cualquier posibilidad de ir siendo más eficientes ambientalmente y por ende, perdiendo competitividad a futuro en cada una de sus propuestas de valor. Por tanto, esa visión prospectiva y empática con el mandante respecto de su realidad contingente – tan propia de la disciplina del diseño – se convierte en una potente herramienta para asegurar la sostenibili-

²⁷ Los materiales bio basados, son los que consideran en su constitución una parte fundamental de componentes provenientes desde la bio masa. Para profundizar en el tema y conocer respecto de los alcances, se recomienda consultar a los siguientes autores: Vural Gursel et al., 2022; Hildebrandt et al., 2021; Cottet et al., 2020; Tribot et al., 2019.

dad de los distintos ecosistemas, tanto los naturales, así como, los productivos y económicos.

Finalmente, y a modo de corolario, sería necesario recalcar la importancia que debiera tener la continua revisión de los modelos que concurren en la educación formal de diseño, así como, de los resultados de este proceso y su impacto a nivel de aporte en el mercado laboral. En especial, si es que se tiene en cuenta, la rápida evolución de las necesidades sociales y los distintos escenarios que demanda la actividad humana requerida para solventar esas necesidades técnicamente y sus repercusiones en los sistemas naturales del planeta. Resultando por lo tanto imperativo, moverse con premura y reaccionar conforme a dichas circunstancias; en primer término, desde la academia y los espacios de investigación que pudieran encontrar eco en las problemáticas más apremiantes que nos plantea la dicotomía sostenibilidad y desarrollo. Y en segunda instancia, poder definir cómo se va transfiriendo dicho conocimiento hacia una formación profesional, acorde y pertinente a las exigencias que se plantean al mundo empresario, para la inevitable implantación de un nuevo paradigma económico y productivo.

En consecuencia, el diseño ha de seguir repensándose, en conjunto con los procesos conducentes a la reformulación de los distintos marcos institucionales existentes y las políticas devenidas de los mismos. Lo anterior, en favor de lograr la armónica coexistencia entre la sociedad y el medioambiente, la que, en concordancia con las iniciativas provenientes desde lo mejor de la innovación empresarial, o bien, desde las que puedan ser impulsadas por la sociedad civil y sus demandas, permitan enfrentar el urgente problema medioambiental. Poniendo siempre eso sí, el bienestar del ser humano como eje fundamental para cualquier puesta en práctica de los conceptos de la sostenibilidad y el diseño.

Referencias bibliográficas

7.1. Bibliografía

- AEPA. (2022). Quiénes Somos. AEPA. <https://aepa.cl/quienes-somos/>
- Aguilar, J. S., & Aguirre, E. H. (2009). La historia se repite: Una visión del desarrollo y del desarrollo sostenible. *Revista Facultad de Ciencias Económicas: Investigación y Reflexión*, 17(1), 195-216.
- Aguirre Rojas, Carlos Antonio. (2008). Los procesos de trabajo taylorista y fordista. Notas sobre la hiperracionalización del trabajo y la caída de la tasa de ganancia. *Mundo Siglo XXI. Revista del Centro de Investigaciones Económicas, Administrativas y Sociales del Instituto Politécnico Nacional*, 11, 23-43.
- Ahumada, J. M. (2022). SUBREI en OCDE: “Para Chile, la sostenibilidad ambiental es uno de los pilares claves de nuestra estrategia de desarrollo” [Noticias]. Subsecretaría de Relaciones Económicas Internacionales. <https://www.subrei.gob.cl/sala-de-prensa/noticias/detalle-noticias/2022/06/10/subrei-en-ocde-para-chile-la-sostenibilidad-ambiental-es-uno-de-los-pilares-claves-de-nuestra-estrategia-de-desarrollo>
- Alonso, M. C. (2006). *La norma de Ecodiseño UNE 1503001*. CONAMA. Congreso Nacional del Medio Ambiente. http://www.conama8.conama.org/modulodocumentos/documentos/JTs/JT1/JT1_doc_CristinaAlonso.pdf
- Álvarez Newman, D. (2012). EL TOYOTISMO COMO SISTEMA DE FLEXIBILIZACIÓN DE LA FUERZA DE TRABAJO: UNA MIRADA DESDE LA CONSTRUCCIÓN DE PRODUCTIVIDAD EN LOS SUJETOS TRABAJADORES DE LA FÁBRICA JAPONESA (1994-2005). *Si Somos Americanos*, 12(2), 181-201. <https://doi.org/10.4067/S0719-09482012000200008>
- Álvarez, M. F., Zepeda, A., Serna, C., & Hernández, D. (2019). *Logros ambientales en redes universitarias de Argentina, Chile y Colombia* (1º). Centro de Estudios de Población y Desarrollo, CEPyD; Villa María : Universidad Nacional de Villa María. https://nemocosur.siu.edu.ar/webnucleo/publicaciones/Libro_RESUDES.pdf
- Amphos 21. (2015). *Evaluación de los impactos ambientales, sociales y económicos de la implementación de la responsabilidad extendida del productor en Chile aplicada a los aparatos eléctricos* (p. 190) [Informe de Evaluación]. Ministerio del Medio Ambiente, Gobierno de Chile. <https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2015/07/Impactos-aparatos-electricos-2014.pdf>
- ANUIES. (2002). *Acciones Ambientales de las IES en México en la perspectiva del desarrollo sustentable: Antecedentes y situación actual*. (1º). Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación superior. https://www.iisue.unam.mx/investigacion/textos/libro_coordinado_104.pdf
- Aranda, A., & Zabalza, I. (2010). *Ecodiseño y análisis de ciclo de vida* (1º). Prensas Universitarias de Zaragoza.

- Aranda, A., Valero, A., Zabalza, I., Scarpellini, S., & Llera, E. (2011). Energy efficiency in transport and mobility from an eco-efficiency viewpoint. *Energy*, 36(4), 1916-1923. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2010.05.002>
- ASCC. (2018). *Recomendaciones para una agenda de trabajo público privada. Al Año 2030 en Materia de Sustentabilidad y Cambio Climático*. Agencia de sustentabilidad y cambio climático. https://ascc.cl/resources/uploads/documentos/recomendaciones_para_una_agenda_de_trabajo_publica_privada_al_2030.pdf
- Association for the Advancement of Sustainability in Higher Education. AASHE. (2019). Participants & Reports | Institutions | STARS Reports. *The Sustainability Tracking, Assessment & Rating System*. <https://reports.aashe.org/institutions/participants-and-reports/>
- Association for the Advancement of Sustainability in Higher Education. AASHE. (2022). *STARS, Sustainability Tracking Assessment & Rating System*. STARS, a Program of Aashe. <https://stars.aashe.org/>
- Ayerbe, L. F. (2019). La Política de la administración Trump para América Latina: ¿reinención de la Doctrina Monroe? <https://www.ipea.gov.br>. <https://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/9812>
- Aziz, M. S., & El sherif, A. Y. (2016). Biomimicry as an approach for bio-inspired structure with the aid of computation. *Alexandria Engineering Journal*, 55(1), 707-714. <https://doi.org/10.1016/j.aej.2015.10.015>
- Balboa C., C. H., & Domínguez Somonte, M. (2014). Circular economy as an ecodesign framework: The ECO III model. *Informador Técnico*, 78(1), 82. <https://doi.org/10.23850/22565035.71>
- Balboa, C. H., & Somonte, M. D. (2014). Economía circular como marco para el ecodiseño: El modelo ECO-3. *Informador técnico*, 78(1), 82-90.
- Baldé, C. P., Forti, V., Gray, V., Kuehr, R., & Stegmann, P. (2015). *The Global E-waste Monitor 2017: Quantities, Flows and Resources*. <https://www.semanticscholar.org/paper/The-Global-E-waste-Monitor-2017%3A-Quantities%2C-Flows-Bald%C3%A9-Forti/44a475f68f35eb0d1970ca9b3326f5293b84e62a>
- Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento, & Banco Mundial. (2017). *Marco Ambiental y social*. World Bank Publications. <https://thedocs.worldbank.org/en/doc/345101522946582343-0290022018/original/EnvironmentalSocialFrameworkSpanish.pdf>
- Banco Mundial. (2023). *Gasto de consumo final de los hogares por crecimiento per cápita (% anual)—Latin America & Caribbean | Data* [Web de datos]. Banco Mundial. Datos. <https://datos.bancomundial.org/indicador/NE.CON.PRVT.PC.KD.ZG?locations=ZJ>
- Baudrillard, J. (2010). *Crítica de la economía política del signo*. Siglo XXI.
- Baudrillard, J. (2019). *El espejo de la producción*. Gedisa S.A.
- Bauman, Z. (2012). *Vida de consumo*. Fondo de Cultura Económica de España.
- Bauman, Z. (2017). *Trabajo, consumismo y nuevos pobres*. Editorial GEDISA.

- Bauman, Z. (2020). *Modernidad líquida*. Fondo de Cultura Económica.
- Bayón, A. S. (2020). Estudio de políticas económicas que aceleran la extinción del Estado de bienestar estatal (I). *Derecho y Cambio Social*, 60, 593-605.
- Belk, R.W. (1986). Yuppies As Arbiters of the Emergin Consumption Style. *NA - Advances in Consumer Research*, 13, 514-519.
- Belk, R.W. (2013). 'Extended Self in a Digital World'. *Journal of Consumer Research*, 40(3), 477-500. <https://doi.org/10.1086/671052>.
- Benayas, J., Alba, D., & Justel, A. (2014). *Proyecto RISU. Definición de indicadores para la evaluación de las políticas de sustentabilidad en Universidades Latinoamericanas* (p. 56) [Resumen Ejecutivo]. Universidad Autónoma de Madrid y Alianza Mundial de Universidades sobre Ambiente y Sostenibilidad (GUPES). https://www.iau-hesd.net/sites/default/files/documents/proyecto_risu_final_2014.pdf
- Benito, L. E. A. (2017). Consumo colaborativo: Las razones de un debate. *RES. Revista Española de Sociología*, 26(1), 87-95.
- Benyus, J. (2012). *Biomímesis. Cómo la ciencia innova inspirándose en la naturaleza*. Tusquets editores.
- Bergen, N., & 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), 783-792. <https://doi.org/10.1177/1049732319889354>
- Biehl, J., & Bookchin, M. (2009). *Las políticas de la Ecología social: Municipalismo libertario* (2°). Virus. [https://www.legisver.gob.mx/equidadNotas/publicacionLXIII/Janet%20Biehl_%20Murray%20Bookchin%20-%20Las%20Pol%C3%ADticas%20de%20la%20ecolog%C3%ADa%20social_%20municipalismo%20libertario-Virus%20\(2009\).pdf](https://www.legisver.gob.mx/equidadNotas/publicacionLXIII/Janet%20Biehl_%20Murray%20Bookchin%20-%20Las%20Pol%C3%ADticas%20de%20la%20ecolog%C3%ADa%20social_%20municipalismo%20libertario-Virus%20(2009).pdf)
- Blanch, A., & Novik, L. (2006). Buen diseño, buen negocio. *ARQ (Santiago)*, 62, 15-17. <https://doi.org/10.4067/S0717-69962006000100003>
- Blanco-Portela, N., & Benayas del Alamo, J. (2017). Formación para la sostenibilidad en las universidades latinoamericanas: Análisis de resultados del proyecto RISU. *Enseñanza de las ciencias, Extra*, 3155-3162.
- Bocken, N. M. P., de Pauw, I., Bakker, C., & van der Grinten, B. (2016). Product design and business model strategies for a circular economy. *Journal of Industrial and Production Engineering*, 33(5), 308-320. <https://doi.org/10.1080/21681015.2016.1172124>
- Boeni, H., Silva, U., & Ott, D. (2009). Reciclaje de residuos electrónicos en América Latina. Panorama general, desafíos y potencial. En *Gestión de residuos electrónicos en América Latina* (1°, p. 300). Ediciones SUR. <http://www.sitiosur.cl/detalle-de-la-publicacion/?gestion-de-residuos-electronicos-en-america-latina>
- Boisier, S. (1999). *Teorías y metáforas sobre el desarrollo territorial*. Naciones Unidas, Comisión Económica para América Latina y el Caribe. <https://www.cepal.org/es/publicaciones/2189-teorias-metforas-desarrollo-territorial>

- Boisier, S. (2004a). Desarrollo territorial y descentralización: El desarrollo en el lugar y en las manos de la gente. *EURE (Santiago)*, 30(90), 27-40.
<https://doi.org/10.4067/S0250-71612004009000003>
- Boisier, S. (2004b). Desarrollo territorial y descentralización: El desarrollo en el lugar y en las manos de la gente. *EURE (Santiago)*, 30(90), 27-40.
<https://doi.org/10.4067/S0250-71612004009000003>
- Boothroyd, G., & Alting, L. (1992). Design for Assembly and Disassembly. *CIRP Annals*, 41(2), 625-636. [https://doi.org/10.1016/S0007-8506\(07\)63249-1](https://doi.org/10.1016/S0007-8506(07)63249-1)
- Borbolla, G. R. (2018). Aplicación de principios de democracia ambiental en la Ley N° 20.920, marco para la gestión de residuos, la Responsabilidad Extendida del Productor y fomento al reciclaje. *Revista de Derecho Ambiental*, 10, Article 10.
<https://doi.org/10.5354/0719-4633.2018.51983>
- Borroni, L. (2018). *El progresismo y el Estado de bienestar* [Web de de información y educación]. hemisferioizquierdo. <https://www.hemisferioizquierdo.uy/single-post/2018/06/20/el-progresismo-y-el-estado-de-bienestar>
- Bravo, G. F. (s. f.). *Partidos verdes y movimientos ecologistas*. 26.
- Brezet, H., & van Hemel, C. (1997). *Ecodesign: A promising approach to sustainable production and consumption* (1°). U.N.E.P.
- Brezet, H., Diehl, J. C., & Silvester, S. (2001). From ecodesign of products to sustainable systems design: Delft's experiences. *Proceedings Second International Symposium on Environmentally Conscious Design and Inverse Manufacturing*, 605-612.
<https://doi.org/10.1109/ECODIM.2001.992432>
- Brones, F. A., Carvalho, M. M. de, & Zancul, E. de S. (2017). Reviews, action and learning on change management for ecodesign transition. *Journal of Cleaner Production*, 142, 8-22. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.09.009>
- Brown, L. (2008). *Plan B 3.0 Mobilizing to Save Civilization* (1°). Earth Policy Institute.
http://www.earth-policy.org/images/uploads/book_files/pb3book.pdf
- Brundage, M. P., Bernstein, W. Z., Hoffenson, S., Chang, Q., Nishi, H., Kliks, T., & Morris, K. C. (2018). Analyzing environmental sustainability methods for use earlier in the product lifecycle. *Journal of Cleaner Production*, 187, 877-892.
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.03.187>
- Buitrago, S.J. (2020). Fordismo y postfordismo. Control social y educación. *Escribanía*, 18(1), 87-94. <https://doi.org/10.30554/escribania.v18i1.3952>
- Cabeza. (2015, julio 15). *Escándalo en redes sociales por «agresiva» publicidad de nueva empresa de telefonía móvil | Redes Sociales | Página 7* [Web de noticias y reportajes]. Página 7. <https://www.pagina7.cl/notas/redes-sociales/2015/07/15/escandalo-en-redes-sociales-por-agresiva-publicidad-de-nueva-empresa-de-telefonía-movil.shtml>
- Caiado, R. G. G., de Freitas Dias, R., Mattos, L. V., Quelhas, O. L. G., & Leal Filho, W. (2017). Towards sustainable development through the perspective of eco-efficiency—A systematic literature review. *Journal of Cleaner Production*, 165, 890-904.
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.07.166>

- Calvera, A. (2010). Diseño e historia. Tiempo, lugar y discurso. En *Cuestiones de fondo: La hipótesis de los tres orígenes del diseño*. (pp. 63-65). Designio.
<https://1library.co/document/z1edw68y-libro-diseno-e-historia-tiempo-lugar-y-discurso.html>
- Calvo, S., Ferreras, J., & Rodrigo-Cano, D. (2020). La Educación Ambiental en las redes sociales: #EA26. *Revista de Educación Ambiental y Sostenibilidad* 2(1), 1301.
https://doi.org/10.25267/Rev_educ_ambient_sostenibilidad.2020.v2.i1.1301
- Canale, I. G. (s.f.). QUINTO ENCUENTRO LATINOAMERICANO DE DOCENTES DE DISEÑO – “LATINOAMÉRICA HOY - CAMINOS HACIA UNA NUEVA RELACIÓN ENTRE ENSEÑANZA, DISEÑO Y PRODUCCIÓN” UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA - FAUD – DTO. DE CIENCIAS SOCIALES. 20.
- Cano, D., Picó, M. J., & Dimuro, G. (2019). Los Objetivos de Desarrollo Sostenible como marco para la acción y la intervención social y ambiental. *RETOS. Revista de Ciencias de la Administración y Economía*, 9(17), 25-36.
<https://doi.org/10.17163/ret.n17.2019.02>
- Cañigual, A. (2016). Hacia una economía colaborativa «responsable». *Oikonomics*, 6, 16-27. <https://doi.org/10.7238/o.n6.1603>
- Caparrós, M. (2017, marzo 29). La verdad de la «posverdad». *El País*.
https://elpais.com/elpais/2017/03/30/eps/1490825121_149082.html
- Carbal, A., Rosales, C., & Casares, E. (2017). Cumbres de la tierra entre río-92 y París 2015: Retos, logros y fracasos en el alcance de un desarrollo sostenible. *Gerencia Libre*, 3, 25-34. https://doi.org/10.18041/2422-1732/gerencia_libre.0.2017.3191
- Cardoso, A. (2006). El origen del neoliberalismo: Tres perspectivas. *Espacios Públicos*, 9(18), Article 18.
- Cardozo, E., Velasquez de Naime, Y., & Rodríguez Monroy, C. (2012). Revisión de la definición de PYME en América Latina. *10th Latin American and Caribbean Conference for Engineering and Technology. Megaprojects: Building Infrastructure by fostering engineering collaboration, efficient and effective integration and innovative planning* | 10th Latin American and Caribbean Conference for Engineering and Technology. Megaprojects: Building Infrastructure by fostering engineering collaboration, efficient and effective integration and innovative planning | 23/07/2012 - 27/07/2012 | Panama City, Panama, 1-10.
<http://www.laccei.org/index.php/events/past-events/laccei-conference-2012>
- Carrillo, A. N. J., Iglesias, D., & Carreño, F. (2015). La agrupación de empresas vía parques industriales. ¿Alternativa de sustentabilidad productiva? En *La agrupación de empresas vía parques industriales. ¿Alternativa de sustentabilidad productiva?* (1º, pp. 89-114). UAEM. <http://ri.uaemex.mx/handle/20.500.11799/66096>
- Carson, R. (2016). *La primavera silenciosa* (1º). Crítica.
- Carus, M., & Dammer, L. (2018). The Circular Bioeconomy—Concepts, Opportunities, and Limitations. *Industrial Biotechnology*, 14(2), 83-91.
<https://doi.org/10.1089/ind.2018.29121.mca>

- Castañeda, J. S. (2014). Contextualización y enfoques en el estudio de comportamientos proambientales o ecológicos con miras a la perfilación del consumidor verde. *Suma de Negocios*, 5(10), 34-39. [https://doi.org/10.1016/S2215-910X\(14\)70007-2](https://doi.org/10.1016/S2215-910X(14)70007-2)
- Castellanos, P. (ed.) R. (2005). *Gestión del medio ambiente (1996-2005)*. Universidad de Salamanca.
- CEBDS. (2022). *Quem Somos*. CEBDS 25 años. <https://cebds.org/quem-somos/>
- CENEM, & CyV Medioambiente. (2015). *Informe Diagnóstico Sectorial Sector Envases y Embalajes (L1-12/2014)* (p. 102) [Informe Diagnóstico]. Consejo de Producción Limpia. Ministerio del Medioambiente, Gobierno de Chile. <https://rechile.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2019/06/INFORME-DIAGNOSTICO-SECTOR-ENVASES-Y-EMBALAJES-CyV-Medioambiente-2015.pdf>
- Centre for Design at RMIT. (1997). *Introduction to EcoRedesign. Improving the environmental performance of manufactured products* (1°). Centre for Design at RMIT. http://www.helenlewisresearch.com.au/wp-content/uploads/2015/04/Intro_ERD.pdf
- CEPAL. (2017, febrero 16). *Acerca de Desarrollo Sostenible* [Text]. Comisión Económica para América Latina y el Caribe; CEPAL. <https://www.cepal.org/es/temas/desarrollo-sostenible/acerca-desarrollo-sostenible>
- CEPAL. (2020, abril 17). *Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo Sostenible—Rio+20* [Text]. Comisión Económica para América Latina y el Caribe; CEPAL. <https://www.cepal.org/es/eventos/conferencia-naciones-unidas-desarrollo-sostenible-rio20>
- Cerantola, N. (2016). Reflexiones sobre el pasado, presente y futuro de la economía circular. *Ambienta: La revista del Ministerio de Medio Ambiente*, 117, 46-63.
- Cerdá, E., & Khalilova, A. (2016). Economía circular. *Economía industrial*, 401, 11-20.
- Cerdá, E., & Khalilova, A. (2016). Economía circular. *Economía industrial*, 401, 11-20.
- CESPEDES. (2015). *¿Quiénes somos? – CESPEDES*. <https://cespedes.org.mx/2015/03/19/quienes-somos/>
- Chambouleyron, M., Correa, É. N., Pattini, A., & Arena, A. P. (2003). Análisis comparativo de metodologías cuantitativas y cualitativas de ecodiseño. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*, 7, 1-6.
- Chán, J. M. (2019). Impacto de la Maestría en Educación y Ambientalización Curricular, en las carreras del Centro Universitario de Petén. *Revista Científica del Sistema de Estudios de Postgrado de la Universidad de San Carlos de Guatemala*, 2(01), Article 01. <https://doi.org/10.36958/sep.v2i01.15>
- Chiu, M.-C., & Kremer, G. (2010). Evolution of Design for X Tools Applicable to Design Stages: A Literature Review. *Volume 6: 15th Design for Manufacturing and the Lifecycle Conference; 7th Symposium on International Design and Design Education*, 6, 171-182.
- Chyung, S. Y. (Yonnie), Roberts, K., Swanson, I., & Hankinson, A. (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>

- Civancik-Uslu, D., Puig, R., Voigt, S., Walter, D., & Fullana-i-Palmer, P. (2019). Improving the production chain with LCA and eco-design: Application to cosmetic packaging. *Resources, Conservation and Recycling*, 151, 104475. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.104475>
- Common, M., & Stagl, S. (2017). *Introducción a la economía ecológica*. Reverté.
- Coriat, B. (2000). *El Taller y el Robot: Ensayos sobre el fordismo y la producción en masa en la era de la Electrónica*. Siglo XXI.
- Coriat, B., & Figueria Pérez, J. M. (2011). *El taller y el cronómetro: Ensayo sobre el taylorismo, el fordismo y la producción en masa*. Siglo Veintiuno.
- Cottet, C., Ramirez-Tapias, Y. A., Delgado, J. F., de la Osa, O., Salvay, A. G., & Peltzer, M. A. (2020). Biobased Materials from Microbial Biomass and Its Derivatives. *Materials*, 13(6), Article 6. <https://doi.org/10.3390/ma13061263>
- Crul, M., & Diehl, J. (2007). *Diseño para sostenibilidad: Un enfoque práctico para economías en desarrollo*. UNEP. <http://centro.paot.org.mx/documentos/pnuma/sostenibilidad.pdf>
- Cuevas, C. (2022). *Gestión de residuos domiciliarios en Europa. Regulación de Unión Europea (UE), legislación y políticas públicas de Bélgica, España, Francia y Países Bajos*. (Asesoría Técnica Parlamentaria, p. 22). Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. [https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio/10221/33506/2/Tratamiento residuos domiciliarios. Experiencia comparada SUP135235 Ed Final.PDF](https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio/10221/33506/2/Tratamiento%20residuos%20domiciliarios.%20Experiencia%20comparada%20SUP135235%20Ed%20Final.PDF)
- D'Amato, D., Droste, N., Allen, B., Kettunen, M., Lähäinen, K., Korhonen, J., Leskinen, P., Matthies, B. D., & Toppinen, A. (2017). Green, circular, bio economy: A comparative analysis of sustainability avenues. *Journal of Cleaner Production*, 168, 716-734. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.09.053>
- de Prado, Á., Campo, F., & Muniozguren, J. (2010). Aulas de ecodiseño: Innovación Ambiental de Producto en la Industria Vasca. *Fabrikart*, 9, Article 9. <https://ojs.ehu.eus/index.php/Fabrikart/article/view/4901>
- Decreto Supremo N° 12 de 2020, del Ministerio del Medio Ambiente, que establece metas de recolección y valorización y otras obligaciones asociadas de envases y embalajes, D.S N° 12, 32 (2020). https://rechile.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2020/07/DS-12_08_06_2020-Propuesta-DS-REP-envases.pdf
- Degen, R.J. (2011). Fordism and Taylorism are responsible for the early success and recent decline of the U.S. motor vehicle industry. En *Working Papers* (81; Working Papers). globADVANTAGE, Polytechnic Institute of Leiria. <https://ideas.repec.org/p/pil/wpaper/81.html>
- den Hollander, M. C., Bakker, C. A., & Hultink, E. J. (2017). Product Design in a Circular Economy: Development of a Typology of Key Concepts and Terms. *Journal of Industrial Ecology*, 21(3), 517-525. <https://doi.org/10.1111/jiec.12610>
- Deutscher Bundestag. (2002). *Bericht der Bundesregierung zur Bildung für eine nachhaltige Entwicklung* (14/7971; p. 72). Deutscher Bundestag. <https://dserver.bundestag.de/btd/14/079/1407971.pdf>

- Dini, M., & Stumpo, G. (2018). *MIPYMES en América Latina: Un frágil desempeño y nuevos desafíos para las políticas de fomento*. <https://elibro.net/ereader/elibrodemo/105637>
- Dirección General de Comunicaciones USM. (2019). *USM dictará nuevo programa en gestión de la sostenibilidad empresarial* · USM Noticias · Universidad Técnica Federico Santa María. USM Noticias. <https://noticias.usm.cl/2019/05/21/usm-dictara-nuevo-programa-en-gestion-de-la-sostenibilidad-empresarial/>
- Directiva 2002/96/CE del parlamento europeo y del Consejo de 27 de enero de 2003 sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE), 2002/96, 24 (2003). <https://www.boe.es/doue/2003/037/L00024-00039.pdf>
- Dotto, M. (2021, junio 28). *Fordismo | Origen, método, consecuencias* [Web de de información y educación]. Historiando.org. <https://historiando.org/fordismo/>
- Dowie, T., & Simon, M. (1994). [PDF] *Guidelines for designing for disassembly and recycling—Free Download PDF* [Educatonal]. SILO.Tips. <https://silo.tips/download/guidelines-for-designing-for-disassembly-and-recycling>
- Dreon, E. (2015). La política exterior de Estados Unidos hacia América Latina y el Caribe en el periodo 1895-1909: ¿(Re)interpretación de la Doctrina Monroe? *Informe Integrar*, no. 91, 2-17.
- Eco, U. (1984). *Apocalípticos e integrados* (7°). Lumen. https://monoskop.org/images/c/c4/Eco_Umberto_Apocalipticos_E_Integrados_1984.pdf
- EEA. (2016). *Circular economy in Europe—Developing the knowledge base — European Environment Agency* (Publication 2; p. 41). European enviroment agency. <https://www.eea.europa.eu/publications/circular-economy-in-europe>
- EEA. (2022). *About us—European Environment Agency* [Page]. European Enviroment Agency. <https://www.eea.europa.eu/about-us>
- Ellen MacArthur Foundation. (2015). *Towards a circular economy: Business rationale for an accelerated transition* (Vol. 1). <https://ellenmacarthurfoundation.org/towards-a-circular-economy-business-rationale-for-an-accelerated-transition>
- Estenssoro, F. (2015). EL ECODESARROLLO COMO CONCEPTO PRECURSOR DEL DESARROLLO SUSTENTABLE Y SU INFLUENCIA EN AMERICA LATINA. *Universum (Talca)*, 30(1), 81-99. <https://doi.org/10.4067/S0718-23762015000100006>
- Etxebarría, C., Aguado, I., & Legarreta, J. M. B. (2009). El desarrollo sostenible a lo largo de la historia del pensamiento económico. *Revista de economía mundial*, 21, 87-110.
- European Commission – DG Environment. (2014). *Development of Guidance on Extended Producer Responsibility (EPR). Final Report*. (1°). Deloitte. https://ec.europa.eu/environment/archives/waste/eu_guidance/pdf/Guidance%20on%20EPR%20-%20Final%20Report.pdf
- European Commission. (1996). *Manual: Statistics on Environmental Taxes, version 3.0*. ATW-Forschung. <http://www.jarass.com/atw-forschung.de/dat/pub/0000/ecommission.pdf>

- Facultad de Arquitectura y Artes, UACH. (2022). *MADE UACH—Magister de Entornos Sostenibles*. Magíster en Diseño de Entornos Sostenibles. <https://made.uach.cl/>
- Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas & Universidad de Chile. (2022). *Curso de Especialización en Ecodiseño*. Educación continua. <https://ingenieria.uchile.cl/cursos/151550/curso-de-especializacion-en-ecodisenio>
- Fajardo, D. (2017, mayo 17). *Ley REP y cambio cultural podrían aumentar el negocio del reciclaje en Chile* [Web de noticias y reportajes]. La Tercera. <https://www.latercera.com/pulso/ley-rep-cambio-cultural-podrian-aumentar-negocio-del-reciclaje-chile/>
- Fajardo, D. (2019, agosto 7). *Chilenos aumentarán en 45% su basura electrónica en 10 años* [Periódico Digital de noticias]. La Tercera. <https://www.latercera.com/pulso/noticia/chilenos-aumentaran-45-basura-electronica-10-anos/771299/>
- Fajardo, D. (2019, julio 31). *75% de pymes chilenas se considera sustentable* [Periódico digital]. La Tercera. <https://www.latercera.com/pulso/noticia/75-pymes-chilenas-se-considera-sustentable/761165/>
- Fajardo, D. (2021, septiembre 13). *Educación superior da un nuevo paso para ser más sustentable* [Sección de periódico]. La Tercera. <https://www.latercera.com/pulso/noticia/educacion-superior-da-un-nuevo-paso-para-ser-mas-sustentable/QAZIB7ND6NAMPDMZVKHEHM7CXY/>
- Faletto, E. (1999a). De la teoría de la dependencia al proyecto neoliberal: El caso chileno. *Revista de Sociología*, 13, Article 13. <https://doi.org/10.5354/rds.v0i13.27729>
- Faletto, E. (1999b). Los años sesenta y el tema de la dependencia. *Revista de Sociología*, 13, Article 13. <https://doi.org/10.5354/rds.v0i13.27728>
- FAO. (2019). *El apoyo de la FAO para alcanzar los Objetivos de Desarrollo Sostenible en América del Sur – Panorama*. <https://www.fao.org/3/ca3884es/ca3884es.pdf>
- Farrera, G. (2010). Partidos verdes y movimientos ecologistas. *Matices del Posgrado Aragón*, 5(12), Article 12.
- Favi, C., Marconi, M., & Germani, M. (2019). Teaching eco-design by using LCA analysis of company's product portfolio: The case study of an Italian manufacturing firm. *Procedia CIRP*, 80, 452-457. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2019.01.032>
- FCFM. (2022). *Diploma en Gestión de la Sustentabilidad Organizacional—Universidad de Chile*. Educación Continua, U. de Chile. <https://www.uchile.cl/cursos/111675/diploma-gestion-de-la-sustentabilidad-organizacional>
- FCh. (2020, junio 2). *¿Qué establece el Decreto de Envases y Embalajes de la Ley REP?* [Web de noticias y reportajes]. FCh. <https://fch.cl/noticias/que-establece-el-decreto-de-envases-y-embalajes-de-la-ley-rep/>
- FCh. (2022). *Nuestro foco: Desarrollo sostenible*. FCh/ Home/Qué hacemos. <https://fch.cl/que-hacemos/>
- Fernández Viñe, M. B. (2010). *Propuesta metodológica dirigida a la Administración Pública para mejorar la ecoeficiencia de la industria. Aplicación al caso de las Pyme de*

- Venezuela [Universitat Politècnica de València].
<https://doi.org/10.4995/Thesis/10251/8963>
- Fernández, M. B., Gómez, T., & Capuz, S. (2009). Diagnóstico de la implantación de la ecoeficiencia en las pequeñas y medianas industrias venezolanas. *Anales de la Universidad Metropolitana*, 9(2), 119-136.
- Ferrer, J., & Escalante, R. (2013). Política Fiscal y Contaminación Ambiental. *Natura@economía*, 1(1), Article 1. <https://doi.org/10.21704/ne.v1i1.1418>
- Ffrench-Davis, R. (2001). *Entre el neoliberalismo y el crecimiento con equidad: Tres décadas de política económica en Chile*. CEPAL, Dolmen.
<https://www.cepal.org/es/publicaciones/1736-neoliberalismo-crecimiento-equidad-tres-decadas-politica-economica-chile>
- Figueras, A. J., & Morero, H. (2013). *La Teoría Del Consumo Y De Los Ciclos En Thorstein Veblen (Consumption and Cycles Theory in Thorstein Veblen)* (SSRN Scholarly Paper 2306257). Social Science Research Network.
<https://papers.ssrn.com/abstract=2306257>
- Foladori, G., & Pierri, N. (2005). *¿Sustentabilidad? Desacuerdo del desarrollo sustentable*. (1º, 1-2000). Universidad Autónoma de Zacatecas.
<https://diversidadlocal.files.wordpress.com/2012/09/desacuerdos-sobre-el-desarrollo-sustentable.pdf>
- Frohmann, A., Mulder, N., Olmos, X., & Exteriores, R. de C. M. de A. (2018). *Promoción de la innovación exportadora: Instrumentos de apoyo a las pymes*. CEPAL.
<https://repositorio.cepal.org/handle/11362/43363>
- Frosch, R. A., & Gallopoulos, N. E. (1989). Strategies for Manufacturing. *Scientific American*, 261(3), 144-152. <https://doi.org/10.1038/scientificamerican0989-144>
- Fuentealba-Cruz, M. (2011). Reflexión sobre impacto ambiental antrópico, desarrollo sustentable y educación ambiental. *UC Maule: Revista Académica Universidad Católica del Maule*, 41, 29-43.
- Fundación Forum Ambiental. (1999). *El reto de la ecoeficiencia, la productividad de los recursos y la Eco innovación en el sur de la UE*. Fundación Forum Ambiental.
<https://docplayer.es/5645364-Fundacio-forum-ambiental-el-reto-de-la-ecoeficiencia-la-productividad-de-los-recursos-y-la-ecoinnovacion-en-el-sur-de-la-ue.html>
- Gallopín, G. C. (2003). *Sostenibilidad y desarrollo sostenible: Un enfoque sistémico*. CEPAL. <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/5763>
- Gándara, A., & Villafán, K. (2019). CONTRIBUCIONES DE LA TEORÍA DE REDES HACIA LA SUSTENTABILIDAD. *Revista de la Facultad de Contaduría y Ciencias Administrativas*, 4(8), Article 8.
- García, I.-M., Gallego, I., & Zafra, J.-L. (2020). Do the ecoinnovation and ecodesign strategies generate value added in munificent environments? *Business Strategy and the Environment*, 29(3), 1021-1033. <https://doi.org/10.1002/bse.2414>

- García-López, C., Tesconi, S., & Mor, E. (2020). Design Toolkit, una plataforma de contenidos educativos sobre diseño de interacción. *Revista de la Asociación Interacción Persona Ordenador (AIPO)*, 1(2), Article 2.
- Garza, E. G. (2008). *De las teorías del desarrollo al desarrollo sustentable*: 39, 15.
- Gay, A., & Samar, L. (2007). *El diseño industrial en la historia* (2º). Tec.
- Geng, Y., & Doberstein, B. (2008). Developing the circular economy in China: Challenges and opportunities for achieving «leapfrog development». *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, 15(3), 231-239.
<https://doi.org/10.3843/SusDev.15.3:6>
- Gertsakis, J. (2001). Maximising Environmental Quality through Ecoredesign™. En *Sustainable Solutions* (p. 13). Routledge.
- Giampietro, M. (2019). On the Circular Bioeconomy and Decoupling: Implications for Sustainable Growth. *Ecological Economics*, 162, 143-156.
<https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2019.05.001>
- Gobierno país vasco. Departamento de ordenación de territorio y medio ambiente. (2003). *Medio Ambiente en la Comunidad Autónoma del País Vasco*. (1º). Ithobe Sociedad Pública de Gestión Ambiental.
https://issuu.com/ingurumena/docs/2003_dda227e615a392
- Goleman, D. (2012). *Inteligencia ecológica*. Editorial Kairós.
- Gómez, M. G., Kreiker, J., Peisino, L. E., & Raggioti, B. B. (2020). Fabricación de componentes constructivos con la fracción plástica de residuos provenientes del reciclado de RAEE. *AJEA*, 5, Article 5. <https://doi.org/10.33414/ajea.5.691.2020>
- González, C & Torres, R. (2012). *Diseño y consumo en la sociedad contemporánea* (1º). Designio.
- González, D. (2023, mayo 11). *México tiene el mayor mercado de lujo de Latinoamérica* [Web de noticias y reportajes]. América Retail. <https://www.america-retail.com/mexico/mexico-tiene-el-mayor-mercado-de-lujo-de-latinoamerica/>
- González, J. (2008). Las Cátedras Unesco. *Investigación y Postgrado*, 23(3), 321-344.
- Griffin, K. (2001). *Desarrollo humano: Origen, evolución e impacto* [Biblioteca de ensayos y documentos para el aprendizaje gratuito]. studylib.es.
<https://studylib.es/doc/4602548/desarrollo-humano-origen-evolucion-e-impacto>
- Grimal, L., Marty, P., Perez, S., Troussier, N., Perpignan, C., & Reyes, T. (2020). Case study: Located pedagogical situations to improve global sustainable skills in engineering education and universities. *Procedia CIRP*, 90, 766-771.
<https://doi.org/10.1016/j.procir.2020.02.136>
- Guillén, J. G. de, García, J. C., Gavidia, A., & Santana, A. G. V. (2020). Desarrollo sostenible: Desde la mirada de preservación del medio ambiente colombiano. *Revista de ciencias sociales*, 26(4), 293-307.
- GUNI. (2008). Red nacional holandesa para la introducción del desarrollo sostenible en los planes de Estudios de Educación Superior (Países Bajos). *La educación superior en el mundo*, 3, 256-258.

- Habib, K., Parajuly, K., & Wenzel, H. (2015). Tracking the Flow of Resources in Electronic Waste—The Case of End-of-Life Computer Hard Disk Drives. *Environmental Science & Technology*, 49(20), 12441-12449. <https://doi.org/10.1021/acs.est.5b02264>
- Haines-Gadd, M., Chapman, J., Lloyd, P., Mason, J., & Aliakseyeu, D. (2018). Emotional Durability Design Nine—A Tool for Product Longevity. *Sustainability*, 10(6), Article 6. <https://doi.org/10.3390/su10061948>
- Hanan, J. S. (2013). The Ecology of Empire: Wal-Mart's Rhetoric of Environmental Stewardship and the Constitutive Power of the Multitude. *Environmental Communication*, 7(4), 529-547. <https://doi.org/10.1080/17524032.2013.822011>
- Hands, V., & Anderson, R. (2017). Benchmarking Sustainability Research: A Methodology for Reviewing Sustainable Development Research in Universities. En W. Leal Filho (Ed.), *Sustainable Development Research at Universities in the United Kingdom: Approaches, Methods and Projects* (pp. 27-43). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-47883-8_3
- Harvey, D. (2014). *Seventeen Contradictions and The End of Capitalism* (1^o). Profile Books Ltda. <https://sites.middlebury.edu/hottopicstheory/files/2014/09/Seventeen-Contradictions-FIRST-PROOFS.pdf>
- Hasyim, M. (2017). The Metaphor of Consumerism. *Journal of Language Teaching and Research*, 8(3), 523. <https://doi.org/10.17507/jltr.0803.10>
- Hedrich, P., Brötz, N., & Pelz, P. F. (2018). Resilient Product Development—A New Approach for Controlling Uncertainty. *Applied Mechanics and Materials*, 885, 88-101. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMM.885.88>
- Heo, J., & 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), 421-437. <https://doi.org/10.1080/13527266.2017.1303623>
- Heras-Saizarbitoria, I., Garcia, M., Boiral, O., & Junguitu, A. (2020). The use of eco-efficiency indicators by environmental frontrunner companies. *Ecological Indicators*, 115, 106451. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.106451>
- Hernández, R. (2003). El hombre y el ambiente: «La ecoeficiencia como responsabilidad empresarial». *Anales de la Universidad Metropolitana*, 3(1), 235-253.
- Hildebrandt, J., Thrän, D., & Bezama, A. (2021). The circularity of potential bio-textile production routes: Comparing life cycle impacts of bio-based materials used within the manufacturing of selected leather substitutes. *Journal of Cleaner Production*, 287, 125470. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.125470>
- Hollmann, M. A. (2017). Construcción histórica del actual concepto de desarrollo sostenible: Antecedentes de problemáticas socioeconómicas y ambientales. *Ciencias Administrativas*, año 5, n.º 10. <https://doi.org/10.24215/23143738e008>
- Hoolohan, C., & Browne, A. L. (2020). Design thinking for practice-based intervention: Co-producing the change points toolkit to unlock (un)sustainable practices. *Design Studies*, 67, 102-132. <https://doi.org/10.1016/j.destud.2019.12.002>

- IHOBE. (2000). "Manual Práctico de Ecodiseño. Operativa de Implantación en 7 pasos" (1º). IHOBE S.A.
https://www.euskadi.eus/contenidos/documentacion/ekodiseinu7/es_def/adjuntos/PUB-2000-014-f-C-001.pdf
- IHOBE. (2000). *Manual Práctico de Ecodiseño. Operativa de Implantación en 7 pasos* (1º). IHOBE, S.A.
https://www.euskadi.eus/contenidos/documentacion/ekodiseinu7/es_def/adjuntos/PUB-2000-014-f-C-001.pdf
- Ihobe. (2016). *Ecodiseño para un Economía Circular*. Basque Ecodesign Center. Ihobe.
<http://www.basqueecodesigncenter.net/Paginas/Ficha.aspx?IdMenu=f56ec9fa-1abf-4092-ba10-dfbbcefce747&Idioma=es-ES>
- Ihobe. (2017). *Guía de ecodiseño de envases y embalajes*. (1º). Ihobe, Sociedad Pública de Gestión Ambiental.
https://www.euskadi.eus/contenidos/documentacion/ecodisenovases/es_def/adjuntos/envases_ihobe_ecoembes.pdf
- ILPES. NU.CEPAL. (1978). *Declaración de Cocoyoc*. 20.
- Instituto Nacional de Normalización, INN. (2013). *NCh-ISO14006:2013* [Institucional]. eCommerce INN. <https://ecommerce.inn.cl/nch-iso14006201345917>
- ISO/TC 207. (2006). *Environmental management—Life cycle assessment—Principles and framework (ISO 14040:2006)*. BSI Standards Publication.
- ISO/TC 207. (2011). *BS EN ISO Environmental management systems—Guidelines for incorporating ecodesign (ISO 14006:2011)*. BSI Standards Publication.
- Iturralde, C. (2019). Los paradigmas del desarrollo y su evolución: Del enfoque económico al multidisciplinario. *RETOS. Revista de Ciencias de la Administración y Economía*, 9(17), 7-23. <https://doi.org/10.17163/ret.n17.2019.01>
- Iuga, A., Popa, V., & Popa, L. (2017). Industrial Product Life Cycle Stages and Lifecycle Eco-design. En V. Majstorovic & Z. Jakovljevic (Eds.), *Proceedings of 5th International Conference on Advanced Manufacturing Engineering and Technologies* (pp. 365-374). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-56430-2_27
- Iuga, A., Popa, V., & Popa, L. (2017). Industrial Product Life Cycle Stages and Lifecycle Eco-design. En V. Majstorovic & Z. Jakovljevic (Eds.), *Proceedings of 5th International Conference on Advanced Manufacturing Engineering and Technologies* (pp. 365-374). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-56430-2_27
- Ivanova, M. N. (2011). Consumerism and the Crisis: Wither 'the American Dream'? *Critical Sociology*, 37(3), 329-350. <https://doi.org/10.1177/0896920510378770>
- Jara, P. (2018). Iniciativas del Estado Chileno a favor de la sostenibilidad; Desarrollo y resultados. *Sustentabilidad(es)*, 9(18), 3-27.
- Jones, C. (2010). A new generation of learners? The Net Generation and Digital Natives. *Learning, Media and Technology*, 35(4), 365-368.
<https://doi.org/10.1080/17439884.2010.531278>

- Jones, E., Harrison, D., & McLaren, J. (2001). Managing Creative Eco-innovation – Structuring outputs from Eco-innovation projects. *The Journal of Sustainable Product Design*, 1(1), 27-39. <https://doi.org/10.1023/A:1014494005565>
- Jones, E., Harrison, D., & McLaren, J. (s. f.). *Structuring outputs from Eco-innovation projects* Elies Jones is a research assistant in the Cleaner Electronics Research Group at Brunel University, where she is working on a research project in collaboration with Loughborough. 2.
- Julianelli, V., Caiado, R. G. G., Scavarda, L. F., & Cruz, S. P. de M. F. (2020). Interplay between reverse logistics and circular economy: Critical success factors-based taxonomy and framework. *Resources, Conservation and Recycling*, 158, 104784. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.104784>
- Keivanpour, S., & Ait Kadi, D. (2018). Strategic eco-design map of the complex products: Toward visualisation of the design for environment. *International Journal of Production Research*, 56(24), 7296-7312. <https://doi.org/10.1080/00207543.2017.1388931>
- Keoleian, G., & Menerey, D. (1993). *Life Cycle Design Guidance Manual. Environmental Requirements and The Product System*. Risk Reduction Engineering Laboratory. Office of Research and Development, U.S. Environmental Protection Agency. EPA/600/R-92/226. <https://css.umich.edu/sites/default/files/publication/CSS93-02.pdf>
- Keystone. Master Studies. (2022). *Mejores Másters en Estudios de Sostenibilidad en Alemania 2022* [Informativa]. master- maestrías. <https://www.master-maestrias.com/Alemania/>
- Kingston University. (2022). *Kingston University*. EAUC. The Alliance for Sustainability Leadership Education. https://www.eauc.org.uk/kingston_university
- Klöpffer, W. (2014). Introducing Life Cycle Assessment and its Presentation in 'LCA Compendium'. En W. Klöpffer (Ed.), *Background and Future Prospects in Life Cycle Assessment* (pp. 1-37). Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-94-017-8697-3_1
- 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, 613-621. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.02.005>
- Kosiol, M., Weidmann, D., Kammerl, D., & Lindemann, U. (2017). Potential of Common Methods to Integrate Sustainability Requirements in the Product Development Process: A Case Study. En M. Matsumoto, K. Masui, S. Fukushige, & S. Kondoh (Eds.), *Sustainability Through Innovation in Product Life Cycle Design* (pp. 61-76). Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-10-0471-1_5
- Küçüksayraç, E., & Arıburun Kırca, L. N. E. (2020). Integrating sustainability into project-based undergraduate design courses. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 21(2), 353-371. <https://doi.org/10.1108/IJSHE-07-2019-0230>
- Küçüksayraç, E., & Arıburun Kırca, L. N. E. (2020). Integrating sustainability into project-based undergraduate design courses. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 21(2), 353-371. <https://doi.org/10.1108/IJSHE-07-2019-0230>

- Labandeira, X., León, C. J., & Vázquez, M. X. (2007). *Economía ambiental*. Pearson.
<http://190.57.147.202:90/jspui/bitstream/123456789/525/1/Economia%20Ambienta%20Labandeira.pdf>
- Lagos, G. (2015). Requerimientos y desafíos ambientales para la minería chilena. *Inserción Global y Medio Ambiente*, 173-203.
<https://bibliotecadigital.ciren.cl/handle/20.500.13082/18988>
- Lander, E. (2011). *El lobo se viste con piel de cordero* (Justicia Agraria y Ambiental, p. 10). Transnational Institute. <https://www.tni.org/es/publicacion/la-economia-verde-el-lobo-se-viste-con-piel-de-cordero>
- Landes, D.S. (1979). *Progreso tecnológico y revolución Industrial*. Tecnos.
- Lanz, R., Miroudot, S., & Nordås, H. (2013). Offshoring of Tasks: Taylorism Versus Toyotism. *World Economy*, 36. <https://doi.org/10.1111/twec.12024>
- Larrouyet, M. C. (s. f.). *Desarrollo sustentable: Origen, evolución y su implementación para el cuidado del planeta*. 47.
- Leal Filho, W. (2015). Education for Sustainable Development in Higher Education: Reviewing Needs. En W. Leal Filho (Ed.), *Transformative Approaches to Sustainable Development at Universities: Working Across Disciplines* (pp. 3-12). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-08837-2_1
- Leal, J. (2005). *Ecoeficiencia: Marco de análisis, indicadores y experiencias*. CEPAL, División de Desarrollo Sostenible y Asentamientos Humanos.
<https://repositorio.cepal.org/handle/11362/5644>
- Leal, J. (2006). PYME y medio ambiente en Chile: Desafíos públicos y oportunidades privadas. *Revista Interamericana de Ambiente y Turismo - RIAT*, 2(1), Article 1.
<https://doi.org/10.4067/riatvol2iss1pp40-49%0718-235X>
- Lehni, M., & World Business Council for Sustainable Development. (2000). *Eco-efficiency: Creating more value with less impact*. WBCSD.
https://libroweb.alfaomega.com.mx/book/733/free/ovas_statics/unid2/PDF_Ingles/Eco_Efficiency.pdf
- Leuphana University Lüneburg. (2022). *Sustainability Science—Masters Programme at Leuphana Graduate School*. Leuphana University Lüneburg.
<https://www.leuphana.de/en/graduate-school/masters-programmes/sustainability-science.html>
- Lewis, H., Gertsakis, J., Horne, R., & Ryan, C. (2016). Reflecting on the Centre for Design's Contribution to Research and Practice. *RMIT Design Archives Journal*, 6(1), 6-19.
- Ley Marco para la Gestión de Residuos la Responsabilidad Extendida del Productor y Fomento al Reciclaje—Ley N° 20.920, 20920, 45 (2016). <https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2015/06/Ley-REP-Ley-No20920.pdf>
- Liao, T.-Y. (2018). Reverse logistics network design for product recovery and remanufacturing. *Applied Mathematical Modelling*, 60, 145-163.
<https://doi.org/10.1016/j.apm.2018.03.003>

- Licciardello, F. (2017). Packaging, blessing in disguise. Review on its diverse contribution to food sustainability. *Trends in Food Science & Technology*, 65, 32-39. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2017.05.003>
- Lin, J.-Y. (2017). Balancing industry collaboration and academic innovation: The contingent role of collaboration-specific attributes. *Technological Forecasting and Social Change*, 123, 216-228. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2016.03.016>
- Lipovetsky, G. (2006). *La era del vacío*. Anagrama.
- Lipovetsky, G., & Serroy, J. (2015). *La estetización del mundo Vivir en la época del capitalismo artístico* (1º). Anagrama. <http://esferapublica.org/nfblog/wp-content/uploads/2017/02/la-estetizacion-del-mundo-lipovetsky-anagrama.pdf>
- Lipovetsky, G., Hernández, F., & López, C. (2013). *El imperio de lo efímero: La moda y su destino en las sociedades modernas*. Editorial Anagrama.
- Llanos, J., Del Campo, P., Muñoz, R., & Aguirre, P. (2014). Indicador de ecoeficiencia calculado mediante los residuos generados en el embalaje de uva de mesa en Chile. 10. https://www.researchgate.net/publication/269991158_Indicador_de_ecoeficiencia_calculado_mediante_los_residuos_generados_en_el_embalaje_de_uva_de_mesa_en_Chile
- López-Roldán, P., & Fachelli, S. (2015). *Metodología de la investigación social cuantitativa*. Cap.3.6 (1º). 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>
- Lovins, A. B., Lovins, L. H., & Hawken, P. (2007, julio 1). A Road Map for Natural Capitalism. *Harvard Business Review*. <https://hbr.org/2007/07/a-road-map-for-natural-capitalism>
- Lucio, G. M., Soledad, C. V. M., & Gerardo, R. G. M. (s. f.). *METODOLOGÍA DE DISEÑO DE PRODUCTOS RESPETUOSOS CON EL MEDIO AMBIENTE*. 8.
- Lucio, G. M., Soledad, C. V. M., & Lorenzo, S. A. S. (s. f.). *ECODISEÑO DE PRODUCTOS Y PROCESOS PARA EL DESARROLLO ECONÓMICO DE LA REGIÓN CIÉNEGA DE JALISCO*. RESULTADOS. 20.
- Lyle, J. (1996). *Regenerative Design for Sustainable Development*. John Wiley & Sons Inc.
- Ma, J., Kremer, G. E. O., & Ray, C. D. (2018). A comprehensive end-of-life strategy decision making approach to handle uncertainty in the product design stage. *Research in Engineering Design*, 29(3), 469-487. <https://doi.org/10.1007/s00163-017-0277-0>
- MacArthur, F. E. (2015). *Growth within: A circular economy vision for a competitive Europe* (p. 96). Foundation and McKinsey Center. <https://ellenmacarthurfoundation.org/growth-within-a-circular-economy-vision-for-a-competitive-europe>
- MacArthur, F. E. (2015a). *Hacia una economía circular: Motivos económicos para una transición acelerada* (p. 22).

- https://archive.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/publications/Executive_summary_SP.pdf
- MacArthur, F. E. (2015b). *Towards a Circular Economy: Business rationale for an accelerated transition* | Shared by Business. <https://ellenmacarthurfoundation.org/publications>.
<https://emf.thirdlight.com/link/ip2fh05h21it-6nvypm/@/preview/1?o>
- Macías, C., & Urqujeta, T. (2021, noviembre 25). *Sonrisa Circular, el programa de reciclaje de Soprole que busca darle una nueva vida a los envases de yoghurt, postres y leches* | *Piensa Circular* [Web de de información y educación]. Piensa Circular. Hazlo diferente. Hazlo sustentable – Información y educación para una Economía Circular. <https://www.piensacircular.com/2021/11/25/sonrisa-circular-el-programa-de-reciclaje-de-soprole-que-busca-darle-una-nueva-vida-a-los-envases-de-yoghurt-postres-y-leches/>
- Mac-lean, C., Vargas, L. S., Uribe, G., Aldea, C., Lares, L., & Mercado, O. (2020). Sustainability governing entities in higher education throughout Chile. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 22(2), 363-379. <https://doi.org/10.1108/IJSHE-04-2020-0119>
- Madariaga, F. J. G. (2013). *Ecoeficiencia: Propuesta de diseño para el mejoramiento ambiental*. Editorial Universitaria - Libros UDG.
- Madge, P. (1997). Ecological Design: A New Critique. *Design Issues*, 13(2), 44-54. <https://doi.org/10.2307/1511730>
- Malerba, F., & McKelvey, M. (2020). Knowledge-intensive innovative entrepreneurship integrating Schumpeter, evolutionary economics, and innovation systems. *Small Business Economics*, 54(2), 503-522. <https://doi.org/10.1007/s11187-018-0060-2>
- Manzano, M. G. (2022). Rol del Ecodiseño en la Industria Chilena del Plástico. *Tekhné*, 25(1), Article 1.
- Manzini, E. (1992). *Limits and Possibilities of Ecodesign; From the «ecological re-design» of products to the suggestion of «new environmental scenarios»*. [Text]. Limits and Possibilities of Ecodesign by Ezio Manzini. <https://sckool.org/limits-and-possibilities-of-ecodesign-by-ezio-manzini.html>
- Manzini, E. (1996). *Artefactos. Hacia una nueva Ecología del ambiente artificial* (1° Reimpresión). Celeste Ediciones. <https://es.scribd.com/document/524749337/Manzini-artefactos-libro-1-2>
- Manzini, E., & Bigues, J. (2000). *Ecología y democracia: De la injusticia ecológica a la democracia ambiental* (Vol. 25). Icaria Editorial.
- Manzini, E., & Bigues, J. (2000). *Ecología y democracia: De la injusticia ecológica a la democracia ambiental* (Vol. 25). Icaria Editorial.
- Manzini, E., & Jegou, F. (2003). *Quotidiano Sostenibile*. Edizioni Ambiente.
- Marchioni, M. (1999). *Comunidad, participación y desarrollo*. Popular S.A. <https://comunidadmdq.files.wordpress.com/2014/04/comunidad-participacion3b3n-y-desarrollo-m-marchioni.pdf>

- Marconi, M., & Favi, C. (2020). Eco-design teaching initiative within a manufacturing company based on LCA analysis of company product portfolio. *Journal of Cleaner Production*, 242, 118424. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118424>
- Martínez Peinado, J. (2011). La estructura teórica centro/periferia y el análisis del sistema económico global: ¿obsoleta o necesaria? *Revista de economía mundial*, 29, 27-57.
- Martínez, A. N., & Porcelli, A. M. (2018). Estudio sobre la economía circular como una alternativa sustentable frente al ocaso de la economía tradicional (primera parte). *LEX*, 16(22). <https://doi.org/10.21503/lex.v16i22.1659>
- Marx, K. (1976). *El Capital. Crítica de la economía política. Libro primero: El proceso de producción del capital*. Ediciones AKAL.
- Max-Neef, M. A., Elizalde, A., & Hopenhayn, M. (1994). *Desarrollo a escala humana: Conceptos, aplicaciones y algunas reflexiones* (1. ed). Icaria. https://www.max-neef.cl/descargas/Max_Neef-Desarrollo_a_escala_humana.pdf
- McDonough, W., & Braungart, M. (2005). *Cradle to cradle. Rediseñando la forma en que hacemos las cosas de la cuna a la cuna* (1°). Mc Graw Hill.
- Menéndez, M. I. (2019). Entre la cooptación y la resistencia: De la Femvertising a la Publicidad Profem. 15-38. <https://doi.org/10.6035/Recerca.2019.24.2.2>
- Menke, C. (2004). La reflexión en lo estético y su significado ético. Una crítica a la solución kantiana. *Enrahonar. An international journal of theoretical and practical reason*, 36, 139-151. <https://doi.org/10.5565/rev/enrahonar.371>
- Michelsen, G. (2003). Las Universidades y la Agenda 21: El ejemplo de la Universidad de Lüneburg. *Polis. Revista Latinoamericana*, 5, Article 5. <https://journals.openedition.org/polis/6894>
- Michelsen, O., Fet, A. M., & Dahlsrud, A. (2006). Eco-efficiency in extended supply chains: A case study of furniture production. *Journal of Environmental Management*, 79(3), 290-297. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2005.07.007>
- Millennium Ecosystem Assessment. (2005). *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*. Island Press. <https://www.millenniumassessment.org/documents/document.356.aspx.pdf>
- Ministerio de Economía, Fomento y Turismo. (2019, marzo 12). *Quinta Encuesta Longitudinal de Empresas (ELE5)*. Ministerio de Economía, Fomento y Turismo. Gobierno de Chile. <https://www.economia.gob.cl/2019/03/12/quinta-encuesta-longitudinal-de-empresas-ele5.htm>
- Ministerio para la Transición Ecológica, España. (2023). *Documentos de conclusiones MTD (decisiones DEI)* [Web información ministerial]. PRTR España | Registro Estatal de Emisiones y Fuentes Contaminantes (PRTR-España). <https://prtr-es.es/documentos/documentos-mejores-tecnicas-disponibles>
- Miranda de Souza, V., & Borsato, M. (2016). Combining Stage-Gate™ model using Set-Based concurrent engineering and sustainable end-of-life principles in a product development assessment tool. *Journal of Cleaner Production*, 112, 3222-3231. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.06.013>

- Mitsch, W. J., & Jørgensen, S. E. (2003). *Ecological Engineering and Ecosystem Restoration* (2°). John Wiley & Sons.
[https://books.google.cl/books?hl=es&lr=&id=ZlqTWHTA2bMC&oi=fnd&pg=PP11&dq=Mitsch,+WJ.+%26+J%C3%B8rgensen,+SE.+\(2003\).+Ecological+Engineering+and+Ecosystem+Restoration.+John+Wiley+%26+Sons.&ots=2_kLP2AWK2&sig=uDPOiS6n_p-TNmws-woO_3KIHbo#v=onepage&q=Mitsch%2C%20WJ.%20%26%20J%C3%B8rgensen%2C%20SE.%20\(2003\).%20Ecological%20Engineering%20and%20Ecosystem%20Restoration.%20John%20Wiley%20%26%20Sons.&f=false](https://books.google.cl/books?hl=es&lr=&id=ZlqTWHTA2bMC&oi=fnd&pg=PP11&dq=Mitsch,+WJ.+%26+J%C3%B8rgensen,+SE.+(2003).+Ecological+Engineering+and+Ecosystem+Restoration.+John+Wiley+%26+Sons.&ots=2_kLP2AWK2&sig=uDPOiS6n_p-TNmws-woO_3KIHbo#v=onepage&q=Mitsch%2C%20WJ.%20%26%20J%C3%B8rgensen%2C%20SE.%20(2003).%20Ecological%20Engineering%20and%20Ecosystem%20Restoration.%20John%20Wiley%20%26%20Sons.&f=false)
- Mitsch, W. J., & Jørgensen, S. E. (2003). *Ecological Engineering and Ecosystem Restoration* (2°). John Wiley & Sons.
[https://books.google.cl/books?hl=es&lr=&id=ZlqTWHTA2bMC&oi=fnd&pg=PP11&dq=Mitsch,+WJ.+%26+J%C3%B8rgensen,+SE.+\(2003\).+Ecological+Engineering+and+Ecosystem+Restoration.+John+Wiley+%26+Sons.&ots=2_kLP2AWK2&sig=uDPOiS6n_p-TNmws-woO_3KIHbo#v=onepage&q=Mitsch%2C%20WJ.%20%26%20J%C3%B8rgensen%2C%20SE.%20\(2003\).%20Ecological%20Engineering%20and%20Ecosystem%20Restoration.%20John%20Wiley%20%26%20Sons.&f=false](https://books.google.cl/books?hl=es&lr=&id=ZlqTWHTA2bMC&oi=fnd&pg=PP11&dq=Mitsch,+WJ.+%26+J%C3%B8rgensen,+SE.+(2003).+Ecological+Engineering+and+Ecosystem+Restoration.+John+Wiley+%26+Sons.&ots=2_kLP2AWK2&sig=uDPOiS6n_p-TNmws-woO_3KIHbo#v=onepage&q=Mitsch%2C%20WJ.%20%26%20J%C3%B8rgensen%2C%20SE.%20(2003).%20Ecological%20Engineering%20and%20Ecosystem%20Restoration.%20John%20Wiley%20%26%20Sons.&f=false)
- MMA. (2010). *Diagnostico producción, importación y distribución de productos electrónicos y manejo de los equipos fuera de uso* (p. 155) [Informe final]. Ministerio del Medio Ambiente, Gobierno de Chile,. <https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2015/07/Diagnostico-equipos-de-informatica-aparatos-electricos-y-lamparas-2010.pdf>
- MMA. (2016). *Ley Marco para la gestión de residuos, responsabilidad extendida del productor y fomento al reciclaje*. [Presentación informativa tramitación de ley]. Presentación de conceptos generales y alcances, Santiago de Chile.
https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2015/06/Presentacion-LEY-REP-20920_Junio_2016.pdf
- MMA. (2017). *Certificación ambiental en educación superior: Las 14 universidades más sustentables de Chile* [Noticias]. mma.gob.cl. <https://mma.gob.cl/certificacion-ambiental-en-educacion-superior-las-14-universidades-mas-sustentables-de-chile/>
- MMA. (2019). *Análisis general de impacto económico y social de metas de recolección y valorización para el producto prioritario «Envases y Embalajes», contenido en la ley 20.920*. (Análisis general de impacto económico y social (AGIES), p. 77) [Anteproyecto de metas de Recolección y Valorización para el producto prioritario]. División de Información y Economía Ambiental Ministerio del Medio Ambiente, Gobierno de Chile. <https://rechile.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2019/06/60-AGIES-ENVASES-Y-EMBALAJES-2.pdf>
- MMA. (2022a). *Historia del Ministerio del Medio Ambiente* [Institucional]. mma.gob.cl. <https://mma.gob.cl/historia/>
- MMA. (2022b). *MMA. Estructura organizacional*. mma.gob.cl. <https://mma.gob.cl/estructura-organizacional/>

- Molina, J. (2018, noviembre 6). Gobierno inicia discusión que fijará metas de envases y embalajes, el corazón de la Ley REP [Informativa]. *País Circular*.
<https://www.paiscircular.cl/sin-categoria/gobierno-inicia-discusion-que-fijara-metas-de-envases-y-embalajes-el-corazon-de-la-ley-rep/>
- Molina, J. (2019, abril 16). Pacto por los Plásticos en Chile parte con siete empresas y cuatro metas definidas para 2025 [Web de noticias]. *País Circular*.
<https://www.paiscircular.cl/industria/pacto-por-los-plasticos-en-chile-parte-con-siete-empresas-y-cuatro-metas-definidas-para-el-ano-2025/>
- Mollison, B., & Slay, R. M. (1999). *Introducción a la permacultura*. Tagari.
https://ecocosas.com/wp-content/uploads/Biblioteca/perma/Introduccion_a_la_Permacultura-Bill_Mollison.pdf
- Morales, E. D., Florêncio, J. G., Morales Martínez, E. D., & Florêncio, J. G. (2018). El debate sobre decolonialidad, aspectos indígenas y medio ambiente en América Latina. Un análisis sobre el estado del arte. *Foro internacional*, 58(1), 131-160.
<https://doi.org/10.24201/fi.v58i1.2485>
- Morseletto, P. (2020). Targets for a circular economy. *Resources, Conservation and Recycling*, 153, 104553. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.104553>
- Moulian, T. (2002). *Chile actual: Anatomía de un mito*. LOM.
- Mourtzis, D., Boli, N., Dimitrakopoulos, G., Zygomalas, S., & Koutoupes, A. (2018). Enabling Small Medium Enterprises (SMEs) to improve their potential through the Teaching Factory paradigm. *Procedia Manufacturing*, 23, 183-188.
<https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.04.014>
- Muñiz, R. (2017). Biomimética. Herramientas de Diseño Inspiradas en la Naturaleza. *Tekhné*, 20(2).
<https://revistasenlinea.saber.ucab.edu.ve/temas/index.php/tekhne/article/view/3450>
- Muñoz, A. (2014). La educación ambiental en Chile, una tarea aún pendiente. *Ambiente & Sociedad*, 17, 177-198. <https://doi.org/10.1590/S1414-753X2014000300011>
- Naciones Unidas. (2015). *Informe del comité intergubernamental de expertos en financiación del desarrollo sostenible* (p. 75). Naciones Unidas.
https://www.un.org/esa/ffd/wp-content/uploads/2015/03/ICESDF_sp.pdf
- Naess, A. (2007). Los movimientos de la ecología superficial y la ecología profunda: Un resumen. *REVISTA AMBIENTE Y DESARROLLO de CIPMA*, 23(1), 98-101.
- Nebel, B. J., & Wright, R. T. (1999). *Ciencias ambientales: Ecología y desarrollo sostenible*. Pearson Educación.
- Niño, A. (2012). *La americanización de España*. Los Libros de la Catarata.
- Nuij, R. (2001). Eco-innovation: Helped or hindered by Integrated Product Policy. *The Journal of Sustainable Product Design*, 1(1), 49-51.
<https://doi.org/10.1023/A:1014426619344>
- Núñez, C., & Alías, J. A. (2015). *Ecodiseño: Manzana de Discordia*. (1º). Alvi Books Ltd.
- O'Connor. (2001). *Causas Naturales. Ensayos de marxismo ecológico* (1º). Siglo XXI editores.

- OECD & Economic Commission for Latin America and the Caribbean. (2012). *Perspectivas económicas de América Latina 2013: Políticas de pymes para el cambio estructural*. OECD. <https://doi.org/10.1787/leo-2013-es>
- OECD (Ed.). (2012). *Políticas de pymes para el cambio estructural*. Ocede.
- OECD, & Eurostat. (1999). *The Environmental Goods and Services Industry: Manual for Data Collection and Analysis* | READ online. Oecd-ilibrary.Org. https://read.oecd-ilibrary.org/industry-and-services/the-environmental-goods-and-services-industry_9789264173651-en
- OECD. (2002). *Análisis sobre la Ecoeficiencia: Logros en los países de la OCDE*. OECD Publishing. <https://www.oecd-ilibrary.org/docserver/9789264192133-sum-es.pdf?expires=1654025445&id=id&accname=guest&checksum=7BE3ADBB3003913A48E12A90E6F9E008>
- Ohno, T. (2017). *El sistema de producción Toyota: Más allá de la producción a gran escala*. Routledge.
- Olsen, S. I., Fantke, P., Laurent, A., Birkved, M., Bey, N., & Hauschild, M. Z. (2018). Sustainability and LCA in Engineering Education – A Course Curriculum. *Procedia CIRP*, 69, 627-632. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2017.11.114>
- Olsen, S. I., Fantke, P., Laurent, A., Birkved, M., Bey, N., & Hauschild, M. Z. (2018). Sustainability and LCA in Engineering Education – A Course Curriculum. *Procedia CIRP*, 69, 627-632. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2017.11.114>
- Onaindia, M. (2004). *El desarrollo sostenible y la educación desde la cátedra UNESCO de la UPV/EHU*. 15-19. https://www.ehu.eus/cdsea/web/wp-content/uploads/2016/11/Libro_Ponencias.pdf
- Onaindia, M. (2007). *Educación Universitaria para la sostenibilidad*. 15-18. https://www.ehu.eus/cdsea/web/wp-content/uploads/2016/11/Libro_Seminario.pdf#page=10
- Organización Internacional de Estandarización. (2006). *ISO 14040:2006(es), Gestión ambiental—Análisis del ciclo de vida—Principios y marco de referencia* [Online Browsing Platform (OBP)]. ISO. <https://www.iso.org/obp/ui#iso:std:iso:14040:ed-2:v1:es>
- Otero, M., Pastor, A., Portela, J. M., Viguera, J. L., & Huerta, M. (2011). Methods of Analysis for a Sustainable Production System. En *Climate Change—Research and Technology for Adaptation and Mitigation* (1°). IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/24237>
- Palacios, J. C. (2004). *DESARROLLO TECNOLÓGICO EN LA PRIMERA REVOLUCIÓN INDUSTRIAL*. 17, 17.
- Palmarola, H. (2001). Entrevista a Gui Bonsiepe. *ARQ (Santiago)*, 49, 54-56. <https://doi.org/10.4067/S0717-69962001004900029>
- Pålsson, H. (2018). *Packaging Logistics: Understanding and managing the economic and environmental impacts of packaging in supply chains* (1.ª ed.). Kogan Page Publishers.
- Paltrinieri, R., & Esposti, P. D. (2013). Processes of Inclusion and Exclusion in the Sphere of Prosumerism. *Future Internet*, 5(1), Article 1. <https://doi.org/10.3390/fi5010021>

- Papanek, V. (2014). *Diseñar para el mundo real* (1°). Pollen Edicions.
- Papanek, V. (2021). *The Green Imperative Ecology and Ethics in Design and Architecture*. Thames & Hudson.
- Pardo, I. L. (2015). *SOBRE EL DESARROLLO SOSTENIBLE Y LA SOSTENIBILIDAD: CONCEPTUALIZACIÓN Y CRÍTICA*. 19.
- Park, Y. J., & Fray, D. J. (2009). Recovery of high purity precious metals from printed circuit boards. *Journal of Hazardous Materials*, 164(2-3), 1152-1158.
<https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2008.09.043>
- Pauli, G. (2011). *La economía azul*. Tusquets Editores.
- Pauli, G. (2011). *La economía azul*. Tusquets Editores.
- Pearce, D., & Turner, R. K. (1995). *Economía de los recursos naturales*. Celeste Ediciones.
- Perpignan, C., Robin, V., Baouch, Y., & Eynard, B. (2020). Identification of contribution and lacks of the ecodesign education to the achievement of sustainability issues by analyzing the French education system. *AI EDAM. Cambridge Core*, 34(1), 4-16.
<https://doi.org/10.1017/S0890060419000465>
- Peters, D., Loke, L., & Ahmadvpour, N. (2021). Toolkits, cards and games – a review of analogue tools for collaborative ideation. *CoDesign*, 17(4), 410-434.
<https://doi.org/10.1080/15710882.2020.1715444>
- Piekarski, C. M., Puglieri, F. N., Araújo, C. K. de C., Barros, M. V., & Salvador, R. (2019). LCA and ecodesign teaching via university-industry cooperation. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 20(6), 1061-1079. <https://doi.org/10.1108/IJSHE-11-2018-0206>
- Piñero, F. (2004). El modo de desarrollo industrial Fordista-Keynesiano: Características, Crisis y reestructuración del capitalismo. *Contribuciones a la economía*, 18.
- Piquer, M. P., & Bartoll, Ó. C. (2018). El lugar del individuo en la era post-postmoderna. Sociedad, educación y ciudadanía tras la postmodernidad. *Pensamiento. Revista de Investigación e Información Filosófica*, 74(282), Article 282.
<https://doi.org/10.14422/pen.v74.i282.y2018.004>
- PNUD, Vincular, & Acción Empresas. (2019). *Reporte. Grandes Empresas y sostenibilidad en Chile: Alcances de la implementación de la agenda 2030 en el sector privado* (p. 36). <https://www.undp.org/es/chile/publications/grandes-empresas-y-sostenibilidad-en-chile-alcances-de-la-implementaci%C3%B3n-de-la-agenda-2030-en-el-sector-privado>
- PNUD. (2015). *Folleto sobre los Objetivos de Desarrollo Sostenible*. Publicaciones del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.
https://www.undp.org/sites/g/files/zskgke326/files/publications/es/SDGs_Booklet_Web_Sp.pdf
- Ponce, J., & Colamarco, I. L. (2020). Ecoeficiencia Empresarial, un repaso sobre su implementación en América Latina. *593 Digital Publisher CEIT*, 5(5-1), 252-263.
- Poveda-Santana, I. (2013). El desarrollo sostenible a nivel empresarial. *Ciencia en su Pc*, 1, 100-111.

- Prajapati, H., Kant, R., & Shankar, R. (2019). Bequeath life to death: State-of-art review on reverse logistics. *Journal of Cleaner Production*, 211, 503-520.
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.11.187>
- Protomastro, G. F. (2013). Minería urbana y la gestión de los residuos electrónicos. En *Catálogo de Medio ambiente* (1º). Ediciones ISALUD.
<https://medioambiente.ulibros.com/mineria-urbana-y-la-gestion-de-los-residuos-electronicos-m9nuz.html>
- Pulido, G. M. L., & Colín, G. (s. f.). *SOCIEDAD DE CONSUMO Y CULTURA CONSUMISTA*. 6.
- Rangel, J. (2019, marzo 12). *Quinta Encuesta Longitudinal de Empresas (ELE5)* [Web información ministerial]. Ministerio de Economía, Fomento y Turismo.
<https://www.economia.gob.cl/2019/03/12/quinta-encuesta-longitudinal-de-empresas-ele5.htm>
- Retamoso, C. E. F. (2007). *Producción limpia, contaminación y gestión ambiental*. Pontificia Universidad Javeriana.
- Reybet, Juan M. (s. f.). *PROCESO DE DISEÑO FASES PARA EL DESARROLLO DE PRODUCTOS*. Recuperado 13 de noviembre de 2019, de
https://www.academia.edu/11585438/PROCESO_DE_DISE%C3%91O_FASES_PARA_EL_DESARROLLO_DE_PRODUCTOS
- Ricalde, C. D. L., López-Hernández, E. S., & Peniche, I. A. (2005). Desarrollo sustentable o sostenible: Una definición conceptual. *Horizonte Sanitario*, 4(2).
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=457845044002>
- Riechmann, J., & Fernández, F. (1994). *Redes que dan libertad. Introducción a los nuevos movimientos sociales*. Paidós Ibérica.
- Rincón, E., & Wellens, A. (2011). Cálculo de indicadores de ecoeficiencia para dos empresas ladrilleras mexicanas. *Revista internacional de contaminación ambiental*, 27(4), 333-345.
- Rodrigues, V. P., Pigosso, D. C. A., & McAlloone, T. C. (2017). Measuring the implementation of ecodesign management practices: A review and consolidation of process-oriented performance indicators. *Journal of Cleaner Production*, 156, 293-309.
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.04.049>
- Rojas, J. (s. f.). *Capítulo 4: Metodología de Valuación*. 65.
- Rona, N. (2019). *Chile: Acuerdos de Producción Limpia. Estudio de caso*. Programa Euro-clima+. <https://ledslac.org/wp-content/uploads/2019/09/EdC-APL-Chile-30.07.19-vf.pdf>
- Rondón, E., & Szantó, M. (2012). *Ecoeficiencia y desarrollo de infraestructura urbana sostenible en Asia y América Latina: Residuos y reducción de gases de efecto invernadero: el caso de Chile*. CEPAL. <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/4025>
- Rosendal, N. (2019). Alienation, neoliberalism and education. *Social Work & Society*, 17(1), Article 1.
- Rossi, M., Germani, M., & Zamagni, A. (2016). Review of ecodesign methods and tools. Barriers and strategies for an effective implementation in industrial companies.

- Journal of Cleaner Production*, 129, 361-373.
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.04.051>
- Rovira, S., Patiño, J., & Schaper, M. (s. f.). *Ecoinnovación y producción verde*. 105.
- Rozzi, R. (2007). De las ciencias ecológicas a la ética ambiental. *Revista chilena de historia natural*, 80(4), 521-534. <https://doi.org/10.4067/S0716-078X2007000400012>
- Ruiz-Gómez, M. M. (2016). Claves paisajísticas de la conformación de algunos parques nacionales muy significativos en Estados Unidos y México, y su relación con la política española de parques nacionales. *Estudios Geográficos*, 77(281), Article 281.
<https://doi.org/10.3989/estgeogr.201619>
- Sachs, I. (1974). Ecodesarrollo: Un aporte a la definición de estilos de desarrollo para América Latina. *Estudios Internacionales*, 7(25), Article 25.
<https://doi.org/10.5354/rei.v7i25.17549>
- Sáenz, O. (2015). TRAJETÓRIA E RESULTADOS DO PROJETO RISU NO CONTEXTO DE ARIUSA. *Revista Contrapontos*, 15(2), Article 2.
<https://doi.org/10.14210/contrapontos.v15n2.p137-164>
- Sáenz, O. (2017). Diagnósticos regionales sobre la institucionalización del compromiso ambiental en la Educación Superior de América Latina y el Caribe. *Revista Contrapontos*, 17, 654-671. <https://doi.org/10.14210/contrapontos.v17n4.p654-671>
- Safdar, N., Khalid, R., Ahmed, W., & Imran, M. (2020). Reverse logistics network design of e-waste management under the triple bottom line approach. *Journal of Cleaner Production*, 272, 122662. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122662>
- Salazar, E. M. G. (s. f.). *Economía ecológica frente a economía industrial*. 18.
- Sanabria, Á. (2018). La Economía del carbono: Una adicción de difícil tratamiento. *Ciencia Política*, 13(25), Article 25. <https://doi.org/10.15446/cp.v12n25.69341>
- Sánchez Padilla, A. (2016). ¿En defensa de la Doctrina Monroe? Los desencuentros en América Latina entre España y Estados Unidos (1880-1890). *Historia Crítica*, 62, Article 62.
- Sánchez, A. (2017). ¿En defensa de la Doctrina Monroe? Los desencuentros en América Latina entre España y Estados Unidos (1880-1890)[*]. *Historia Crítica*, 62, 13-33.
<https://doi.org/10.7440/histcrit62.2016.01>
- Sánchez-Ancochea, D. (2015). ¿Son los países desarrollados y en vías de desarrollo estructuralmente diferentes?: Un análisis del pensamiento de Kalecki. *Encrucijada Americana*, 7(2), 37-61.
- Sandoval, F., Hasbún, B., & García, F. (2017). A Comprehensive Sustainability Policy at the School of Economics and Business, Universidad de Chile. En W. Leal Filho, C. Skanavis, A. do Paço, J. Rogers, O. Kuznetsova, & P. Castro (Eds.), *Handbook of Theory and Practice of Sustainable Development in Higher Education: Volume 2* (Vol. 2, pp. 353-367). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-47889-0_25
- Sandoval, V. P., Jaca, C., & Ormazabal, M. (2017). Economía circular. *Memoria Investigaciones en Ingeniería*, 15, Article 15.

- Sanjuán, C. R. (2013). El fetichismo y la cosificación de las relaciones sociales en el sistema capitalista. *Praxis Filosófica*, 33, 193-206.
<https://doi.org/10.25100/pfilosofica.v0i33.3410>
- Sanz, F. (2014). *Ecodiseño un nuevo concepto en el desarrollo de productos. Lección inaugural del curso 2003/2004*. Universidad de La Rioja, servicio de publicaciones.
- Sauvé, L. (2005). Uma cartografia das correntes em educação ambiental. En *Educação ambiental: Pesquisa e desafios* (1º, pp. 17-46). Artmed.
https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4586522/mod_resource/content/1/sauve%20correntes%20EA.pdf
- Scarfi, J. P. (2020). Denaturalizing the Monroe Doctrine: The rise of Latin American legal anti-imperialism in the face of the modern US and hemispheric redefinition of the Monroe Doctrine. *Leiden Journal of International Law*, 33(3), 541-555.
<https://doi.org/10.1017/S092215652000031X>
- Schmidheiny, S., & Timberlake, L. (1992). *Changing Course: A Global Business Perspective on Development and the Environment*. MIT Press.
- Serrano, Á. G. V. (2018). El Estado del bienestar. Un reto para la democracia. *Estudios de Deusto*, 66(1), Article 1. [https://doi.org/10.18543/ed-66\(1\)-2018pp349-374](https://doi.org/10.18543/ed-66(1)-2018pp349-374)
- Signoret, C., Caro-Bretelle, A.-S., Lopez-Cuesta, J.-M., Ienny, P., & Perrin, D. (2019). MIR spectral characterization of plastic to enable discrimination in an industrial recycling context: II. Specific case of polyolefins. *Waste Management*, 98, 160-172.
- Silva, E. A. (s. f.). *Consumo simbólico en la configuración de estilos de vida de los tweens*. 16.
- Silva, U. (2019). *Guía para Comunicadores y Periodistas. Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE). Guía para Comunicadores y Periodistas Guía Informativa para Chile 2020 En el marco de la Ley 20.920 y la Responsabilidad Extendida del Productor (REP)*. Fundación Chile y Plataforma RELAC. <https://fch.cl/wp-content/uploads/2020/10/guia-para-comunicadores-y-periodistas-residuos-aparatos-electricos-y-electronicos.pdf>
- Singer, P. (1998). De dependência em dependência: Consentida, tolerada e desejada. *Estudos Avançados*, 12, 119-130. <https://doi.org/10.1590/S0103-40141998000200008>
- SINIA, & MMA. (2019). *Quinto Reporte del estado del Medio Ambiente* (Reporte 5; Reportes del estado del Medio Ambiente, p. 269). Ministerio del Medio Ambiente, Gobierno de Chile,. <https://sinia.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2022/06/REMA2019.pdf>
- Sinkin, C., Wright, C. J., & Burnett, R. D. (2008). Eco-efficiency and firm value. *Journal of Accounting and Public Policy*, 27(2), 167-176.
<https://doi.org/10.1016/j.jaccpubpol.2008.01.003>
- Slater, D. (1997). *Consumer culture and modernity*. Cambridge: Polity Press.
- Śledzik, K. (2013). *Schumpeter's View on Innovation and Entrepreneurship* (SSRN Scholarly Paper 2257783). <https://doi.org/10.2139/ssrn.2257783>

- SOFOFA. (2019). *Acuerdo de Producción Limpia para el Eco-etiquetado de Envases y Embalajes. Diagnóstico Sectorial y propuesta de acciones y metas* (Proyecto REPosicionando, p. 17). SOFOFA. https://web.sofofa.cl/wp-content/uploads/2019/12/Dic2019_Acuerdo-de-Producci%C3%B3n-Limpia-para-el-Eco-etiquetado-de-Envases-y-Embalajes.pdf
- SOFOFA. (2021, mayo 25). *Proyecto público—Privado impulsará el reciclaje de los plásticos flexibles* [Web institucional]. SOFOFA. Noticias. <https://web.sofofa.cl/noticias/proyecto-publico-privado-impulsara-el-reciclaje-de-los-plasticos-flexibles/>
- Soto, E. G., Romero, J. M. C., Rodríguez, E. A., Solís, F., & Rodríguez, V. G. (s. f.). *XX Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas XX CUIEET*. 13.
- Sparke, P. (2011). *Diseño y Cultura. Una Introducción Desde 1900 Hasta la Actualidad* (7ª). Gustavo Gilli.
- Stahel, W. (2010). *The Performance Economy* (2ª). Palgrave Macmillan. <https://www.globe-eu.org/wp-content/uploads/2019/07/PERFORMANCE-ECONOMY1.pdf>
- Stark, J. (2020). Product Lifecycle Management (PLM). En J. Stark (Ed.), *Product Lifecycle Management (Volume 1): 21st Century Paradigm for Product Realisation* (pp. 1-33). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-28864-8_1
- Stegmann, P., Londo, M., & Junginger, M. (2020). The circular bioeconomy: Its elements and role in European bioeconomy clusters. *Resources, Conservation & Recycling*; X, 6, 100029. <https://doi.org/10.1016/j.rcrx.2019.100029>
- Steinmo, M., & Rasmussen, E. (2018). The interplay of cognitive and relational social capital dimensions in university-industry collaboration: Overcoming the experience barrier. *Research Policy*, 47(10), 1964-1974. <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*, XV(4), 60-65.
- Sturm, A., & Müller, K. (2004). *A Manual for the Preparers and Users of Eco-efficiency Indicators* (1.1). United Nations Publications. https://unctad.org/system/files/official-document/iteipc20037_en.pdf
- Sunyer, P., & Peña del Valle, A. (2008). Quince años de desarrollo sostenible en México. *Scripta Nova. Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales*, 12. <https://revistes.ub.edu/index.php/ScriptaNova/article/view/1443>
- Suppen, N., & van Hoof, B. (2005). *Conceptos básicos del Análisis de Ciclo de Vida y su aplicación en el Ecodiseño*. Centro de Análisis de Ciclo de Vida y Diseño Sustentable. https://nanopdf.com/download/manual-centro-regional-de-produccion-mas-limpia_pdf#
- Suppen, N., & van Hoof, B. (2005). *Conceptos básicos del Análisis de Ciclo de Vida y su aplicación en el Ecodiseño*. Centro de Análisis de Ciclo de Vida y Diseño Sustentable. https://nanopdf.com/download/manual-centro-regional-de-produccion-mas-limpia_pdf#

- Svensson, J. (2011). The Expressive Turn of Citizenship in Digital Late Modernity. *JeDEM - eJournal of eDemocracy and Open Government*, 3(1), Article 1. <https://doi.org/10.29379/jedem.v3i1.48>
- Sztulwark, S. (2020). La condición periférica en el nuevo capitalismo. *Problemas del desarrollo*, 51(200), 3-24. <https://doi.org/10.22201/iiiec.20078951e.2020.200.68283>
- The World watch Institute. (2010). *Del consumismo hacia la sostenibilidad*. Icaria Editorial.
- Thürer, M., Tomašević, I., Stevenson, M., Qu, T., & Huisinigh, D. (2018). A systematic review of the literature on integrating sustainability into engineering curricula. *Journal of Cleaner Production*, 181, 608-617. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.12.130>
- Tinel, F.-X. (2015). Desarrollo e hiperconsumo: La producción de lo efímero. *Ciencias Sociales*, 3(1), Article 1. <https://doi.org/10.15332/s2339-3688.2015.0001.04>
- Toledo, M. (2022, abril 19). *FMI afina pronóstico: Ahora espera que PIB per cápita de Chile supere los US\$ 30.000 en 2024* | *Diario Financiero* [Periódico Digital de noticias]. *Diario Financiero*. <https://www.df.cl/economia-y-politica/macro/fmi-afina-pronostico-ahora-espera-que-pib-per-capita-de-chile-supere>
- Toledo, V., & Tittor, A. (2020). *El derecho a un ambiente sano en tiempos de ecomarketing: Discrepancias entre el principio precautorio y la experiencia vivida en Córdoba, Argentina*. 138-165.
- Torre-Marín, C., Granados, S., & Herrera, R. (2009). *Ecología industrial y desarrollo sostenible*. 9.
- Torres, I. (2015). La exportación discontinua en las Pymes chilenas proveedoras de tecnología (Chilean TIS): Hacia la construcción de un modelo emergente. *Pensamiento & Gestión*, 39, 1-29. <https://doi.org/10.14482/pege.38.7703>
- Tracey, S., & Anne, B. (2014). *Esenciales OCDE Desarrollo sostenible Integrar la economía, la sociedad y el medio ambiente: Integrar la economía, la sociedad y el medio ambiente*. OECD Publishing.
- Trejo, J. O. Q. (2010). Taylorismo, fordismo y la administración científica en la industria automotriz. *Revista Gestión y Estrategia*, 38, Article 38. <https://doi.org/10.24275/uam/azc/dcsh/gye/2010n38/Quiroz>
- Tribot, A., Amer, G., Abdou Alio, M., de Baynast, H., Delattre, C., Pons, A., Mathias, J.-D., Callois, J.-M., Vial, C., Michaud, P., & Dussap, C.-G. (2019). Wood-lignin: Supply, extraction processes and use as bio-based material. *European Polymer Journal*, 112, 228-240. <https://doi.org/10.1016/j.eurpolymj.2019.01.007>
- Trigo, A. D. P., Ramila, F. J. C., & Colindres, J. I. M. (2011). AULAS DE ECODISEÑO: ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA Y ECODISEÑO EN LA INDUSTRIA. *DYNA*, 86(1), 74-79. <https://doi.org/10.6036/3848>
- Tukker, A., & Tischner, U. (2006). Product-services as a research field: Past, present and future. Reflections from a decade of research. *Journal of Cleaner Production*, 14(17), 1552-1556. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2006.01.022>

- UE. (1992). *Tratado de la Unión Europea*. Diario Oficial de las Comunidades Europeas. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:11992M/TXT&from=ES>
- UE. (2016). *Adquisiciones ecológicas. Manual sobre la contratación pública ecológica*. (3°). Unión Europea. https://ec.europa.eu/environment/gpp/pdf/handbook_2016_es.pdf
- Ull, M. A., Martínez, M. P., Piñero, A., & Aznar, 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.), 413-432. <http://dx.doi.org/10.25267>
- Ulrich, K., & Eppinger, S. (2009). *Diseño y desarrollo de productos* (4°). Mc Graw Hill.
- UNE 26516:2010 Vehículos de carretera. Reciclabilidad y recuperación, 26516, 10 (2010).
- UNESCO. (2002). *Education for sustainability: From Rio to Johannesburg, lessons learnt from a decade of commitment* (p. 46) [Reporte]. UNESCO. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000127100>
- UNESCO. (2006). *Decenio de las Naciones Unidas de la Educación con miras al Desarrollo Sostenible (2005-2014): Plan de aplicación internacional UNESCO 2006* (p. 36). Sección de la Educación para el Desarrollo Sostenible (ED/UNP/ESD) UNESCO. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000148654_spa
- UNESCO. (2012). *Shaping the Education of Tomorrow. 2012 Report on the UN Decade of Education for Sustainable Development, Abridged*. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/919unesco1.pdf>
- UNESCO. (2022, noviembre 2). *Qué debe saber acerca de las Cátedras UNESCO y las Redes UNITWIN*. [Web de información y educación]. UNESCO. <https://www.unesco.org/es/articles/que-debe-saber-acerca-de-las-catedras-unesco-y-las-redes-unitwin>
- United Nations Development Programme. (1998). *Informe sobre desarrollo humano 1998*. Mundi-Prensa Libros.
- United Nations. (1992). *Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo, Río de Janeiro, Brasil*. [Institucional]. United Nations; United Nations. <https://www.un.org/es/conferences/environment/rio1992>
- United Nations. (2014). *Fortalecimiento de las Cadenas de Valor como Instrumento de la Política Industrial: Metodología y Experiencia de la Cepal en Centroamérica*. UN. <https://doi.org/10.18356/65e17760-es>
- Universidad Andrés Bello, UNAB. (2019, abril 25). *Diplomado en Economía Circular | Programas | Postgrados Unab*. *Postgrados UNAB*. <https://www.postgradounab.cl/diplomado-en-economia-circular/>
- Universidad Central. (2022). *Diplomado en Estrategias para una Economía Circular*. <http://www.postgradosucen.cl>. <http://www.postgradosucen.cl/diplomado-en-estrategias-para-una-economia-circular/postgrado/2018-05-30/181104.html>

- Universidad del Desarrollo. (2022a). MADIS | Magíster en Diseño e Innovación Sostenible. UDD Facultad de Diseño. <https://diseno.udd.cl/postgrado/magister-diseno-innovacion-sostenible/>
- Universidad del Desarrollo. (2022b). Magíster en Gestión de la Sustentabilidad. MAGS. Facultad de Ingeniería. <https://ingenieria.udd.cl/postgrado/mga-santiago-concepcion/>
- Universidad Mayor. (2022a). Dipl. De Gestión en la Economía Circular. Postgrados U. Mayor. <https://www.umayor.cl/postgrados/programas/diplomado-de-gestion-en-la-economia-circular-santiago/>
- Universidad Mayor. (2022b). Mg. En Medio Ambiente y Drillo. Sustentable. Postgrados UM. <https://www.umayor.cl/postgrados/programas/medio-ambiente-desarrollo-sustentable/>
- Unzurrunzaga, S., & Arrazola, M. (2010). Mil empresas del País Vasco se verán beneficiadas por el Programa de Ecoeficiencia del Gobierno Vasco. *Sustrai: revista agropesquera*, 94, 48.
- Valencia, Á. (2000). Teoría política verde: Balance de una disciplina emergente. *Revista Española de Ciencia Política*, 3, 181-194.
- Valero, A., Valero, A., Calvo, G., & Ortego, A. (2018). Material bottlenecks in the future development of green technologies. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 93, 178-200. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.05.041>
- Varela, I. (2003). Definición de producción más limpia | Revista Tecnología en Marcha. *Tecnología en marcha*, 16(2), 3-12.
- Vargas-Hernández, J. G., Pallagst, K., & Hammer, P. (2018). Bio economía en la encrucijada del desarrollo sostenible. *Rev. iberoam. bioecon. cambio clim.*, 4(7), Article 7. <https://doi.org/10.5377/ribcc.v4i7.5952>
- Vázquez-Rowe, I., Kahhat, R., & Sánchez, I. (2019). Perú LCA: Launching the Peruvian national life cycle database. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 24(11), 2089-2090. <https://doi.org/10.1007/s11367-019-01668-w>
- Veblen, T. (2017). *The Theory of the Leisure Class* (1st ed.). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315135373>
- Vega, E. (s. f.). *DISEÑO PARA EL CONSUMO*. 12.
- Venegas, D. (2011). *Reproducción social de la desigualdad a través del consumo* [Tesis magíster en ciencias sociales mención sociología de la modernización--Universidad de Chile.]. https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/105861/cs-venegas_d.pdf?sequence=3
- Venegas, M. E., Navarro, A. R., & Alfaro, E. P. (2020). Modelo procedimental para la caracterización y valoración de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, RAEE. *Cuadernos del Centro de Estudios en Diseño y Comunicación. Ensayos*, 87, 274-287. <https://doi.org/10.18682/cdc.vi87.3771>
- Venegas, M. E. (2021). Paradigma del consumo. Consideraciones ante una práctica sostenible en Diseño. *Actas de Diseño*, 41, Article 41, 412-416.

- Verfaillie, H., & Bidwell, R. (2000). *Measuring Eco-Efficiency. A guide to reporting company performance*. WBCSD (World Business Council for Sustainable Development).
<https://www.gdrc.org/sustbiz/measuring.pdf>
- Vicente, J. (2020). Product Design Education for Circular Economy. En G. Di Bucchianico, C. S. Shin, S. Shim, S. Fukuda, G. Montagna, & C. Carvalho (Eds.), *Advances in Industrial Design* (pp. 519-525). Springer International Publishing.
https://doi.org/10.1007/978-3-030-51194-4_68
- Vicente, J. (2020). Product Design Education for Circular Economy. En G. Di Bucchianico, C. S. Shin, S. Shim, S. Fukuda, G. Montagna, & C. Carvalho (Eds.), *Advances in Industrial Design* (pp. 519-525). Springer International Publishing.
https://doi.org/10.1007/978-3-030-51194-4_68
- Vila, C., & Albiñana, J. C. (2016). An approach to conceptual and embodiment design within a new product development lifecycle framework. *International Journal of Production Research*, 54(10), 2856-2874.
<https://doi.org/10.1080/00207543.2015.1110632>
- Vural Gursel, I., Elbersen, B., Meesters, K. P. H., & van Leeuwen, M. (2022). Defining Circular Economy Principles for Biobased Products. *Sustainability*, 14(19), Article 19.
<https://doi.org/10.3390/su141912780>
- Warwick, P. (2016). Un modelo de liderazgo integrado para liderar la educación para la sostenibilidad en la educación superior y el papel vital de los estudiantes como agentes de cambio. *Management in Education*, 30(3), 105-111.
<https://doi.org/10.1177/0892020616653463>
- Watson, D. (2019). Fordism: A review essay. *Labor History*, 60(2), 144-159.
<https://doi.org/10.1080/0023656X.2019.1537031>
- Weber, M. (1955). *La ética protestante y el espíritu del capitalismo*. Editorial Revista de derecho privado.
- Webster, K. (2017). *The Circular Economy: A Wealth of Flows* (2°). Ellen MacArthur Foundation Publishing.
- Wenzel, H., & Alting, L. (1999). Danish experience with the EDIP tool for environmental design of industrial products. *EcoDesign '99: First International Symposium On*, 370-379. <https://doi.org/10.1109/ECODIM.1999.747640>
- Wever, R., & Vogtlander, J. (2014). Design for the Value of Sustainability. En *Handbook of Ethics, Values, and Technological Design: Sources, Theory, Values and Application Domains* (1°, p. 31). Springer Science+Business Media Dordrecht.
https://doi.org/10.1007/978-94-007-6994-6_20-1
- Whiting, K., & Carmona, L. G. (2019). *Ecoeficiencia: Estrategia para la competitividad y la sostenibilidad en la industria 4.0*.
<http://repository.unipiloto.edu.co/handle/20.500.12277/8105>
- Wimmer, W., & Züst, R. (2001). *ECODESIGN Pilot: Product Investigation, Learning and Optimization Tool for Sustainable Product Development* (1°). Springer.

- Wimmer, W., Züst, R., & Lee, K.-M. (2004). *ECODESIGN Implementation: A Systematic Guidance on Integrating Environmental Considerations Into Product Development* (Vol. 6). Springer Science & Business Media.
- Woischnik, A. (2002). *Protección del Medio ambiente y Producción Limpia*. 12. <https://www.cilea.info/public/File/06%20Seminario%20Chile/H%20-%20ChileWoischnik%20Ponencia.pdf>
- World Business Council for Sustainable Development. (2006). *Eco-efficiency. Learning module*. WBCSD. <https://docs.wbcsd.org/2006/08/EfficiencyLearningModule.pdf>
- World Commission On Environment and Development. (1987). *Our Common Future* (Oxford Paperbacks) (1°). Oxford University Press.
- Yongqi, L., Valsecchi, F., & Díaz, C. (2013). *Design Harvests. An acupuncture design research approach towards sustainability*. Mistra Urban Futures. https://www.researchgate.net/publication/261725648_Design_Harvests_An_acupuncture_design_research_approach_towards_sustainability
- Yuan, Z., Bi, J., & Moriguchi, Y. (2006). The Circular Economy: A New Development Strategy in China. *Journal of Industrial Ecology*, 10, 4-8. <https://doi.org/10.1162/108819806775545321>
- Zarbakhshnia, N., Soleimani, H., Goh, M., & Razavi, S. S. (2019). A novel multi-objective model for green forward and reverse logistics network design. *Journal of Cleaner Production*, 208, 1304-1316. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.10.138>
- Zeng, X., Yang, C., Chiang, J. F., & Li, J. (2017). Innovating e-waste management: From macroscopic to microscopic scales. *The Science of the Total Environment*, 575, 1-5. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.09.078>
- Zhang, T., & Dong, H. (2009). Human-centred design: An emergent conceptual model. *Include2009 Proceedings*. Include2009, Royal College of Art, London, England. <http://www.hhc.rca.ac.uk/2084/all/1/proceedings.aspx>
- Zink, T., & Geyer, R. (2017). Circular Economy Rebound. *Journal of Industrial Ecology*, 21(3), 593-602. <https://doi.org/10.1111/jiec.12545>

8

Anexos

8.1. Resultados dimensión medioambiental y carreras de diseño

UNIVERSIDADES.
141 respuestas

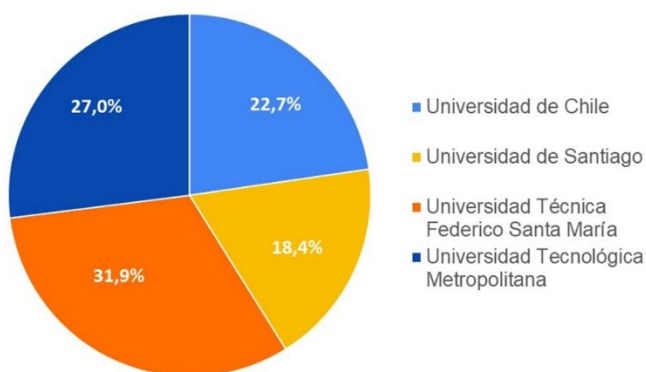


Gráfico 8.1.1. Universidades Nacionales integrantes de la muestra.

Fuente: desarrollo del autor, 2021

ALUMNOS.
141 respuestas

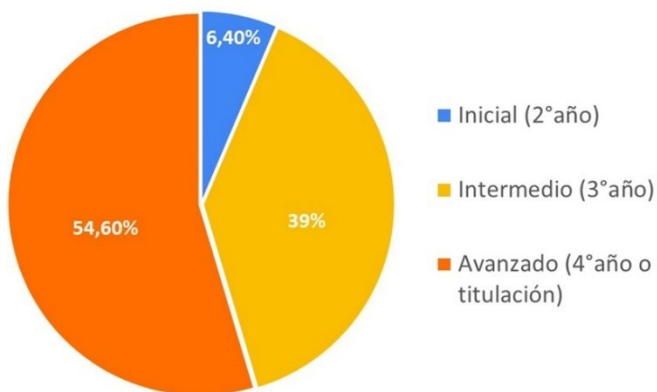


Gráfico 8.1.2. Nivel de avance del alumnado considerado en la muestra.

Fuente: desarrollo del autor, 2021

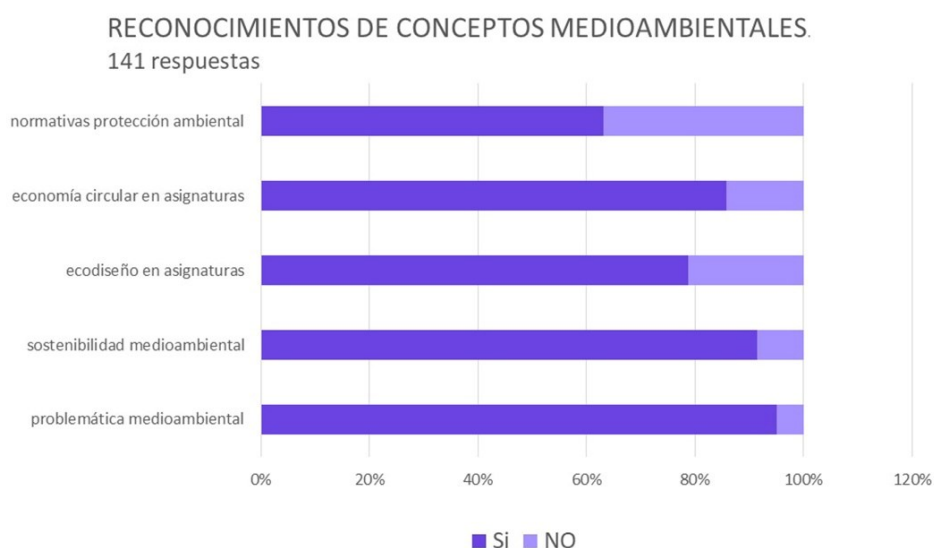


Gráfico 8.1.3. Conceptos ambientales en la enseñanza del diseño.

Fuente: desarrollo del autor, 2021

8.2. Tablas de proceso análisis AEE

El proceso de desarme y balance aplicado a los equipos de tipo domiciliario (AEE) seleccionados, se desarrolló en trabajo de laboratorio en donde se procedió con la organización de la información y su síntesis para el posterior análisis.

Las tablas completas del trabajo mencionado se encuentran disponibles en el siguiente link para su revisión:

https://docs.google.com/spreadsheets/d/1txvessaqVZaSt9JAa2HLzQmnvVhJgJ2/edit?usp=drive_link

8.3. Matrices de evaluación para modelo propuesto

Los instrumentos aquí presentados, pueden ser revisados en su aplicación específica (en caso tipo) para la mejora ambiental de producto en el siguiente artículo publicado: Venegas Marcel, M. (2023). Ecodiseño como método aplicable a la didáctica del Diseño Industrial de Productos en Chile. *Proyecta56, an Industrial Design Journal*, (3), 4–40. <https://doi.org/10.25267/P56-IDJ.2023.i3.01>

8.3.1. Matriz de marco lógico MML (A1)

Logo y nombre de empresa	MATRIZ MARCO LÓGICO PARA LA PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO		Estado del encargo: Inicial / Intermedio / Final	A1
PRODUCTO: (Nombre del Producto a evaluar) Imagen del Producto	RESPONSABLES:			
Descripción funcional: (Descripción general del producto a evaluar, para el reconocimiento básico de las prestaciones más relevantes)	A cargo: (Nombre jefe de proyecto)	Departamento Origen: Gestión de Proyecto		
Nombre de Tipología: [Denominación de modelo según empresa y/o mercado]	Departamento receptor: Producción	Profesional a cargo: (Nombre del profesional a cargo)		
Brief Preliminar del Mandante (Descripción general de lo expresado por el mandante y sus consideraciones respecto del encargo)	Familia de Productos: Si () No ()			
Objetivos y alcance	Indicadores de Cumplimiento: Si () No ()	Fuente de Verificación	Factores Externos Críticos	
Finalidad General				
Propósito				
Entregables				
Definición de Tareas				

8.3.2. Matriz de caracterización del producto (B1)

Logo y nombre de empresa	MATRIZ CARACTERIZACIÓN DEL PRODUCTO	Estado del encargo: Inicial / Intermedio / Final	B1
RESPONSABLES:			
PRODUCTO: (Nombre del Producto a evaluar)		A cargo: (Nombre Jefe de proyecto)	
Imagen del Producto		Departamento Origen: Producción	
Descripción funcional: (Descripción general del producto a evaluar, para el reconocimiento básico de las prestaciones más relevantes)		Departamento receptor: Especialista M/A	
Nombre de Tipología: (Denominación de modelo según empresa y/o mercado)		Profesional a cargo: (Nombre del profesional a cargo)	
		Familia de Productos: Si () No ()	
Subsistema (1)	Componente	Material	Peso(grams)
Subsistema (2)	Denominación (1.1)		Procedencia
Subsistema (n)	Denominación (2.1)		Origen mat.
	Denominación (2.2)		
	Denominación (n.1)		
	Denominación (n.n)		

8.3.4. Matriz impacto ambiental y consumo de energía del producto (C2)

Logo y nombre de empresa	MATRIZ IMPACTO AMBIENTAL CONSUMO DE ENERGÍA			Estado del encargo: Inicial / Intermedio / Final	C2
PRODUCTO: (Nombre del Producto a evaluar)		RESPONSABLES:			
Imagen del Producto		Descripción funcional: (Descripción general del producto a evaluar, para el reconocimiento básico de las prestaciones más relevantes)		A cargo: (Nombre Jefe de proyecto)	Departamento Origen: Especialista M/A
				Departamento receptor: Diseño Industrial	
Nombre de Tipología: (Denominación de modelo según empresa Y/o mercado)		Profesional a cargo: (Nombre del profesional a cargo)			
		Familia de Productos: Si () No ()			
Producto	Potencia kW	Hr. uso/año	Estimación vida útil (años)	Consumo Energía uso producto (kW x Hr/año x año de uso)	

Criterios Magnitud de Uso de Energía		
Evaluación	Pje LfDs	Condición
BAJO	10 pto	Si el producto consume menos de 100 kWh
MEDIO	5 pto	Si el producto consume mas de 100 y menos de 1000 kWh
ALTO	1 pto	Si el producto consume más de 1000 kWh

8.3.5. Matriz de evaluación funcional del producto (C3)

Logo y nombre de empresa	MATRIZ DE EVALUACIÓN FUNCIONAL				Estado del encargo: Inicial / Intermedio / Final	C3
PRODUCTO: (Nombre del Producto a evaluar)		RESPONSABLES:				
Imagen del Producto	Descripción funcional: (Descripción general del producto a evaluar, para el reconocimiento básico de las prestaciones más relevantes)	A cargo:	Departamento Origen:			
		(Nombre Jefe de proyecto)	Especialista M/A			
		Departamento receptor: Diseño Industrial				
		Profesional a cargo: (Nombre del profesional a cargo)				
FUNCIONES	VALOR (Pj.)	VOTACIÓN (Vot.)	V.Ideal (Pj. ²)	V.Real (Pj.x Vot.)		Selección
GRUPO FUNCIONAL a			Σi grupo func. a=	Σi= grupo func. a=	subsist = %	
Función a1						
Función a2						
Función a...						
GRUPO FUNCIONAL b			Σi grupo func. b=	Σi= grupo func. b=	subsist = %	
Función b1						
Función b2						
Función b...						
GRUPO FUNCIONAL x			Σi grupo func. x=	Σi= grupo func. x=	subsist = %	
Función x1						
Función x2						
Función x...						
			Σti producto=	Σtr producto=	Total producto = %	

8.3.6. Matriz de evaluación recuperabilidad del producto (C4)

Logo y nombre de empresa	MATRIZ DE EVALUACIÓN DE RECUPERABILIDAD					Estado del encargo: Inicial / Intermedio / Final	C4
PRODUCTO: (Nombre del Producto a evaluar)			RESPONSABLES:				
Imagen del Producto	Descripción funcional: (Descripción general del producto a evaluar, para el reconocimiento básico de las prestaciones más relevantes)	A cargo: (Nombre Jefe de proyecto)	Departamento Origen: Especialista M/A				
		Departamento receptor: Diseño Industrial					
		Profesional a cargo: (Nombre del profesional a cargo)					
SUBSISTEMAS	COMPONENTE	NÚMERO	MATERIAL	Nº DE COMPONENTES	Nº DE MATERIALES	SISTEMAS DE UNIÓN	
Subsistema (a)							
Subsistema (b)							
Subsistema (x)							
			Subtotal				
			Promedio				
			Puntuaje				

8.3.7. Matriz de indicadores y estrategias de Ecodiseño (D1)

Logo y nombre de empresa	MATRIZ INDICADORES Y ESTRATEGIAS ECODISEÑO				Estado del encargo: Inicial / Intermedio / Final		D1	
PRODUCTO: (Nombre del Producto a evaluar)		RESPONSABLES:						
Imagen del Producto	Descripción funcional: (Descripción general del producto a evaluar, para el reconocimiento básico de las prestaciones más relevantes)	A cargo: (Nombre Jefe de proyecto)	Departamento Origen: Diseño Industrial					
		Departamento receptor: Gestión de Proyecto						
		Profesional a cargo: (Nombre del profesional a cargo)						
		IND 1		IND 2	IND 3	IND 4		
ESTRATEGIAS DE ECODISEÑO		Material	Reciclabilidad	Peligrosidad	Energía uso	Usabilidad	Recuperabilidad	Promedio
0. Desarrollo de un nuevo concepto					X	X		
1. Materiales de bajo impacto	X	X	X	X			X	
2. Reducción del uso de materiales	X							
3. Técnicas para optimizar la producción		X		X			X	
4. Optimización del sistema de distribución					X	X		
5. Reducción del impacto durante su uso								
6. Optimización de la vida útil								
7. Optimización del sistema de fin de vida			X	X		X	X	

8.3.8. Matriz de diagnóstico y escenario de posibles mejoras (D2)

Logo y nombre de empresa	DIAGNÓSTICO Y ESCENARIO DE POSIBLES MEJORAS		Estado del encargo: Inicial / Intermedio / Final	D2
PRODUCTO: (Nombre del Producto a evaluar) Imagen del Producto		RESPONSABLES:		
Descripción funcional: (Descripción general del producto a evaluar, para el reconocimiento básico de las prestaciones más relevantes)		A cargo: (Nombre jefe de proyecto) Departamento receptor: Gestión de Proyecto Profesional a cargo: (Nombre del profesional a cargo)	Departamento Origen: Diseño Industrial	
0. Desarrollo de un nuevo concepto 1. Materiales de bajo impacto 2. Reducción del uso de materiales 3. Técnicas para optimizar la producción 4. Optimización del sistema de distribución 5. Reducción del impacto durante su uso 6. Optimización de la vida útil 7. Optimización del sistema de fin de vida				
Items	Promedio	Propuesta	Conclusiones por Items	
0. Desarrollo de un nuevo concepto				
1. Materiales de bajo impacto				
2. Reducción del uso de materiales				
3. Técnicas para optimizar la producción				
4. Optimización del sistema de distribución				
5. Reducción del impacto durante su uso				
6. Optimización de la vida útil				
7. Optimización del sistema de fin de vida				

8.3.9. Matriz de selección propuestas de Diseño (D3)

Logo y nombre de empresa	MATRIZ SELECCIÓN DE PROPUESTAS DE DISEÑO				Estado del encargo: Inicial / Intermedio / Final		D3						
PRODUCTO: (Nombre del Producto a evaluar)		RESPONSABLES:											
Imagen del Producto Descripción funcional: (Descripción general del producto a evaluar, para el reconocimiento básico de las prestaciones más relevantes)		A cargo:		Departamento Origen:									
		(Nombre Jefe de proyecto)		Diseño Industrial									
		Departamento receptor: Gestión de Proyecto											
		Profesional a cargo: (Nombre del profesional a cargo)											
Criterios de selección Criterio (1) Criterio (2) Criterio (3) Criterio (n)	Valor (%)	Imagen	Concepto (A)		Imagen	Concepto (B)		Imagen	Concepto (C)		Imagen	Concepto (x)	
			Ponderación	Nota		Ponderación	Nota		Ponderación	Nota		Ponderación	Nota
Total puntos Selección													
¿Elige?													
													Si / No



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

Tesis Doctoral

Didáctica proyectual desde la perspectiva
económica circular.

