



PUCE LAUDATO SI'

REFLEXIONES ACADÉMICAS SOBRE EL
COMPROMISO Y ACCIÓN INSTITUCIONAL

2024

María de los Angeles Barrionuevo Mora, editora.

PUCE Laudato Si'.

Reflexiones académicas sobre el compromiso y acción institucional

Barrionuevo Mora María de los Angeles

Editora

Primera edición

© 2024 Pontificia Universidad Católica del Ecuador

EdiPUCE

www.edipuce.edu.ec

Quito, Av. 12 de Octubre y Roca

Apartado n.º 17-01-2184

Telf.: (5932) 2991 700 ext. 2060

e-mail: publicaciones@puce.edu.ec

Corrección de estilo: editorial PUCE

Diseño de portada y diagramación: Editorial PUCE

ISBN: 978-9978-77-588-2

Quito, agosto del 2024

Impreso en Ecuador. Queda prohibida la reproducción de este libro, por cualquier medio, sin previa autorización por escrito de los propietarios del Copyright.

La Comisión de Sustentabilidad y Responsabilidad Ambiental de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador fue creada el 27 de septiembre de 2019, por el señor Rector de la Universidad, Dr. Fernando Ponce León, S.J. Actualmente, es un órgano dependiente del vicerrectorado de la institución. Tiene a su cargo la planificación, organización y seguimiento de las iniciativas que coadyuvan a lograr que la sede Quito se consolide como un campus sostenible y responsable en materia ambiental.

La Comisión está conformada por delegados de las diferentes Facultades y Direcciones de la Universidad.



Miembros de la Comisión de Sustentabilidad y Responsabilidad Ambiental, año 2023:

Dra. Carrera Burneo Nelly Patricia, **Vicerrectora. Presidenta de la Comisión.**
Lcda. Judith Castillo, **Asistente del Vicerrectorado. Miembro de la Comisión.**

M.Sc. Barriga Abril Carlos Xavier, **Profesor de la Carrera de Diseño Gráfico de la Facultad de Arquitectura, Diseño y Artes. Experto de la Comisión en vinculación con la colectividad.**

Dra. Barrionuevo Mora María de los Angeles, **Profesora de la Facultad de Economía. Experta de la Comisión en recursos renovables.**

Dra. Contreras Díaz Yolanda Jacqueline, **Profesora de la Facultad de Economía. Experto de la Comisión en medio ambiente.**

Mtr. Imbaquingo Pérez María Isabel, **Profesora de la Escuela de Comunicación de la Facultad de Comunicación Lingüística y Literatura. Experta de la Comisión en comunicación.**

Mtr. Chamorro Espinosa David Roberto, **Profesor de la Facultad Eclesiástica de Ciencias Filosófico-Teológicas. Miembro de la Comisión.**

Mtr. Campos Villaroel Gloria Beatriz, **Profesora de la Facultad de Ingeniería. Miembro de la Comisión.**

Mtr. Herrera Segarra Johanna Anabel, **Profesora de la Facultad de Ciencias de la Educación. Miembro de la Comisión.**

Mtr. Mancheno Egas Paulina Virginia, **Profesora de la Facultad de Ciencias Administrativas y Contables. Miembro de la Comisión.**

Mtr. Mayorga Jerez Olga Hipatia, **Profesora de la Escuela de Geografía de la Facultad de Ciencias Humanas. Miembro de la Comisión.**

Dra. Quintana Medina Catalina Lilian, **Profesora de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Miembro de la Comisión.**

Mtr. Tellez Patarroyo Ivonne Liliانا, **Profesora de la Facultad de Jurisprudencia. Miembro de la Comisión.**

Lcda. Arroyo Espinosa Jenny Alexandra, **delegado de la Dirección General de Estudiantes. Miembro de la Comisión.**

Arq. Calle Andrade Fernando Antonio, **delegado de la Dirección de Construcciones. Miembro de la Comisión.**

Mtr. Mora Varela Jaime Humberto, **delegado de la Dirección de Identidad y Misión. Miembro de la Comisión.**

Mtr. Mancheno Karolys Mónica Patricia, **delegada de la Dirección de Aseguramiento de la Calidad. Miembro de la Comisión.**

Dra. Arévalo Castillo Dolores Esperanza, **Profesor de Facultad de Medicina. Miembro voluntario de la Comisión.**

Dra. Yáñez Corrales Ángela Cristina, **Profesora de la Facultad de Enfermería. Miembro voluntario de la Comisión.**

Esta es la primera entrega de una serie de publicaciones que la Comisión de Sustentabilidad y Responsabilidad Ambiental está generando. Se enfoca en la promoción de la sostenibilidad, la justicia ambiental y social, así como en la integración de los principios de la Encíclica Laudato Si' en las funciones sustantivas de la universidad.

La PUCE está comprometida con inspirar y educar a través de sus publicaciones, así como a contribuir al diálogo global para la construcción de un futuro más sostenible. Se motiva a la comunidad académica a seguir compartiendo sus investigaciones, innovaciones y proyectos para enriquecer constantemente este camino.

Dra. María de los Angeles Barrionuevo Mora
Editora

Presentación de la obra

Es un honor presentar esta obra académica, la cual detalla el compromiso y esfuerzo de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador (PUCE) por responder al llamado del Papa Francisco en la Encíclica Laudato Si', y a su vez contribuir al logro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de las Naciones Unidas.

La PUCE ha asumido un papel de liderazgo en la promoción de la sostenibilidad a través de las estrategias y proyectos emprendidos. Este libro representa un testimonio de nuestro compromiso con un futuro más justo y equitativo; destaca los avances significativos que hemos logrado en ecología integral y sostenibilidad dentro de nuestra misión académica. El lector descubrirá una visión integral de los desafíos ambientales, sociales y económicos que enfrentamos, así como las soluciones innovadoras que se están gestando desde el área académica, la investigación y la vinculación con la comunidad para liderar el camino hacia un futuro más sostenible.

Cada uno de los capítulos del libro examina de manera profunda y reflexiva cómo nuestra universidad está aplicando principios y valores promovidos por el modelo de sostenibilidad y de la Encíclica

Laudato Si'. También presenta ejemplos concretos que se han dado para promover la justicia ambiental y social.

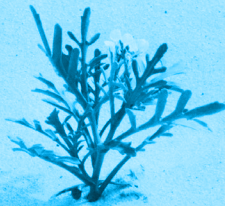
Hemos alcanzado un hito significativo al publicar este libro, que destaca los esfuerzos y logros de nuestra comunidad académica en la búsqueda de la sostenibilidad. Esperamos que sea una fuente de inspiración y aprendizaje, no solo para nuestra universidad, sino también para todas aquellas instituciones que buscan aportar al desarrollo de un futuro sostenible.

Agradecemos el esfuerzo y la dedicación de quienes han contribuido a este proyecto y esperamos que su lectura fomente diálogos, colaboraciones e inspire a otros a unirse a esta importante misión de transformación y cambio positivo. Esta obra es solo el comienzo de un diálogo en constante evolución. Esperamos con entusiasmo nuevas contribuciones y perspectivas que ustedes aportarán para enriquecer este camino hacia la sostenibilidad.

Dra. Patricia Carrera Burneo
Vicerrectora

Pontificia Universidad Católica del Ecuador

Contenido



PRESENTACIÓN DE LA OBRA	II
TABLA DE CONTENIDO	IV
INTRODUCCIÓN AL DIÁLOGO ENTRE EL DESARROLLO SOSTENIBLE, ECONOMÍA AMBIENTAL, ECONOMÍA ECOLÓGICA, LAUDATO SI'	8
DESARROLLO SOSTENIBLE, UN CONCEPTO CONSTRUIDO INTERDISCIPLINARIAMENTE	9
ENFOQUES DE LA ECONOMÍA NEOCLÁSICA Y DE LA ECONOMÍA ECOLÓGICA QUE APORTAN AL CONCEPTO DE DESARROLLO SOSTENIBLE.	11
LAUDATO SI' UNA RESPUESTA AL DESARROLLO SOSTENIBLE	14
BIBLIOGRAFÍA	16
DE LA ÉTICA A UNA ÉTICA SOCIAL Y AMBIENTAL APLICADA AL CUIDADO DE LA CASA COMÚN	18
INTRODUCCIÓN	18
CONTEXTO EN EL QUE SURGEN LAS «ÉTICAS APLICADAS»	18
CONSISTENCIA DE LAS «ÉTICAS APLICADAS»	20
PERTINENCIA DE UNA ÉTICA SOCIAL Y AMBIENTAL APLICADA AL CUIDADO DE LA CASA COMÚN	23
CONCLUSIONES	25
BIBLIOGRAFÍA	26
LA UNIVERSIDAD Y LOS OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE (ODS)	29
INTRODUCCIÓN	29
¿CÓMO SE RELACIONAN LOS OBJETIVOS DE LA LAUDATO SI' CON LOS OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE?	35
DISCUSIÓN	40
CONCLUSIONES	42
BIBLIOGRAFÍA	44
LA PUCE Y SU CAMINO HACIA LA CONVERSIÓN ECOLÓGICA	47
INTRODUCCIÓN	47
PUCE VIVA: ANTECEDENTES DE LA COMISIÓN DE SUSTENTABILIDAD Y RESPONSABILIDAD AMBIENTAL	48
CREACIÓN DE LA COMISIÓN DE SUSTENTABILIDAD Y RESPONSABILIDAD AMBIENTAL	51

MODELO PARA EL CUIDADO DE LA CASA COMÚN	54
ENFOQUE COMPLEJO PARA EL CUIDADO DE LA CASA COMÚN EN LA PUCE	55
INICIATIVAS DE LA COMISIÓN DE SOSTENIBILIDAD Y RESPONSABILIDAD AMBIENTAL A PARTIR DEL MODELO DE CUIDADO DE LA CASA COMÚN	57
DESAFÍOS ACTUALES DE LA UNIVERSIDAD LAUDATO SI'	60
BIBLIOGRAFÍA	61
MODELO DE SOSTENIBILIDAD Y RESPUESTA AL LLAMADO DE LA LAUDATO SI' EN EL CAMPUS UNIVERSITARIO DE LA PUCE	62
<hr style="border: 1px solid black;"/>	
INTRODUCCIÓN	62
UNIVERSIDADES: ESPACIOS VIVOS DENTRO DE LAS CIUDADES	66
INICIATIVAS RELACIONADAS CON LA SOSTENIBILIDAD EN INSTITUCIONES DE EDUCACIÓN SUPERIOR	68
UNIVERSIDADES ¿ESPACIOS SOSTENIBLES? UNA MIRADA AL CAMPUS UNIVERSITARIO DE LA PUCE	70
ESTIMACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO EN LA PUCE	72
HUELLA HÍDRICA DE LOS MIEMBROS DE LA COMUNIDAD UNIVERSITARIA	77
AFECTACIONES POR EL RUIDO, UN TEMA POR PRIORIZAR	78
CONCLUSIONES	80
BIBLIOGRAFÍA	82
EL AGUA EN EL ÁMBITO UNIVERSITARIO, UNA MIRADA DESDE LA ECOLOGÍA INTEGRAL	86
<hr style="border: 1px solid black;"/>	
INTRODUCCIÓN	86
LAS UNIVERSIDADES Y EL AGUA	88
DISPONIBILIDAD Y ACCESO DEL AGUA EN EL CAMPUS	93
ESTIMACIÓN CONSUMO DEL AGUA	94
CONCLUSIONES	100
BIBLIOGRAFÍA	101
EXPERIENCIA DE SIMBIOSIS INDUSTRIAL EN LA UNIVERSIDAD: UNA NUEVA VIDA A LOS DESECHOS ELECTRÓNICOS	105
<hr style="border: 1px solid black;"/>	
INTRODUCCIÓN	105
EXPERIENCIA DE SIMBIOSIS INDUSTRIAL EN LA PUCE	109

EVALUACIÓN DE LAS OPORTUNIDADES PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE SI	110
EL PROCESO: DAR NUEVA VIDA A LOS DESECHOS ELECTRÓNICOS	112
EL MONTAJE DEFINITIVO: DE RESIDUO A EXPERIENCIA DE APRENDIZAJE	113
LA SI COMO UN NUEVO TIPO DE RELACIÓN BASADA EN LA ÉTICA AMBIENTAL	114
CONCLUSIONES	115
BIBLIOGRAFÍA	115
TRANSMEDIA PARA EL TRANSPORTE	118
<hr/>	
INTRODUCCIÓN	118
CONTEXTO	118
REVISIÓN DE LITERATURA	121
PROYECTO TRANSMEDIA	122
ECOS	124
BICIMONSTRUO	126
HACER VISIBLE LO INVISIBLE	127
DÍA SIN AUTO PUCE	130
DISCUSIÓN	131
CONCLUSIONES	135
BIBLIOGRAFÍA	136
PROPUESTA METODOLÓGICA PARA EL CÁLCULO DE LA HUELLA DE CARBONO EN INSTITUCIONES DE EDUCACIÓN SUPERIOR	140
<hr/>	
HUELLA DE CARBONO	140
METODOLOGÍA	140
ALCANCE DE LA METODOLOGÍA - I PARTE	142
Consumo de combustibles dentro del campus universitario	143
Consumo de refrigerantes dentro del campus universitario	144
ALCANCE DE LA METODOLOGÍA - II PARTE	144
Consumo de energía eléctrica	146

ALCANCE DE LA METODOLOGÍA – III PARTE	146
Emisiones por transporte desde y hacia el campus universitario	146
Emisiones por transporte aéreo por fines académicos	148
Emisiones por la generación de residuos comunes	149
Emisiones por la producción de aguas residuales	149
Emisiones por consumo de papel	149
BIBLIOGRAFÍA	153
APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA PARA EL CÁLCULO DE LA HUELLA DE CARBONO EN INSTITUCIONES DE EDUCACIÓN SUPERIOR. CASO DE ESTUDIO PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR	155
<hr/>	
DESCRIPCIÓN DEL CAMPUS UNIVERSITARIO	155
RESULTADOS - ALCANCE II: CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA	161
RESULTADOS - ALCANCE III: EMISIONES POR TRANSPORTE DESDE Y HACIA EL CAMPUS PUCE-QUITO	168
Emisiones por viajes en avión	172
Generación de residuos comunes	173
Producción de aguas residuales	178
Consumo de papel para impresión	181
Huella de carbono	183
BIBLIOGRAFÍA	187

Introducción al diálogo entre el desarrollo sostenible, economía ambiental, economía ecológica, Laudato Si'

Nelly Patricia Carrera Burneo ¹

El período comprendido entre finales del siglo XX y comienzos del XXI, se conoce como la etapa de la Gran Aceleración. Especialistas en manejo de datos como Roser (2017) evidencian que el Producto Interno Bruto (PIB) mundial entre 1900 y 1950 se triplicó, mientras que entre 1950 y el 2015 se multiplicó por diez. Países que pertenecen a la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE) concentran el 74 % del PIB mundial; cuentan con una población correspondiente al 18 % del total mundial, en contraste con el resto de los países, que acogen al 83 % restante de la población, y contribuyen con el 26 % del PIB mundial (Steffen et al., 2015).

Después de 50 años de cumbres y conferencias, casi todos los países reunidos en la Asamblea General de la ONU, acordaron los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) 2015-2030 y el Acuerdo de París sobre cambio climático (2015). Ambos acuerdos consideran en forma holística las dimensiones económicas, sociales y ambientales en desarrollo, partiendo de la premisa de que el planeta tiene límites ecológicos que deben respetarse para hacer viable la vida en todas sus formas y garantizar a la especie humana una vida digna (ONU, 2015).

La definición de desarrollo sostenible propuesta por la Comisión de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo es polémica y ambigua debido al modelo económico actual: producir más para solventar problemas sociales y ambientales. Es necesario recordar que existen varias perspectivas teóricas que preceden al concepto de desarrollo sostenible que se maneja actualmente; entre ellas la teoría neoclásica del equilibrio, cuyo origen se atribuye a los economistas franceses León Walras, Marie-Ésprit-León Walras y Vilfredo Pareto a fines del siglo XIX y principios del siglo XX.

Walras es reconocido por la teoría del equilibrio general, la cual señala que el mercado puede alcanzar un equilibrio estable cuando la oferta y la demanda se igualan. Años más tarde, Pareto aporta con lo que se conoce como el óptimo de Pareto, en el cual se reconoce una asignación de recursos como eficiente, siempre y cuando sea posible mejorar el bienestar de una persona sin empeorar el de la otra. Economistas como Marshall (1890) y Menger (1871) contribuyeron al desarrollo de la teoría económica neoclásica, la cual se centra en que los precios se ajusten en el mercado para equilibrar la oferta y la demanda, y que los consumidores y las empresas tomen decisiones racionales

¹Doctora en Ciencias Naturales. Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Facultad de Ciencias Humanas. Correo: pcarrera@puce.edu.ec

para maximizar su bienestar y beneficio respectivamente.

Desarrollo sostenible, un concepto construido interdisciplinariamente

El desarrollo sostenible es un concepto influenciado por distintos enfoques multi e interdisciplinarios, como el de la economía ambiental y ecológica, que se ha centrado en la aplicación de instrumentos de análisis propios de la teoría económica convencional a los problemas ambientales y de gestión de recursos naturales. Entre los economistas que abordan esta temática resaltan Herman Daly y Robert Costanza.

Daly (1996) escribió una obra clásica para la conceptualización del desarrollo sostenible, donde despliega técnicas y herramientas para la gestión de los recursos naturales, y la evaluación de costo y beneficio de las actividades económicas. Según este autor, el estado estacionario refiere a que el nivel de producción y consumo se mantiene constante en el tiempo, en armonía con la capacidad de carga del ambiente. En otras palabras, el estado estacionario implica un equilibrio dinámico entre la economía y el ambiente, en el que la tasa de extracción de los recursos naturales y la generación de residuos no supera la capacidad de regeneración y absorción del medio ambiente. Daly propone una serie de políticas, como la reducción del consumo, la producción de bienes y servicios únicamente necesarios, la promoción de la eficiencia energética, el uso de fuentes de energía renovable,

la protección y conservación de los recursos naturales y ecosistemas.

Costanza (1991), por su parte, contribuye con la valoración económica de los servicios ecosistémicos y la teoría de los sistemas socio-ecológicos; considera que la economía ecológica es la ciencia de la gestión de la sostenibilidad. La praxis de una gestión sostenible implica la preservación de recursos naturales y los ecosistemas como condición para el bienestar humano a largo plazo, reconociendo que estos recursos tienen un valor intrínseco, irreductible a su valor económico o utilitario. Además, recomienda tomar decisiones éticas, tomando en cuenta los valores culturales relacionados con el medio ambiente.

La economía ecológica nace en la década de los 80 del siglo XX, al suscitarse divergencias teóricas respecto a la economía ambiental, relativas al papel de la sustituibilidad y monetización de los recursos naturales. Profundiza en aquellos aspectos sociales y ecológicos que la economía convencional no considera, integrando procesos económicos y ecológicos con base en criterios de eficiencia y equidad (Falconí, 2002).

Otro autor que aportó al concepto de desarrollo sostenible es Sachs (1993). Propuso la famosa teoría del ecodearrollo, cuyos objetivos son: reconciliar el desarrollo económico con la naturaleza, reconocer los impactos económicos del cambio climático y

repensar las políticas para abordarlo. Es necesario también referir el aporte de Elinor Ostrom, primera mujer en ganar el Premio Nobel en Economía, quien abordó la gestión de los recursos comunes y la teoría de los sistemas socio-ecológicos.

La ecología humana y la ecología industrial son dos disciplinas que influyen significativamente en el concepto de desarrollo sostenible. La ecología humana, desarrollada por Julian Stewars en la década de 1950, se enfoca en las relaciones entre los seres humanos y su entorno natural y social, y cómo estos interactúan para satisfacer las necesidades humanas. Este enfoque integral proporciona una base para la formulación de políticas y estrategias que permitan un desarrollo económico, social y ambiental equilibrado. Por otro lado, la ecología industrial se enfoca en el estudio de los sistemas industriales y su relación con el ambiente, y busca fomentar la eficiencia en el uso de los recursos y la minimización de residuos y emisiones a través del diseño de sistemas productivos más sostenibles. Autores destacados como Ayres, Cheertow, Graedel y Allenby, han contribuido al desarrollo de la teoría de la ecología industrial y han abordado temas como la gestión de residuos, la evaluación del ciclo de vida de los productos y la ética en la tecnología y la ingeniería. La integración de estos enfoques interdisciplinarios ayuda a comprender mejor y promover un desarrollo sostenible.

Las ciencias sociales también aportan de manera importante al desarrollo del concepto de sostenibilidad. La justicia ambiental y el ecofeminismo son dos de las disciplinas que contribuyen con conceptos, ideas y proyectos para alcanzar sostenibilidad social. Las dos disciplinas destacan la importancia de la dimensión cultural de la sostenibilidad y critican la noción de desarrollo centrado en el ser humano. Por un lado, Robert Bullar, líder en justicia ambiental, estudió la distribución desigual de los riesgos ambientales en función del estrato social y económico de la población. Por el otro lado, Vandana Shiva, representante del ecofeminismo, exploró cómo la ecología y la justicia social están estrechamente relacionadas, prestando especial atención al importante papel de las mujeres como lideresas en la sostenibilidad socioambiental. La conexión de estas disciplinas ofrece una perspectiva más amplia y crítica al desarrollo sostenible, proporcionando una base para la formulación de políticas y estrategias que permitan un desarrollo económico, social y ambiental equilibrado.

Enfoques de la economía neoclásica y de la economía ecológica que aportan al concepto de desarrollo sostenible

En el siglo XXI, los problemas ambientales tienen una connotación importante a nivel mundial. La protección de los ecosistemas, el uso racional de los recursos, la brecha socioeconómica entre pobres y ricos, el cambio climático, la calidad de los servicios de salud y de educación, la igualdad de género, la seguridad alimentaria, entre otros temas, son objeto de inclusión en las agendas político-institucionales desde lo que se concibe como desarrollo sostenible. A partir del Informe Brundtland (1987), el desarrollo sostenible cobra importancia y es tratado en programas de política económica y social en países desarrollados. La Cumbre de Medio Ambiente y Desarrollo define al desarrollo sostenible como aquel que satisface las necesidades actuales sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer sus propias necesidades. Se destaca una diferencia entre crecimiento y desarrollo; entendiéndose por crecimiento a la expansión física del sistema económico, mientras que desarrollo implica un cambio cualitativo en el sistema económico, no implica un crecimiento físico. El concepto de desarrollo sostenible involucra una relación entre los sistemas económicos y ecológicos, asegurando que se conservará la vida, la reproducción y la cultura humana, a partir de los límites ecológicos que procuran la preservación de la

diversidad biológica y funciones de los sistemas ecológicos.

Al mundo le preocupa el crecimiento de la actividad económica, la cual exige una práctica sostenible, dadas las condiciones actuales del medio ambiente. La sostenibilidad económica, social y ambiental no solo impacta en los programas de política pública, sino en los planteamientos teóricos de las diferentes ciencias, sobre todo de la economía.

De acuerdo con el análisis de Neumayer (2003), existen dos paradigmas de sostenibilidad, uno débil y otro fuerte. En los dos casos se relaciona la actividad económica con el medio ambiente; se da importancia al concepto de capital natural y a la capacidad de sustituir este por otros tipos de capital generados por el ser humano. Es necesario explicar que el capital es uno de los factores productivos básicos. Se identifican distintos tipos de capital: capital humano, capital social y capital natural. El capital natural, que es el que nos ocupa, se identifica con el medio físico, sirve de base para las actividades económicas y sociales, varía de acuerdo con su uso y consumo; tiene un valor y una depreciación en función a su desgaste, contaminación o explotación.

Cabe destacar que la distinción entre sostenibilidad débil y sostenibilidad fuerte se atribuye a Pearce et al. (1989). La idea de sostenibilidad débil fue desarrollada por dos economistas

neoclásicos, Robert Solow y John Hartwic, y se basa en que el bienestar de las generaciones futuras no depende de una forma específica de capital, puede mantenerse sustituyendo el capital natural por capital manufacturado, sin excepción (Solow, 1997). Por tanto, puede haber una relación sostenible entre los diferentes tipos de capital; por ejemplo, la depreciación del capital natural puede ser compensada con inversión productiva.

La economía neoclásica se basa en el análisis de los precios de los recursos en un sistema cerrado, en donde los precios reflejan la escasez relativa de los recursos, es decir, a mayor escasez mayor precio, limitando su consumo. Este enfoque es criticado por sus limitaciones y separación entre eficiencia económica y equidad distributiva, así como la falta de consideración de externalidades y la omisión de los efectos del sistema económico en el medio ambiente (Haro-Martínez y Taddei-Bringas, 2014).

Solow y Hartwick argumentan que la sostenibilidad débil puede ser alcanzada si se lleva a cabo una adecuada gestión de los recursos naturales, lo que implica que los recursos no deben ser explotados a un ritmo mayor que su tasa de renovación o que su capacidad de ser reemplazados. Asimismo, señalan que la depreciación de los recursos naturales debe ser incluida en la contabilidad económica nacional para poder evaluar adecuadamente su sostenibilidad a largo plazo. No obstante, también reconoce que la sostenibilidad débil tiene sus

limitaciones y que no garantiza una protección adecuada del medio ambiente. En este sentido, argumentan que la sostenibilidad fuerte, la cual defiende que la disminución de un recurso natural no puede ser compensado por otro, debe ser considerada como un objetivo a largo plazo para garantizar una protección adecuada del medio ambiente.

En otras palabras, la sostenibilidad débil explica que la economía puede ser manejada de tal manera que el crecimiento económico se pueda lograr sin comprometer el medio ambiente y el bienestar social. La sostenibilidad débil también ha sido propuesta y defendida por Nicholas Stern. En su informe “La economía del cambio climático” (2006), Stern arguye que es posible lograr un crecimiento económico sostenible y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero a través de la internalización de los costos ambientales en los precios de los bienes y servicios. Defiende la idea de que la inversión en tecnologías limpias y eficientes puede ayudar a abordar el cambio climático y fomentar el crecimiento económico. Este enfoque, centrado en gran medida en los aspectos económicos y tecnológicos de la sostenibilidad, fue criticado por subestimar la importancia del medio ambiente y del bienestar social en el desarrollo sostenible.

La conceptualización de sostenibilidad fuerte es más compleja. Autores como Daly (1974) plantean la economía del estado estacionario; donde la economía no puede crecer

indefinidamente en un mundo finito y limitado, por tanto, la economía debe ser gestionada de tal manera que alcance un equilibrio sostenible con el medio ambiente. La sostenibilidad fuerte se basa en la economía ecológica y ambiental que intenta adoptar un enfoque más holístico que vincule al sistema económico con el medio ambiente.

En el debate sobre la sostenibilidad y la gestión de los recursos naturales, tenemos a tres autores que aportan diferentes perspectivas. Pearce (1989) sostiene que es necesario cambiar la forma en que se mide el progreso económico y social para considerar los efectos de las actividades humanas en el medio ambiente y la equidad intergeneracional. Para él, la sostenibilidad fuerte implica proteger y preservar el capital natural, que no es sustituible entre los diferentes tipos de capital. Por su parte, Alier (2020) destaca que la internalización de los costos ambientales y sociales en los precios no es suficiente para garantizar la sostenibilidad a largo plazo, es necesario tener en cuenta las externalidades negativas de las actividades económicas y la necesidad de preservar los recursos naturales. Neumayer coincide con Pearce, la gestión de los recursos naturales, especialmente aquellos que no son sustituibles, como el agua dulce, los minerales y los combustibles fósiles, deben ser gestionados de manera cuidadosa y responsable debido a su valor y su contribución única al bienestar humano.

En este sentido, es importante reconocer que la sustituibilidad del capital natural está seriamente limitada por características ecológicas como la integridad, la irreversibilidad, la incertidumbre y la existencia de componentes críticos del capital natural.

El debate entre sostenibilidad débil, de la economía neoclásica, y fuerte, de la economía ecológica, es muy importante. Gobernantes y gobernados debemos comprender la necesidad de abordar la problemática con responsabilidad. La calidad de vida de las futuras generaciones depende de las decisiones que tomemos en cuanto a la implementación de las políticas e instrumentos que ya existen para reducir, mitigar o compensar la crisis ambiental y social que el ser humano ha provocado.

A manera de conclusión, el desarrollo sostenible es interdisciplinario, requiere la colaboración de varias áreas de conocimiento que aborden de manera integral los desafíos y problemas asociados al desarrollo sostenible, para la comprensión integral de realidades complejas como el cambio climático, la pobreza y sus efectos en el ambiente. El enfoque interdisciplinar reconoce la complejidad de los problemas mediante distintos enfoques que generen soluciones más efectivas y sostenibles. Permite comprender las interacciones entre los sistemas naturales, sociales y económicos, y cómo estos se afectan mutuamente.

Laudato Si' una respuesta al desarrollo sostenible

La sostenibilidad ambiental, atender el cambio climático, la injusticia social, la economía ecológica, y las prácticas sostenibles, son temas relevantes para la salud del planeta y se vinculan estrechamente con la Encíclica Laudato Si', escrita por el Papa Francisco en el 2015. Laudato Si' presenta un llamado urgente a la acción global para abordar la crisis ambiental y social. En sus palabras, el Papa Francisco sostiene: "La Tierra, nuestra casa, parece convertirse cada vez más en un inmenso depósito de porquería" (párrafo 21). Esta declaración subraya la urgencia de actuar para preservar el medio ambiente, una premisa fundamental del desarrollo sostenible

La encíclica destaca la interconexión entre la crisis ambiental y la crisis social, argumentando que los más afectados por los desafíos ambientales suelen ser los más pobres y vulnerables. El Papa Francisco escribe: "El deterioro del ambiente y el deterioro humano y ético están íntimamente ligados" (párrafo 34). Esta perspectiva destaca la importancia del enfoque holístico del desarrollo sostenible, que busca mejorar la calidad de vida de todas las personas sin comprometer las necesidades de las futuras generaciones.

El desarrollo sostenible y la Encíclica Laudato Si' comparten

objetivos y principios relacionados con la protección del medio ambiente y la promoción de la justicia social, pero difieren en su enfoque y contexto. El desarrollo sostenible es un concepto y un enfoque que se originó en el ámbito de la política internacional y la economía; se promovió a través de organizaciones como las Naciones Unidas. No tiene una autoridad central o una figura específica que lo represente. La encíclica papal fue escrita por el Papa Francisco, el líder espiritual de la Iglesia Católica. Es una carta papal que aborda temas ambientales y sociales desde una perspectiva ética y religiosa. Como tal, lleva la autoridad y el peso de la Iglesia Católica.

Por otro lado, el desarrollo sostenible se basa en principios económicos, sociales y ambientales; su enfoque es principalmente pragmático y se centra en políticas y estrategias para abordar desafíos globales. No está vinculado a una religión en particular. Laudato Si' se basa en una perspectiva ética y religiosa propuesta en la doctrina social de la Iglesia Católica. Ofrece una visión de cuidado a la creación como una responsabilidad moral y una expresión de la fe cristiana. La encíclica hace un llamado a la conversión espiritual y al cambio de comportamiento a través de la fe.

El público objetivo del desarrollo sostenible incluyendo gobiernos, organizaciones internacionales,

empresas y la sociedad civil. Su enfoque es amplio y busca la cooperación internacional para abordar desafíos globales. La encíclica está dirigida principalmente a los fieles católicos y a todas las personas de buena voluntad. Su objetivo es inspirar a las personas a considerar el impacto de sus acciones en el mundo y promover un cambio de actitud y comportamiento.

En cuanto al contenido y enfoque temático, el desarrollo sostenible se centra en la integración de las dimensiones económica, social y ambiental del desarrollo, con un énfasis en la sostenibilidad a largo plazo y la equidad intergeneracional. Se enfoca en cuestiones globales como el cambio climático, la pobreza, la seguridad alimentaria y la gestión de recursos naturales. Por su parte, *Laudato Si'* aborda cuestiones ambientales y sociales desde una perspectiva más amplia que incluye la espiritualidad y la ética. Se centra en temas como la degradación ambiental, la justicia social, la economía global y la relación entre la humanidad y la naturaleza desde una perspectiva religiosa.

La Pontificia Universidad Católica del Ecuador (PUCE) como institución pontificia, confiada a la Compañía de Jesús, cuya misión es la formación de profesionales responsables, éticos y comprometidos con el cuidado de la casa común; pone en práctica la ecología integral. La educación

transformadora, la investigación en temas de sostenibilidad ambiental y la puesta en práctica en proyectos con la sociedad civil, hacen que la PUCE juegue un papel fundamental en la promoción del desarrollo sostenible a través de sus funciones sustantivas: docencia, investigación y vinculación.

A nivel de docencia, *Laudato Si'* llama a una educación que promueve una ecología integral. La universidad puede incorporar estos principios en los planes de estudio, alentando la conciencia ambiental y social entre los estudiantes. El economista de desarrollo sostenible Jeffrey Sachs (2005) enfatiza la importancia de la educación en su obra “El Fin de la Pobreza”, al resaltar la importancia que para el futuro de la sociedad tiene el invertir en educación.

En investigación se pueden abordar directamente los desafíos del desarrollo sostenible. Los científicos y académicos pueden contribuir a la comprensión de los problemas ambientales y sociales, así como a la búsqueda de soluciones innovadoras. Jeffrey Sachs, en su trabajo sobre los ODS de las Naciones Unidas, destaca la importancia de la investigación basada en evidencia para alcanzar estos objetivos (Sachs, 2019).

En vinculación la universidad debe estar en contacto con la sociedad y colaborar con diferentes actores para promover prácticas sostenibles. Esto implica la transferencia de

conocimientos y la participación en proyectos y programas que fomenten el desarrollo sostenible. Jeffrey Sachs señala que la colaboración entre gobiernos, empresas y sociedad civil es esencial para abordar los desafíos globales (Sachs, 2005).

En conclusión, la Encíclica Laudato Si', respaldada por los principios del desarrollo sostenible y ofrece una visión ética para abordar los desafíos socioambientales de nuestro tiempo. La PUCE, a través de su misión transformadora y sus funciones sustantivas, puede ser un agente de cambio crucial en la promoción de la sostenibilidad y la justicia social. Al combinar la enseñanza de la Laudato Si' y el enfoque de investigadores contemporáneos en la investigación y la colaboración, la universidad puede desempeñar un papel fundamental en la construcción de un mundo más sostenible y equitativo, donde se respeten los límites ecológicos del planeta y se garantice una vida digna para todas las personas.

Bibliografía

- Allenby, B. R. (2000). *Industrial ecology: Policy framework and implementation*. Prentice Hall.
- Ayres, R. U. (1994). *Industrial metabolism: Restructuring for sustainable development*. United Nations University.
- Bauder, H., & Angus, I. (2013). *Universities in a neoliberal world*. University of Toronto Press
- Bullard, R. D. (1987). *Dumping in Dixie: Race, Class, and Environmental Quality*. Westview Press.
- Costanza, R. (1991). *Ecological economics: The science and management of sustainability*. Columbia University Press.
- Costanza, R. (2014). *Foundations for ecological economics*. Northampton, MA: Edward Elgar Publishing.
- Daly, H.E. (1996). *Beyond growth: The economics of sustainable development*. Beacon Press.
- Daly, H. E. (2007). *Ecological economics and sustainable development: Selected essays of Herman Daly*. Edward Elgar Publishing.
- Francisco. (2015). *Laudato Si: Sobre el cuidado de la casa común*. [Encíclica]. Disponible en: http://www.vatican.va/content/francesco/es/encyclicals/documents/papa-francesco_20150524_enciclica-laudato-si.html
- Gallopin, G. C. (2013). *La Universidad en la encrucijada de la sostenibilidad*.
- Gómez, V. G., Arévalo, D. M., Castro, A. E., & Chong, A. E. (Eds.). (s.f.). *La universidad latinoamericana frente a los desafíos del siglo XXI*. Editorial Universitaria de Buenos Aires.
- Graedel, T. E., & Allenby, B. R. (2010). *Industrial ecology and sustainable engineering*. Prentice Hall.

- Gómez, Á. R. (2019). *Universidad y desarrollo sostenible: el papel de la educación superior en la implementación de los ODS en Colombia*. *Revista de la Educación Superior*, 48(192), 73-94.
- Haro-Martínez, A. A., & Taddei-Bringas, I. C. (2014). *Sustentabilidad y economía: la controversia de la valoración ambiental. Economía, Sociedad y Territorio*.
- INEC, (2022). Encuesta Nacional de Empleo, Desempleo y Subempleo 2022 (ENEMDU) Indicadores de Pobreza y Desigualdad.
- Martínez Alier, J. (2020). *The Energetic Civilization: Fossil Capitalism and the Crisis of the Earth System*. Cham, Switzerland: Springer Nature.
- Naciones Unidas (2015). *Objetivos de Desarrollo Sostenible*. Recuperado de <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>
- Neumayer, E. (2003). *Sustainable development and the limitation of growth: Future prospects for world civilization*. Routledge.
- Ostrom, E. (1990). *Governing the commons: The evolution of institutions for collective action*. Cambridge University Press.
- Pearce, D., Markandya, A., & Barbier, E. B. (1989). *Blueprint for a green economy*. Earthscan Publications Ltd.
- Sachs, I. (1993). *Eco-development: The basic principles*. United Nations Development Programme.
- Salleh, A. (1993). *Ecofeminism as Politics: Nature, Marx and the Postmodern*. Zed Books.
- Sachs, J. D. (2015). *The Age of Sustainable Development*. Columbia University Press.
- Shani, A. B., & Armon, R. S. (2018). *From sustainable development to sustainable universities: challenges and opportunities*. *Systems Research and Behavioral Science*, 35(5), 709-725.
- Shiva, V. (1988). *Staying Alive: Women, Ecology, and Development*. Zed Books.
- Stern, N. (2007). *The economics of climate change. The Stern Review*. Cambridge University Press.
- Solow, R., & Hartwick, J. M. (1997). *Natural resources, national accounting and economic depreciation*. North-Holland.
- Universidad de las Américas Puebla. (2020). *Las universidades y su papel en el cumplimiento de los ODS*. Recuperado de <https://udlap.mx/blog/2020/01/las-universidades-y-su-papel-en-el-cumplimiento-de-los-ods/>
- Warwick, P. (1989). *Social Work and Social Welfare: An Introduction* (2da ed.). Routledge.
- Wiek, A., Foley, R., Guston, D., & Sarewitz, D. (2014). *Integrating sustainability science education into middle school classrooms*. *Journal of Environmental Studies and Science*.

De la ética a una ética social y ambiental aplicada al cuidado de la casa común

Jaime Humberto Mora Varela ²

Introducción

Vivimos en un hermoso planeta azul, la Tierra. A la luz del desarrollo del saber científico, se descubre compleja, dinámica, limitada y frágil. En este planeta ha aparecido la vida y ha florecido en el reino animal, uno de sus cinco reinos, el *homo sapiens*. Este, desde su capacidad de conocer (*theorein*), hacer (*poiein*) y obrar (*praxiein*), lo ha hecho su mundo (*kósmos*) y su “casa” (*oikos*), comprendiéndolos y transformándolos desde y en función de construir y/o deconstruir los más diversos proyectos de vida (*êthos*) que se ha propuesto edificar, cubriendo sus deseos y preferencias, adaptándose y adaptando el medio físico (*physis*) y social (*polis*).

En el último tercio del siglo XX, en países con tradición occidental y en un espacio público de ciudadanía, nacen las éticas aplicadas por imperativo de una realidad social y ambiental que necesitaba respuestas multidisciplinarias en sociedades moralmente diversas. La sensibilidad y preocupación por lo social y lo ambiental, a raíz del deterioro y degradación de la calidad de la vida humana y destrucción de la naturaleza en la historia reciente (Francisco, 2015, 2020, 2023), está presente en “la reflexión filosófica contemporánea sobre la moral” (Camps, 2014).

El presente capítulo, inscrito en este ámbito de reflexión, atiende primero al contexto en el que surgen las éticas aplicadas; segundo, inquiere por la consistencia de estas éticas al pertenecer al ámbito de la filosofía moral; y tercero, plantea la pertinencia de una ética social y ambiental aplicada al cuidado de la casa común (Francisco, 2015), abordando a una problemática que afecta a todos y concierne al modo como se está construyendo el futuro del planeta, no sin mencionar, a modo de conclusión, el resultado al que se habría podido llegar. Desde el quehacer universitario, se dirige a cuantos se interesan y están comprometidos en construir un mundo más humano y sostenible, al atender a dicha problemática en clave ética. Procede fundamentalmente mediante un método lógico que, por su finalidad, es de hallazgo y, por su modalidad, analítico sintético, en diálogo con el saber científico y en un espacio público de ciudadanía atenta a cuestiones socioambientales y el futuro del planeta.

Contexto en el que surgen las «éticas aplicadas»

Las «éticas aplicadas» se originan, en un espacio público de ciudadanía (De la Cruz, s.f., p. 25), en los años sesenta y setenta del siglo XX, prolongándose hasta el inicio del nuevo siglo, “por

² Magister en Gobernabilidad y Gerencia Política y Máster Universitario en Ética para la Construcción Social. Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Correo: jhmora@puce.edu.ec.

imperativo de una realidad social que necesitaba respuestas multidisciplinarias en sociedades moralmente pluralistas” (Cortina, 2002). El contexto en el que de hecho aparecen es el de unos países y mundo que presentan ciertos rasgos:

1) Se han ido configurando a partir del desarrollo histórico de la modernidad occidental, ya no desde la religión, sino fundamentalmente desde la economía y el avance científico y tecnológico que tenderían a generar el progreso y bienestar social en la población, vía mercado y/o Estado.

2) Amén de las fallas del mercado, del Estado y del colapso del socialismo real (1989-1992); los países y mundo donde aparecen las éticas aplicadas han ido tejiendo sus relaciones instituciones sociales, dinámicas y estructura de poder globales y locales sobre la urdimbre del desarrollo histórico del capitalismo industrial y posindustrial de Occidente (1760-2023). Verificando procesos de globalización hegemónica y contra hegemónica y algunas macro desigualdades que los desafían, como son, especialmente, la inequidad y el deterioro medioambiental planetarios.

3) Reclamada la atención sobre la ambivalencia del desarrollo de la investigación, ciencia y tecnología, estos países han sufrido cambios

profundos y acelerados suscitándose admiración y optimismo, también incertidumbre y perplejidad inusitadas por los resultados alcanzados³, sin que se haya dejado de cuestionar a la razón instrumental y el transitar a un nuevo ambiente cultural postmoderno en el que adquieren protagonismo nuevos actores: Movimientos contracultura, pacifistas, ambientalistas, feministas y muchos más.

4) Habiendo vivido, en la Segunda Guerra Mundial, una experiencia de deshumanización, devastación y muerte nunca antes vistas, desde la capacidad de los seres humanos de indignarse y de soñar: ¡Nunca jamás esto otra vez!, habrían resuelto construir un nuevo orden social y mundial de paz anclado sobre el reconocimiento, respeto, defensa y promoción de la dignidad humana expresada en derechos inherentes, inalienables, indivisibles e interdependientes inscritos en la Declaración de Derechos Humanos.

5) Frente a los totalitarismos, que eliminan la libertad y el conflicto cívico entre los miembros de la sociedad, estos países y mundo donde aparecen las éticas aplicadas, conceden una amplia legitimidad ideológica al régimen democrático por considerar que todos los miembros de la comunidad política son igualmente ciudadanos, sujetos titulares

³ La bomba atómica asociada a su lanzamiento en Hiroshima y Nagasaki, el fin de la Segunda Guerra Mundial y el desencadenamiento de la carrera nuclear; la experimentación humana en biomedicina a cualquier precio y a costa de la dignidad de las personas asociada a Auschwitz, Manchuria, Alabama, Oregón, Washington; productos como el DDT y el agente naranja, entre tantos otros, asociados a su impacto negativo en la vida y salud de personas, animales y plantas; la ecología como ciencia y la conciencia ecológica asociadas a las ciencias de la naturaleza y el deterioro ambiental, Estocolmo y las Cumbres de la Tierra y la lentitud en el logro de los objetivos.

de derechos y responsabilidades, protagonistas de su propio destino.

6) Desde la reivindicación de unos derechos fundamentales, entre los que están las libertades civiles y políticas, se construyen en un espacio público de ciudadanía como sociedades abiertas y moralmente plurales, que no admiten la vigencia de un código moral único, ideológico y/o religioso, que prescriba conductas.

En este contexto de sociedad y mundo, en sintonía con el despertar de una conciencia social y ecológica de hombres y mujeres de ciencia, de movimientos, organizaciones sociales e incluso, en el accionar de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) y de otras instituciones como la Iglesia católica, nacen las éticas aplicadas. Entre estas éticas están: La ética ambiental detallada por Rachel Carson (1962); la bioética global y clínica con Renssenlear van Potter (1969) y André Hellegers (1971); la *Business ethics* hacia 1974 de George y Richard; el posterior desarrollo de una administración ambiental con las Normas ISO 14000 (1996); la responsabilidad social corporativa con las ISO 26000 (2011); Una renovada ética política a la luz de las teorías contemporáneas sobre la justicia con John Rawls (1971, 1996, 2001, 2002); Robert Nozick (1974); Michael Walzer (1983-2001); Susan Okin (1989); Marion Young (1990, 1996); Nancy Fraser (2005, 2008); Matha Nussbaum (2006); La ética económica con Manfred Max Neef en 1886; Georgescu-Roegen (1996) y Amartya Sen (1987, 1997, 2007,

2012); la ética de la comunicación con Jürgen Habermas (1983); la neuroética con Cortina (2017) ante el avance de las neurociencias; una ética para la construcción social con la Universidad de Deusto (2016); una ética de las relaciones internacionales y una ética global de solidaridad y cooperación» propuestas por el Papa Francisco (2015). Entre estas éticas aplicadas, también se encuentran las diversas ramas de la ética profesional (ingeniería, arquitectura, abogacía, psicología, docencia, gestión social, entre otras; generando una amplia gama de reflexiones éticas acerca de fenómenos centrales de la vida humana. Camps señala “una demanda social que se dirige a la filosofía desde la convicción de que es allí donde se alberga el conocimiento de lo que es y debe ser la moral tanto en un sentido general como en su aplicación a la toma de decisiones concretas” (2014, p. 393).

Consistencia de las «éticas aplicadas»

Las éticas aplicadas son una *theoría* de la *praxis* desde y en función de un *êthos* que se quiere construir porque se estima razonablemente valioso, pleno y bueno, según el significado que originariamente adquiriera en el mundo griego donde aparece como *philosophía morālis*, según su traducción latina por obra de Marco Tulio Cicerón (44 a.C).

La ética, en su andadura de veinticinco siglos desde que apareció en Grecia, ha reflexionado filosóficamente sobre la moral con el fin de orientar la *praxis* humana. Históricamente, ha buscado

dilucidar en qué consiste lo moral; fundamentar, identificar y comparar críticamente las diversas morales con que las personas y/o los grupos tienen para orientar su conducta.

A grandes rasgos, la ética empieza en Grecia con una teoría de las virtudes que, con el nacimiento del cristianismo, es retomada e interpretada por la teología cristiana. Con la modernidad empieza un proceso de secularización del pensamiento que rompe con la fundamentación trascendente de la ética para afianzar el valor del individuo, articulando en torno a él una serie de principios que establecen lo más específico y característico del deber moral. La ética moderna es una ética de principios, deontológica, contra la que se levanta de inmediato una ética utilitarista, ética de las consecuencias, que clama por un enfoque más empírico y práctico (Camps, 2014).

Al sumarse el giro aplicado, a los otros tres sufridos por la filosofía en el siglo XX, el lingüístico, el hermenéutico y el pragmático; la ética ha asumido la tarea de aplicar sus descubrimientos a las diferentes esferas de la vida humana, donde muchas personas y organizaciones, en el seno de unas sociedades secularizadas y pluralistas, han requerido desde diversas instancias, de determinadas orientaciones éticas, inevitablemente multidisciplinarias, para poder actuar correctamente.

Así fue como, a partir de la década de los 60s del siglo pasado, surgieron las

éticas aplicadas en un espacio público de ciudadanía, respetuoso de la diversidad socio cultural, y por imperativo de una realidad social y ambiental preocupante que necesitaba respuestas multidisciplinarias en sociedades moralmente diversas.

Expresan una razón práctica que se va descubriendo y determinando colectivamente al hacerse presente y realizarse en el desarrollo de proyectos sociales, organizacionales y profesionales; pero sin identificarse ni reducirse a ellos (Camps, 2014). Responden, como se ha señalado, a “una demanda social que se dirige a la filosofía desde la convicción de que es allí donde se alberga el conocimiento de lo que es y debe ser la moral tanto en un sentido general como en su aplicación a la toma de decisiones concretas” (Camps, 2014, p. 393).

Poseen un núcleo de ética cívica que, tejido sobre la urdimbre de una ciudadanía activa que desborda las fronteras estado-nacionales, constituye la base ética común de tales esferas y de los procesos de reflexión y adecuación ética que se operan en los campos económico, político-jurídico, socio-cultural, científico-tecnológico y ambiental, dando como resultado por ejemplo, a modo de autorregulación, la creación de centros, códigos, comités y comisiones de ética especializados, profesionales, organizacionales e institucionales, nacionales e internacionales (Camps y Cortina, 2007).

Como modulación de la ética cívica, los rasgos que caracterizan a esta ética perfilan la consistencia de las éticas aplicadas: afirman la unidad en la diversidad o viceversa, buscan ser parte de la solución y no del problema, subsumen una ciudadanía activa que reconoce, respeta, defiende y promueve la dignidad y los derechos humanos y de la naturaleza. Proceden mediante una racionalidad dialógica de disciplinas inter y multidisciplinares; profesiones (multilingüismo profesional), saberes (científico, filosófico y cultural) y de actores (intersubjetividad e interlocución válida); y, se sustentan sobre una antropología integral (Mora, 2016).

Articulan, metodológicamente, los saberes filosófico, científico y técnico, y el propio de la estimativa moral de una ciudadanía activa que, desde la capacidad de darse cuenta, indignarse y soñar, rebasando “el ámbito limitado de los Estados nacionales” y abriéndose a “espacios globales y deslimitados” (Innerarty 2006, pp.17-19), estima un conjunto de valores que se hallan inscritos en la cultura global de los derechos humanos y se siente requerida a ser coherente con ellos, exigiendo su

afirmación en las distintas esferas de la vida social.

No ignoran y, antes por el contrario, reconocen y respetan la realidad más personal de individuos y grupos que, desde unos idearios de felicidad y de sentido, proponen unas éticas de plenitud, siempre que no atenten contra los ideales de autorrealización de los otros y respeten los mínimos de justicia que los miembros de una sociedad democrática y plural, en ejercicio de su autonomía, han decidido darse a sí mismos para construir la convivencia pacífica a la altura de la dignidad humana atendiendo a las problemáticas que les afectan; entre las que se encuentran aquellas que conciernen al medio ambiente que preocupa a muchos.

En tanto las éticas aplicadas reconocen y respetan a las éticas de plenitud, desde una racionalidad dialógica, pueden hacerse eco de la invitación del Papa Francisco a quienes se interesan por el cuidado y futuro del planeta, para proteger la casa común y unir a la familia humana en la búsqueda de un desarrollo sostenible e integral (2015)⁴.

⁴ En la Encíclica Laudato Si' (2015), frente al deterioro ambiental, el Papa se dirige a cada persona que habita este planeta (n. 3) y busca “entrar en diálogo con todos acerca de [lo que está pasando a] nuestra casa común” (n. 17), “sobre el modo como estamos construyendo el futuro del planeta” (n. 14. 113). Llama urgentemente a (n. 13-16): 1) Mirar y dejarse interpelar a la acción por el contexto de crisis que acontece en el mundo, visible tanto en la degradación ambiental (n. 18-42), como en la degradación humana y social al coexistir un superdesarrollo derrochador y consumista y situaciones persistentes de exclusión, miseria y sufrimiento de los más pobres (n. 15. 25. 29-30. 36. 43-61 y 109). Por lo que convendría anotar que “no hay dos crisis separadas, una ambiental y otra social, sino una sola y compleja crisis socio-ambiental. Las líneas para la solución requieren una aproximación integral para combatir la pobreza, para devolver la dignidad a los excluidos y simultáneamente para cuidar la naturaleza” (n. 139). 2) Reflexionar, desde el dialogo ciencia-religión y a la luz de la traición judío-cristiana (n. 15. 62-100), el gran deterioro de la casa común y descubrir sus raíces y causas antrópicas más profundas en el avance fáctico de un paradigma cultural tecnocrático dominante y globalizado, que proviene del antropocentrismo moderno y configura, desde una lógica de dominio absoluto e ilimitado de la techno ciencia sobre la naturaleza, una sociedad y un mundo de crecimiento económico, bienestar y progreso ilimitados, sordo a los gritos de

Pertinencia de una ética social y ambiental aplicada al cuidado de la casa común

La sensibilidad y atención por lo social y ambiental tienen como antecedente una problemática compleja que acontece en el mundo actual. Esta problemática está relacionada al deterioro y degradación de la calidad de la vida humana y a la destrucción del medio ambiente, como expresión visible de una crisis que afecta a todos y preocupa a muchos, en modo alguno ajena a la configuración de las sociedades y mundo de inicios del siglo XXI a partir del desarrollo histórico de la modernidad occidental. Esta crisis, tampoco ajena al Ecuador, requiere de respuestas multidisciplinares en el contexto de sociedades y mundo moralmente plurales.

La reflexión filosófica sobre lo moral en el ámbito socio ambiental, aplicada al cuidado de la casa común, donde interactúan los sistemas naturales bióticos y abióticos y sistemas sociales, atiende a lo que acontece en ella y al modo como se está construyendo el futuro del planeta, entronca con el despertar de la conciencia social y ecológica, se inscribe

en la dinámica de las éticas aplicadas (Camps, 2014) y busca orientar la *praxis* humana atendiendo a este requerimiento en un contexto moralmente plural.

Procedimentalmente, articula en el ámbito de su reflexión los saberes de las ciencias naturales y sociales, el desarrollo de la ecología y de una conciencia ciudadana⁵, y por qué no creyente, preocupada por encontrar soluciones colectivas a los muchos problemas que hay que atender en defensa, cuidado y promoción de la dignidad humana y de la naturaleza, sin desestimar la denuncia de los abusos que se ejercen sobre ellas.

Si el ser humano sigue interactuando en su entorno sin más ni más, sin reparar ni considerar el deterioro y degradación de la vida humana y de la naturaleza; no es difícil proyectar su futuro y el de su casa en una brevísima narrativa:

Érase una vez un hermoso planeta azul, donde floreció la vida y en ella el *homo sapiens*, el cual resultó ser tan idiota (del lt. *idiōta*, y este del gr. *ιδιώτης*, esto es, tan ocupado de sus asuntos propios y desinteresado de los comunes,

la tierra y del pobre (n. 15. 53. 61. 101-136). Y, 3) avanzar en una valiente revolución cultural (n. 114), proponiendo, a la vez: a) Una ecología integral que estime el valor propio de cada criatura e incorpore el lugar peculiar del ser humano en este mundo y sus relaciones con la realidad que le rodea (n.15. 137-162). b) Algunas líneas de orientación y acción que involucren a cada uno y a la política internacional, nacional y local para proteger la casa común y buscar, en términos de compromiso, corresponsabilidad y diálogo, un desarrollo humano, sostenible e integral que incluya la vida de los más pobres. (n. 15-16. 18. 163-201). Y, c) Algunas líneas de maduración humana inspiradas en el tesoro de la experiencia espiritual cristiana, una vez que todo cambio necesita motivaciones y un camino educativo (n. 15. 202-246).

⁵ Un ejercicio de esa conciencia a nivel de la sociedad ecuatoriana lo constituye la decisión de construir, por parte del pueblo soberano del Ecuador: “Una nueva forma de convivencia ciudadana, en diversidad y armonía con la naturaleza, para alcanzar el buen vivir, el *sumak kawsay*. Una sociedad que respeta, en todas sus dimensiones, la dignidad de las personas y las colectividades...” (Constitución 2008, Preámbulo), por lo que, al darse una nueva Constitución, consagrará los derechos de la naturaleza (Art. 71-74), subsumidos en la noción del Buen Vivir, el cual “requerirá que las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades gocen efectivamente de sus derechos, y ejerzan responsabilidades en el marco de la interculturalidad, del respeto a sus diversidades, y de la convivencia armónica con la naturaleza” (Art. 275).

incapaz de entender la complejidad de la casa en la que vivía, que no solo se mató a sí mismo, sino que arrastró detrás de sí a muchísimas otras formas de vida, trocando al planeta Tierra de azul en gris.

Atendiendo al *factum* del sistema mundo y sistema sociedad que el *homo sapiens* ha construido a partir del desarrollo histórico de la modernidad occidental, en los últimos tres siglos, este hermoso planeta azul se ha convertido en el escenario de lo que estos sistemas han llegado a representar, muchas veces solo juegos de intereses creados que se desarrollan a través de relaciones, instituciones, dinámicas y estructuras de poder globales y locales tendentes a la reproducción social del capital, por encima de la dignidad de las personas y del medio ambiente.

Si a partir de los noventa del XX resulta más fácil percibir el paso de una época de cambios a un cambio de época, cambio de paradigmas, de crisis especial que, más que definir, se puede solo describir (Codina, 2009). A inicios del nuevo siglo, en un mundo globalizado, teatro de la historia humana, que verifica un incremento aun acelerado de la población humana, de lo urbano, de la brecha entre ricos y pobres, del deterioro del medio ambiente y de una espiral de violencia con rostro global. La ética social y ambiental aplicada al cuidado de la casa común, previo el análisis de la crisis socio ambiental que acontece en el planeta, reflexiona sobre lo moral en cuatro niveles que desbordan el plano puramente descriptivo de las ciencias

positivas y serían objeto de otro trabajo:

1) En un nivel de desafíos éticos globales planteados por las problemáticas sociales y ambientales que interpelan a nivel de conciencia moral a hacer algo al respecto. En este nivel conviene analizar tanto los procesos de globalización hegemónica y contra hegemónica, como las macro desigualdades que subyacen en dichas problemáticas. Los desafíos éticos no implican una única forma de percibirlos y afrontarlos por parte de aquellos que, apelando a la conciencia social y ecológica no responden de la misma manera. Los países desarrollados, las grandes corporaciones, los sistemas que conjugan producción capitalista y distribución socialista, y los grupos, movimientos y foros sociales alternativos. Todos apelan a la conciencia social y ecológica para hacerse cargo de ellos, pero no del mismo modo.

2) En este nivel se ven a las iniciativas como alternativas de solución de individuos, colectivos, países y comunidades internacionales que proponen hacer frente a estos desafíos. En vista de la emergencia de las éticas aplicadas, especialmente, de la ética ambiental, bioética global, *business ethics* y responsabilidad social y ambiental corporativa; ética, ciencia y tecnología; ética política y teorías contemporáneas sobre la justicia; las economías heterodoxas del desarrollo a escala humana, ecológica y de agencia; la genética, la ética de la comunicación, la ética para la construcción social y las diversas ramas de la ética profesional

se halla la Encíclica Laudato Si' (2015). En este nivel conviene aproximarse a los diversos cursos de acción que han surgido y a una estrategia glocal que los articule.

3) En el de una reflexión transdisciplinaria sobre el itinerario de una ciencia muy particular, la ecología, que a partir de la consideración de su estatuto epistemológico se ve requerida a desbordarse a sí misma entendiéndose y construyéndose desde un horizonte y paradigma más amplio, el de una ecología integral. En este nivel, conviene atender los presupuestos antropológicos subyacentes y los ámbitos específicos de este nuevo paradigma.

4) En tanto a las categorías y principios de orden ético, sociales y ambientales, aplicados al cuidado de la casa común, que permitirían sustentar filosóficamente las alternativas de solución a la hora de afrontar adecuadamente los desafíos éticos; estas también deben orientarse la praxis humana desde la propuesta de una ecología integral. En este nivel, conviene atender nociones como la dignidad, los derechos humanos y de la naturaleza como criterio intersubjetivo de moralidad, el bien común, el desarrollo sostenible, la calidad de vida y algunos principios de la vida social.

Conclusiones

En el último tercio del siglo XX, en países con tradición occidental y en un espacio público de ciudadanía, surgieron las éticas aplicadas por imperativo de una realidad social y ambiental que necesitaba respuestas multidisciplinares en sociedades moralmente pluralistas.

Así nacieron: la ética ambiental (1962), la bioética global y clínica (1969-1971); *Business ethics* (1974) y el posterior desarrollo de una administración ambiental con las Normas ISO 14000 (1996) y la responsabilidad social corporativa con las ISO 26000 (2011); una renovada ética política (1971-2008); la ética económica (1986-2012); la ética de la comunicación (1983); la ética de la ciencia y la tecnología (2008-2009), la Inteligencia Artificial y la genética (1973-1989); la neuroética (2017); la ética para la construcción social (2016); la propuesta de una ética de las relaciones internacionales y la ética global de solidaridad y cooperación (2015-2020), las diversas ramas de la ética profesional y toda una amplia gama de reflexiones éticas acerca de fenómenos centrales de la vida humana, como el deporte o el consumo, en respuesta a “una demanda social que se dirige a la filosofía desde la convicción de que es allí donde se alberga el conocimiento de lo que es y debe ser la moral tanto en un sentido general como en su aplicación a la toma de decisiones concretas” (Camps 2014, p. 393).

Sin duda, las éticas aplicadas constituyen la reflexión filosófica

contemporánea sobre la moral y, al modular una ética cívica, lo hacen articulando metodológicamente el saber filosófico, tecnocientífico y el propio de la estimativa moral de una ciudadanía activa que, desde la capacidad indignarse y soñar, rebasando el ámbito limitado de los Estados nacionales abriéndose a espacios globales; comparten un conjunto de valores que se hallan inscritos en la cultura global de los derechos humanos; ahora, de la naturaleza, y se siente requerida a ser coherente con ellos, exigiendo su afirmación en las distintas esferas de la vida social.

La reflexión filosófica sobre lo moral en el ámbito socio ambiental se aplica al cuidado de la casa común; donde interactúan los sistemas naturales y sistemas sociales, atiende a cuanto acontece en el planeta y al modo como se está construyendo su futuro; entronca con el despertar de la conciencia social y ecológica. Busca orientar la *praxis* humana atendiendo a este requerimiento en un contexto moralmente plural. Desde un espacio público de ciudadanía, los cuatro niveles que integran una ética social y ambiental aplicada al cuidado de la casa común, referidos a los desafíos éticos socioambientales locales, las iniciativas que, como alternativas de solución, proponen afrontarlos. El desarrollo de una ecología integral y una ética socioambiental, constituyen una tarea pendiente por trabajar a nivel glocal y universitario.

Bibliografía

Camps, V. (2014). *Breve historia de la ética. 4° edición*. Barcelona: RBA Libros S.A. Divulgación. Disponible en: <http://www.itech.gt/wp-content/uploads/2016/06/Camps-Victoria-Breve-Historia-De-La-Etica.pdf>.

Camps, V., & Cortina, A. (2007). *Las Éticas aplicadas*. En C. Gómez & J. Mugerza (Eds.), *La aventura de la moralidad: Paradigmas, fronteras y problemas de la Ética*. Madrid: Alianza Editorial.

Carson, R. (1962). *Silent Spring*, Recuperado de <http://www.rachelcarson.org/SilentSpring.aspx>.

Cicerón, M. T. (s.f.). *De Fato, The Information Philosopher*. Recuperado de http://www.informationphilosopher.com/solutions/philosophers/cicero/de_fato.html.

Codina, V. (2009) *La Iglesia de América Latina en el umbral del tercer milenio*.

Cuadernos Fe y Justicia. Centro Ignaciano de Espiritualidad. Quito. N° 2.

Constitución de la República del Ecuador. (2008). Ciudad Alfaro-Montecristi. Registro Oficial número 449. Disponible en: https://www.oas.org/juridico/pdfs/mesicic4_ecu_const.pdf.

Cortina, A. (1993). *Ética aplicada y democracia radical*. Madrid: Tecnos.

Cortina, A. (1999). *Los ciudadanos como protagonistas*. Barcelona: Galaxia Gutenberg-Círculo de Lectores.

Cortina A. (2002) *La Dimensión Pública de la Éticas Aplicadas*. Revista Ibero Americana de Educación. Mayo-Agosto.

Cortina, A. (2017). *Neuroética y Neuropolítica. Sugerencias para la educación moral*. Cuarta edición. Reimpresión. Madrid, España: Tecnos.

De George, Richard (s.f.). *A history of business ethics*. Recuperado de https://www.bbvaopenmind.com/wp-content/uploads/2013/02/A-History-of-Business-Ethics_Richard-T-De-George.pdf.

De la Cruz, C. (s.f.). *Materia 01: Teorías de la Responsabilidad. Nociones fundamentales de Ética fundamental y éticas aplicadas*. Disponible en https://alud.deusto.es/pluginfile.php/354275/mod_resource/content/2/master%20CEA-conceptos%202.pdf.

Francisco, Papa. (2015). *Encíclica Laudato Si'*. Roma: Librería Editrice Vaticana.

Disponible en: https://www.vatican.va/content/francesco/es/encyclicals/documents/papa-francesco_20150524_enciclica-laudato-si.html.

Francisco, Papa. (2020). *Encíclica Fratelli Tutti*. Roma: Librería Editrice Vaticana.

Disponible en: https://www.vatican.va/content/francesco/es/encyclicals/documents/papa-francesco_20201003_enciclica-fratelli-tutti.html.

Francisco, Papa. (2023). *Exhortación Apostólica Laudate Deum*. Librería Editrice Vaticana. Disponible en: https://www.vatican.va/content/francesco/es/apost_exhortations/documents/20231004-laudate-deum.pdf.

Fraser, N. (2005) *Redefiniendo el concepto de justicia en un mundo globalizado*.

Anales de la Cátedra Francisco Suárez. Disponible en:

<http://revistaseug.ugr.es/index.php/acfs/article/view/1028/1210>.

Fraser, N. (2007). *La justicia en tres dimensiones*. Correspondencia de Prensa, 14 de Octubre. <http://listas.chasque.net/mailman/listinfo/boletin-prensa>.

Georgescu-Roegen, N. (1996). *La Ley de la Entropía y el Proceso Económico*. Madrid. Gráficas Rogar.

Habermas, J. (1985). *Conciencia moral y acción comunicativa*. Barcelona: Península.

Innerarty, D. (2006) *El nuevo espacio público*. Madrid: España.

Max-Neef, Manfred [et al.]. (1986). *Desarrollo a Escala Humana: una opción para el futuro*. Santiago de Chile: Cepaur, Disponible en: http://www.max-neef.cl/download/Max-Neef_Desarrollo_a_escal_a_humana.pdf.

Mora, J. (2016). *Ética aplicada al mundo de las profesiones. Una propuesta académica para universitarios del siglo XXI*. Cuarta reimpresión. Quito: Centro de Publicaciones de la PUCE.

Mora, J. (2014). *Montecristi-Ciudad Alfaro: ¿Radicalización de la democracia?* Quito: Centro de Publicaciones de la PUCE.

Mora, J. (2023a). *Ecuador y globalización contrahegemónica. Ética cívica para la construcción social*. Quito: EdiPUCE.

Mora, J. (2023). *Ética aplicada al mundo de las profesiones. Una propuesta Académica para universitarios del siglo XXI*. Segunda edición. Quito: Manuscrito para ser publicado por EdiPUCE.

Nozick, R. (1974). *Anarchy, state, and utopia*. Nueva York: Basic Books.

Nussbaum, M. (2006). *Las fronteras de la justicia. Consideraciones sobre la exclusión*. Barcelona: Paidós. Disponible en: <https://es.scribd.com/doc/103459346/Nussbaum-Martha-Las-Fronteras-de-La-Justicia>.

Okin, S. (1989). *Justice, Gender, and the Family*. Princeton: Princeton University Press.

Potter, V. R. (1971). *Bioethics: A Bridge to the Future*. New Jersey Prentice-Hall: Englewood Cliffs.

Rawls, J. (1971). *Teoría de la justicia*. México: Fondo de Cultura Económica.

Rawls, J. (1996). *Liberalismo político*. Barcelona: Crítica.

Rawls, J. (2001). *Lecciones sobre la historia de la filosofía moral*. Barcelona: Paidós.

Rawls, J. (2002). *La justicia como equidad*. Barcelona: Paidós.

Sen, A. (1987/1989). *Sobre ética y economía*. México: Consejo Nacional para la Cultura y las Artes-Alianza Editorial. Disponible en: <http://www.scribd.com/doc/6808210/Etica-y-EconomiaAmartya-Sen>.

Sen, A. (1997). *Bienestar, Justicia y Mercado*. Barcelona: Ed. Paidós.

Sen, A. (2007). *Primero la gente: una mirada desde la ética del desarrollo a los principales problemas del mundo globalizado*. Barcelona: Deusto.

Sen, A. (s.f.). *¿Qué impacto puede tener la Ética? Presentación en la Reunión Internacional sobre Ética y Desarrollo del Banco Interamericano de Desarrollo en colaboración con el Gobierno de Noruega*, Disponible en: <http://red.pucp.edu.pe/ridei/files/2012/11/121118.pdf>.

UNESCO. (2008, 2009). *La ética de la ciencia y la Tecnología*. Disponible en: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000160021_spa.

UNESCO. (2021). *Recomendación sobre la Ética de la Inteligencia Artificial*, en <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000377897>.

Vidal, M. (1995). *La ética civil y la moral cristiana*. Madrid: San Pablo.

Walzer, M. (2001). *Las esferas de la justicia: una defensa del pluralismo y la igualdad*. México: Fondo de Cultura Económica.

Young, I. M. (1990). *Justice and the Politics of Difference*. Princeton: Princeton University Press.

Young, I. M. (1996). *Perspectivas feministas en teoría política*. Barcelona: Paidós.

La Universidad y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)

Nelly Patricia Carrera Burneo ⁶

Paulina Virginia Mancheno Egas ⁷

Introducción

La implementación de los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) para el año 2030 representa un desafío importante para gobiernos de todo el mundo, independientemente de su nivel de desarrollo. Estos ODS se han definido como principios y aspiraciones clave. Su logro depende de la colaboración de cada individuo en el mundo y requiere un compromiso inquebrantable. La educación y la difusión de los ODS son fundamentales en este proceso.

Las universidades, como generadoras y difusoras del conocimiento, desempeñan un papel fundamental en la promoción de una mayor comprensión de los ODS. La UNESCO y otras instituciones reconocen que las universidades son agentes de cambio, líderes en la innovación ambiental, social y económica. Además, tienen la responsabilidad de formar ciudadanos con una sólida ética y conciencia humana.

El Compromiso de las Universidades

La UNESCO (2021) destaca que las universidades ocupan una posición privilegiada en la sociedad al generar, difundir y comunicar conocimiento, impulsar la innovación y movilizar a la sociedad. Las universidades deben

transmitir la importancia de los ODS, ejecutar acciones para su multiplicación y contribuir al bienestar local y nacional. Al hacerlo, pueden beneficiarse de múltiples formas, incluyendo la generación de financiamiento adicional y el aumento de la demanda de formación en los ODS.

La Red de Soluciones para el Desarrollo Sostenible (SDSN), una iniciativa de la ONU, trabaja para movilizar a la sociedad civil y a los gobiernos en la implementación de los ODS en todo el mundo. Esta organización señala que las universidades son un ejemplo para seguir. Los campus en los que existen prácticas sostenibles promueven a que otras personas, instituciones, organizaciones públicas y privadas sigan su ejemplo; generando impacto social y ambiental a corto, mediano y largo plazo; genera una cultura de prácticas sostenibles, llama a la colaboración por la sostenibilidad socioambiental (ver Figura 1).

En este mismo sentido, Jeffrey Sachs autor del libro “La era del desarrollo sostenible” dedica el capítulo 8 al papel que tienen las universidades en el cambio hacia sostenibilidad y refiere que “Las universidades tienen la capacidad única de enseñar y promover la sostenibilidad en todos los ámbitos de la sociedad,

⁶ Doctora en Ciencias Naturales. Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Facultad de Ciencias Humanas. Correo: pcarrera@puce.edu.ec

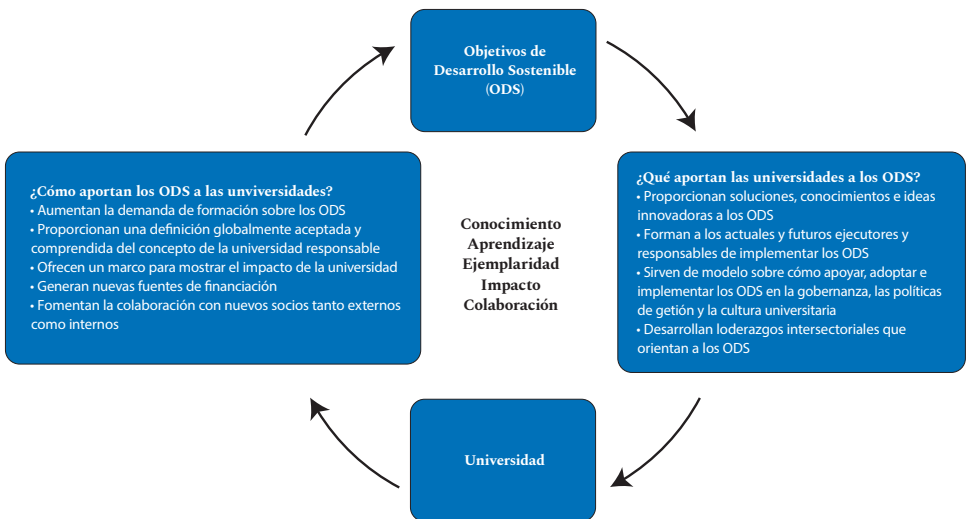
⁷ Magíster en Docencia Universitaria e investigación educativa, Magíster en Negocios Internacionales. Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Facultad de Ciencias Administrativas y Contables. Correo: pvmancheno@puce.edu.ec

desde las prácticas empresariales hasta la política gubernamental” (Sachs, 2015, pg. 176). Sachs sostiene que las instituciones de educación superior tienen la responsabilidad de trabajar

hacia un futuro más sostenible, ya que la universidad forma personas, investiga y puede promocionar las prácticas sostenibles en sus campus.

Figura 1

Beneficios y potencial que tienen las universidades por y para el cumplimiento de los ODS



Fuente: Adaptado de Red de soluciones para el Desarrollo Sostenible de Australia/Pacífico, Naciones Unidas (2023).

Contribución de las Universidades a los ODS

Las universidades pueden contribuir a través de la investigación, la educación, la formación y la sensibilización en áreas clave como la educación de calidad, la innovación, las comunidades sostenibles, la acción climática y las

alianzas para lograr los objetivos. Numerosas universidades en todo el mundo están comprometidas en la formación de estudiantes y en la creación de soluciones tecnológicas que respalden la sostenibilidad ambiental.

El llamado del Papa Francisco, la Encíclica Laudato Si'

El Papa Francisco reconoce la urgencia de vivir dignamente a nivel global y destaca que la crisis ambiental y la pobreza están interconectadas. Invita a las universidades a desempeñar un papel protagónico en la sostenibilidad del planeta y a promover prácticas sostenibles tanto en la formación de profesionales como en la investigación.

Por lo expuesto, las universidades a nivel mundial y regional enfrentan desafíos cruciales hasta el 2030. Deben llevar a cabo cambios internos significativos para cumplir con la responsabilidad que la sociedad les confiere. Las universidades no solo generan conocimiento y soluciones, sino que también promueven la colaboración y forman profesionales preparados para abordar los desafíos ambientales y sociales con innovación.

1. La PUCE y su relación con los ODS

La Pontificia Universidad Católica del Ecuador (PUCE) ha desarrollado en los últimos años la iniciativa PUCE sostenible o PUCE Laudato Si'. En este espacio conformado por todas las personas de la comunidad universitaria que quieran sumarse, se impulsan proyectos relacionados con los ODS o los 7 Objetivos de la Encíclica Laudato Si'. El carácter pontificio, católico e ignaciano de la PUCE tiene especial interés en la sostenibilidad, se compromete a que esta coadyuve a la propuesta de la Encíclica

Laudato Si', documento que aborda la Ecología Integral.

En septiembre de 2019, el Rector de la PUCE creó la Comisión de Desarrollo Sostenible y Protección del Medio Ambiente. Ambas desempeñan un papel activo a nivel interno y externo en redes como: la Red de Sostenibilidad y Ambiente de la Asociación de Universidades confiadas a la Compañía de Jesús (AUSJAL) y la Red de Universidades para el cuidado de la casa común (RUC).

La PUCE reflexiona frecuentemente sobre la crisis socioeconómica y ambiental a nivel local y global; crisis difíciles de superar, sin embargo, el compromiso con la sostenibilidad ambiental y la justicia social se mantienen y fortalecen a la luz las encíclicas Laudato Si' y Fratelli Tutti. Es por lo que la PUCE, dentro de la planificación de sus actividades, se compromete con la sociedad ecuatoriana en la gestión del conocimiento para la formación de personas con habilidades, conocimientos y actitudes que les permitan ser agentes de cambio social. La PUCE reconoce la necesidad de que su propuesta formativa sea pertinente al nuevo contexto socioeconómico y ambiental tanto a nivel local como global. También se compromete a ser fuente de innovación para formar profesionales competentes que generen soluciones viables para los más necesitados y vulnerables, en concordancia con el nuevo paradigma social. Además, busca fomentar una conciencia y responsabilidad intergeneracional, coherente con la urgencia de prevenir,

mitigar, compensar, adaptarse al cambio climático y a la degradación del medio ambiente, amenazas a la vida humana. Estos objetivos se ponen en práctica a través de las funciones sustantivas de la universidad: academia, investigación y vinculación.

Por los motivos señalados la PUCE se ha planteado el siguiente objetivo general: Generar políticas e iniciativas sostenibles y prácticas sociales a nivel nacional, a partir de la incorporación de la ecología integral en las funciones sustantivas de la universidad, su cultura institucional y su entorno; así, procurar la reducción y mitigación de su huella de carbono y llegar a ser la universidad líder en sostenibilidad.

Para cumplir con este objetivo se deben promover los siguientes objetivos específicos:

1. Integrar en las funciones sustantivas de la universidad (enseñanza, investigación y vinculación) la perspectiva de la sostenibilidad y ecología integral para incidir en la transformación de los estudiantes como agentes de cambio social y cuidado ambiental.

2. Fomentar políticas, prácticas y valores institucionales que promuevan la sostenibilidad y el cuidado de la casa común.

3. Reducir, mitigar y compensar las emisiones de CO₂ equivalente de la PUCE, a través del uso eficiente de recursos (agua, luz, residuos), movilidad

sostenible y la compensación de emisiones por reforestación (un millón de árboles para Ecuador).

4. Implementar infraestructura eco-amigable para el ahorro energético, el uso de energía renovable, uso adecuado de residuos, integración de vegetación en proyectos edilicios para ser un referente sostenible para las actuales y futuras generaciones.

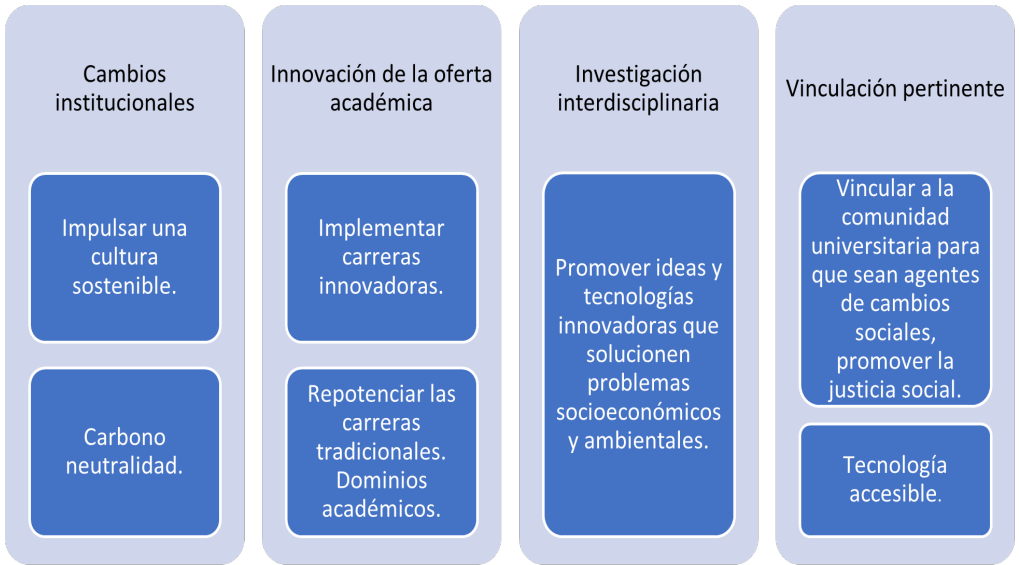
Para el cumplimiento de los objetivos específicos se requiere un cambio institucional interno que promueva una cultura sostenible e impulse la huella de carbono cero. Además requiere generar un enfoque académico que suscite innovación a través nuevas carreras tecnológicas, de grado y postgrado en las distintas modalidades, con el objetivo de democratizar el acceso a la educación vinculada a perspectivas sociales e institucionales sostenibles que impacten en los procesos educativos de los estudiantes, en ámbitos personales y profesionales (ver Figura 2).

Para el cumplimiento del primer objetivo específico se propone fortalecer la oferta formativa de tercer y cuarto nivel vinculada a la perspectiva de la ecología integral. Se propone crear un espacio de investigación permanente sobre sostenibilidad (laboratorio de sostenibilidad) el mismo que estará encargado de lograr los siguientes resultados:

- Laboratorio inter y transdisciplinario.

Figura 2

Objetivos que la PUCE ha planteado para fomentar una cultura sostenible en la comunidad universitaria



- Nuevos modelos de investigación bajo la Ciencia de la Sostenibilidad.
- Centro de Estudios Aplicados en Química (CESAQ) para fortalecer la investigación en los recursos agua y aire.
- Sistema de gestión ambiental para medir uso de recursos sostenibles en cinco universidades.

La investigación debe tener un enfoque interdisciplinario en la que se promueva ideas innovadoras que den soluciones a problemas socioeconómicos, ambientales y que sean promovidas a través de la vinculación en las comunidades urbanas y rurales,

suscitando una conversión ecológica en quienes ofrecen y reciben servicios de la PUCE.

Finalmente, la vinculación con la colectividad debe constituirse en un espacio donde se conozca y se aplique la ecología integral a través de las siguientes acciones:

- Formación continua.
- Creación de espacios consultivos y de investigación que respondan a las necesidades de la colectividad.
- Inclusión de los enfoques de sostenibilidad y ecología integral en los proyectos de vinculación.

- Vinculación integrada a investigación (respuestas académicas).

El segundo objetivo relacionado con el fomento de políticas, prácticas y valores institucionales que promuevan la sostenibilidad y el cuidado de la casa común, es decir con el fomento de una cultura de sostenibilidad en la PUCE, para esto se propone las siguientes actividades:

- Institucionalización de PUCE Sostenible en la Universidad.
- Generación de políticas y manuales de buenas prácticas ambientales en articulación con las Direcciones Administrativas.
- Capacitación a la PUCE nacional, obras de la Compañía de Jesús y universidades del Intercampus en la medición de huella de carbono e implementación de planes de mitigación y compensación.
- Promoción del cuidado de la casa común en redes de sostenibilidad y ecología integral.
- Compensación simbólica con el proyecto Un millón de árboles y certificación para el cumplimiento del tercer objetivo específico.

El tercer objetivo tiene el propósito de determinar la huella de carbono de la PUCE. El cálculo anual del 2022 dio como resultado que la universidad produjo 6000 t/a. El mayor aportante de CO₂ fue el transporte, público y privado, correspondiente al traslado de quienes conforman la comunidad universitaria

y se movilizan de sus hogares hasta la PUCE y viceversa. La segunda actividad humana que aporta a la huella de carbono es el consumo eléctrico y uso de recursos naturales como el agua. En respuesta a esto se propone: reducir el consumo de agua potable del campus matriz PUCE-Quito mediante el reciclaje de agua lluvia, y el uso de sanitarios y lavamanos ecoeficientes; reducir la contaminación ambiental con un manejo adecuado de desechos y/o residuos que se generen en la PUCE; usar eficiente la energía eléctrica y contribuir a la conservación del medio ambiente promoviendo la participación ciudadana a través de la siembra de 1 millón de árboles; generar reflexión y compromiso en la comunidad universitaria de las siete sedes de la PUCE, obras de la Compañía de Jesús y ciudadanía en general.

El cuarto objetivo invita a diseñar e implementar estrategias de compensación que contribuyan a lograr la carbono neutralidad. La compensación consiste en que lo que no se puede prevenir o mitigar, se pueda compensar. El proyecto Un millón de árboles para Ecuador busca sensibilizar a la comunidad educativa, a la ciudadanía y al país la importancia del cuidado de la casa común. Este proyecto inició en octubre del 2021 y a través de la PUCE se han impulsado sinergias con actores públicos, privados y de la sociedad civil para la realización de jornadas de reforestación en conjunto con la población en diversos puntos del Ecuador. Así también un proceso de formación y sensibilización para impulsar una cultura de responsabilidad

ambiental en la sociedad civil que contribuya a la lucha contra el cambio climático. Hasta noviembre del 2022, se sembraron más de 408 mil árboles.

A modo de conclusión se debe mencionar que la implementación, gestión, control, seguimiento y evaluación de un campus y una cultura sostenible es urgente; por lo cual se debe establecer y desarrollar una estrategia de empoderamiento y cambio de comportamientos en la comunidad universitaria, además del desarrollo de una estrategia de comunicación interna para la sostenibilidad y el cuidado de la casa común. La institucionalización de la sostenibilidad en la PUCE se logrará teniendo una estructura organizacional que dirija, ejecute y evalúe el cumplimiento de los objetivos propuestos.

¿Cómo se relacionan los objetivos de la Laudato Si' con los Objetivos de Desarrollo Sostenible?

La Encíclica Laudato Si' (2015) del Papa Francisco y los ODS (2015) de Naciones Unidas comparten una visión similar y diferente en cuanto a la protección y conservación del medio ambiente, la justicia social y la responsabilidad con las generaciones futuras.

En la Encíclica Laudato Si' el Papa Francisco reconoce que debe existir una relación profunda y consciente entre los seres humanos, la naturaleza y el medio

ambiente. El Papa Francisco va más allá de una preocupación por la conservación del medio ambiente, enfatiza la complejidad de las interrelaciones de los sistemas naturales, sociales, económicos y culturales. Los problemas que generan relaciones no pueden ser resueltos de manera aislada, el ser humano debe propender hacia una conversión ecológica y resolver la crisis ambiental y social de manera integral.

Por otro lado, los ODS se encuentran en una agenda política que contiene 17 objetivos, cada uno con sus metas, 169 en total, y sus indicadores; que pretenden abordar desafíos globales como la pobreza, el cambio climático, la degradación ambiental entre otros. Tanto la ecología integral propuesta por el Papa Francisco como los ODS buscan promover la sostenibilidad, el cuidado del medio ambiente y la justicia social. Los dos enfoques reconocen que los problemas ambientales, económicos, sociales y políticos están interconectados, unos pueden ser causa de otros y, por lo tanto deben resolverse sistémicamente, de manera holística.

Tanto los ODS como la ecología integral están relacionados con la sostenibilidad fuerte, lo cual implica que el capital natural y los recursos son insustituibles, no pueden ser reemplazados por otro tipo de capitales. Ambos enfoques enfatizan en la necesidad de establecer límites para el uso y consumo de los recursos naturales teniendo en cuenta variables como la fragilidad,

unicidad y capacidad de carga de los ecosistemas, para lo cual se debe adoptar prácticas sostenibles y así conservar la naturaleza, la cultura y el medio ambiente.

Con el fin de identificar cómo se encuentran relacionados los 7 Objetivos de la Encíclica Laudato Si' con los 17 ODS se utilizó una matriz que muestra la interrelación. En el eje vertical izquierdo de la Tabla 1 se colocaron los 7 objetivos Laudato Si' y en el eje horizontal se ubicaron los 17 ODS; a partir de las

interrelaciones observadas se generó un proceso de discusión multidisciplinario.

Clamor de la tierra, el primer objetivo Laudato Si' se relaciona con varios ODS, en particular con el ODS 13: Acción por el clima; que busca tomar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos. También se relaciona con el ODS 14: Vida submarina, que busca conservar y utilizar de manera sostenible los océanos, mares y recursos marinos para el desarrollo sostenible; con el ODS 15: Vida de ecosistemas terrestres, que

Tabla 1

Relación de los 7 objetivos que propone la Encíclica Laudato Si' con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (2015).

ODS vs LAUDATO SI	Objetivo 1.- Fin de la Pobreza	Objetivo 2.- Hambre Cero	Objetivo 3.- Salud y Bienestar	Objetivo 4.- Educación de calidad	Objetivo 5.- Igualdad de Género	Objetivo 6.- Agua y Saneamiento	Objetivo 7.- Energía Asequible y No Contaminante	Objetivo 8.- Trabajo decente y crecimiento económico	Objetivo 9.- Industria, Innovación e Infraestructura	Objetivo 10.- Reducción de las desigualdades	Objetivo 11.- Ciudades y Comunidades sostenibles	Objetivo 12.- Producción y consumo responsables	Objetivo 13.- Acción por el clima	Objetivo 14.- Vida submarina	Objetivo 15.- Vida de ecosistemas terrestres	Objetivo 16.- Paz, justicia e instituciones sólidas	Objetivo 17.- Alianzas para lograr los objetivos
Objetivo 1: Clamor de la Tierra					X								X	X	X		X
Objetivo 2: Clamor de los Pobres	X	X	X		X			X		X							X
Objetivo 3: Economía ecológica							X		X		X	X	X				
Objetivo 4: Adoptar estilos de vida sencilla			X							X	X	X					
Objetivo 5: Educación ecológica				X												X	
Objetivo 6: Espiritualidad ecológica										X		X					X
Objetivo 7: Empeño comunitario																	X
TOTAL	1	1	2	1	1	1	1	1	1	3	2	3	2	1	1	2	2

Fuente: Encíclica Laudato Si' (Francisco, 2015). Objetivos de Desarrollo Sostenible (Naciones Unidas, 2015)

busca proteger, restaurar y promover la utilización sostenible de los ecosistemas terrestres y, finalmente, con el ODS 6.

La respuesta al clamor de los pobres es el segundo objetivo de Laudato Si' se relaciona con el ODS 1: Erradicar la pobreza, que busca poner fin a la pobreza en todas sus formas a nivel mundial; con el ODS 2: Hambre cero, que busca poner fin al hambre, lograr la seguridad alimentaria y mejorar la nutrición y la agricultura sostenible; también con el ODS 3: Salud y Bienestar; con el ODS 5: Igualdad de Género; el ODS 6: Agua y Saneamiento; ODS 8: Trabajo decente y crecimiento económico; ODS 10: Reducción de las desigualdades; ODS 16: Paz, justicia e instituciones sólidas.

Economía ecológica, el tercer objetivo de Laudato Si', y se relaciona con el ODS 7: Energía Asequible y no contaminante; con el ODS 8: Trabajo decente y crecimiento económico, que busca promover un crecimiento económico sostenible e inclusivo, el empleo pleno y productivo y el trabajo digno para todos. También se relaciona con el ODS 9: Industria, innovación e infraestructura, con el ODS 11: Ciudades y Comunidades sostenibles; y especialmente con el ODS 12: de Producción y consumo responsables donde se fomenta un enfoque sostenible y responsable al consumo y la producción.

El objetivo 4 de Laudato Si': adoptar estilos de vida sencillos, se relaciona con varios ODS: 3, 10, 11, principalmente con el número 12: Producción y consumo responsables. El Objetivo 5 de Laudato

Si': Educación Ecológica enfocada en desarrollar una educación ambiental que forme ciudadanos responsables y comprometidos con la protección del medio ambiente, busca gestionar un nuevo paradigma educativo que promueva valores ecológicos, éticos y sociales en todos los niveles. Este objetivo se relaciona principalmente con el ODS 4: Educación de calidad. Ambos objetivos tienen en común fomentar una educación inclusiva, equitativa, de calidad y sostenible que forme ciudadanos conscientes y comprometidos con la protección del medio ambiente.

El objetivo 6 de Laudato Si': Espiritualidad ecológica, no está directamente relacionado con un ODS específico, sin embargo, puede relacionarse con el ODS 4 de Educación de calidad, y con los ODS, 10, 12 y ODS 17; comunidades unidas por actividades espirituales pueden relacionarse para combatir el cambio climático, educar en acciones positivas como la equidad de género. Asimismo, el objetivo 7 de Laudato Si': Resiliencia y empoderamiento, no tienen relación directa con ningún ODS; este se enfoca en la necesidad de promover actitudes y comportamientos que fortalezcan la capacidad de las personas para afrontar los desafíos que plantea la crisis ambiental. No obstante, se lo puede relacionar con el ODS 4: el empoderamiento de las personas a través del acceso a la educación puede contribuir a reducir la pobreza y aumentar la igualdad de género en la sociedad, fomentando alianzas con distintos actores sociales. El ODS 17 podría favorecer la resiliencia y el

fortalecimiento de las comunidades; así a mitigar los efectos del cambio climático y combatir la pobreza (ver Tabla 1).

Los objetivos de Laudato Si' 1, 2, 3

y 4 son los que muestran más relaciones con los 17 ODS, lo cual se debe a su enfoque multidimensional y holístico, que aborda una amplia gama de temas interconectados.

Tabla 2

Relación de las líneas de investigación de la PUCE con los Objetivos de Desarrollo Sostenible

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN DE LA PUCE	OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE				
01. Salud integral, determinación social de la salud y desarrollo humano.	Objetivo 3: Salud y Bienestar.				
02. Salud y grupos vulnerables.	Objetivo 1: Fin de la Pobreza.	Objetivo 3: Salud y Bienestar.	Objetivo 5: Igualdad de género.	Objetivo 10: Reducción de las desigualdades	
03. Conservación de la biodiversidad.	Objetivo 13: Acción por el clima.	Objetivo 14: Vida submarina.	Objetivo 15: Vida de ecosistemas terrestres.		
04. Gestión sostenible y aprovechamiento de los recursos naturales.	Objetivo 7: Energía Asequible y No Contaminante	Objetivo 8: Trabajo decente y crecimiento económico.	Objetivo 9: Industria, innovación e infraestructura.	Objetivo 12: Producción y consumo responsables	
05. Didáctica y aplicación de las ciencias físicas y matemáticas.	Objetivo 9: Industria, Innovación e Infraestructura.				
06. Artes, diseño, lenguaje, literatura y oralidad.	Objetivo 4: Educación de calidad.				
07. Educación, comunicación, culturas, sociedad y valores.	Objetivo 4: Educación de calidad.	Objetivo 16: Paz, justicia e instituciones sólidas.			
08. Epistemología y hermenéutica de las ciencias.					
09. Investigación histórica de hechos, procesos y ciencias.	Objetivo 16: Paz, justicia e instituciones sólidas.				
10. Tecnologías de la información y la comunicación.	Objetivo 4: Educación de calidad.	Objetivo 9: Industria, Innovación e Infraestructura.	Objetivo 11: Ciudades y Comunidades sostenibles		
11. Diseño, infraestructura y sistemas sociales y ambientales para un hábitat sostenible.	Objetivo 6: Agua y saneamiento.	Objetivo 7: Energía Asequible y no contaminante.	Objetivo 9: Industria, Innovación e Infraestructura	Objetivo 11: Ciudades y comunidades sostenibles	Objetivo 12: Producción y consumo responsables
12. Inequidades, exclusiones, desigualdades y derechos humanos.	Objetivo 5: Igualdad de género.	Objetivo 10: Reducción de las desigualdades.	Objetivo 16: Paz, justicia e instituciones sólidas		
13. Derecho, participación, gobernanza, regímenes políticos e institucionalidad.	Objetivo 16: Paz, justicia e instituciones sólidas.	Objetivo 17: Alianzas para lograr los objetivos.			
14. Políticas macro, meso y microeconómicas a nivel nacional e internacional.	Objetivo 14: Vida submarina.				
15. Administración eficiente y eficaz de las organizaciones para la competitividad sostenible local y global.	Objetivo 8: Trabajo decente y crecimiento económico.	Objetivo 9: Industria, Innovación e Infraestructura	Objetivo 12: Producción y consumo responsables	Objetivo 17: Alianzas para lograr los objetivos	

¿Cómo la PUCE responde a los ODS y a qué ODS está alineada?

Para responder a esta pregunta se analizaron los proyectos de vinculación (101), de investigación (159) y los que realiza la Comisión de Sostenibilidad (12). Para la interrelación de los proyectos de investigación y vinculación con los ODS se utilizó una matriz de relación. En la columna de la izquierda se colocaron todos los proyectos de la Comisión, de vinculación y de investigación (ver Tabla 2).

En primer lugar, se relacionaron las líneas de investigación con los ODS, posteriormente se analizaron los objetivos generales de cada proyecto de investigación y, en una matriz se los relacionó con

los ODS previamente seleccionados. El análisis de los proyectos de vinculación fue más sencillo; se identificaron los ODS con los que se los había vinculado desde la planificación del proyecto. Se analizó el objetivo general de cada proyecto y se constató si los proyectos estaban correctamente relacionados con los ODS declarados (ver Tabla 3).

Proyectos de vinculación y de investigación: Estos proyectos abarcan una amplia gama de disciplinas y áreas temáticas, y se relacionan con múltiples ODS. Para identificar esta relación, se ha analizado tanto la declaración de los proyectos de vinculación sobre los ODS a los que están vinculados como las líneas de investigación de los proyectos de

Tabla 3

Matriz de interrelación entre los proyectos de investigación y vinculación de la PUCE, período 2020-2022

ODS vs PROYECTOS PUCE	Objetivo 1.- Fin de la Pobreza	Objetivo 2.- Hambre Cero	Objetivo 3.- Salud y Bienestar	Objetivo 4.- Educación de calidad	Objetivo 5.- Igualdad de Género	Objetivo 6.- Agua y Saneamiento	Objetivo 7.- Energía Asequible y No Contaminante	Objetivo 8.- Trabajo decente y crecimiento económico	Objetivo 9.- Industria, Innovación e Infraestructura	Objetivo 10.- Reducción de las desigualdades	Objetivo 11.- Ciudades y Comunidades sostenibles	Objetivo 12.- Producción y consumo responsables	Objetivo 13.- Acción por el clima	Objetivo 14.- Vida submarina	Objetivo 15.- Vida de ecosistemas terrestres	Objetivo 16.- Paz, justicia e instituciones sólidas	Objetivo 17.- Alianzas para lograr los objetivos	
Comision sostenibilidad	12	1	1	6	5	0	2	2	0	2	2	6	4	8	0	0	0	2
Proyectos de vinculacion	101	3	5	33	29	6	2	0	9	10	27	7	2	10	1	5	3	1
Proyectos de Investigacion	159	22	1	47	32	25	8	20	33	45	25	9	40	24	24	24	29	29
TOTAL	272	26	7	86	66	31	12	22	42	57	54	22	46	42	25	29	32	32

Fuente: Proyectos de investigación 2020-2022, Dirección de investigación. Proyectos de vinculación 2020-2022, Dirección de Vinculación con la colectividad.

investigación. Este análisis ha permitido establecer correlaciones significativas entre los proyectos y los ODS.

Interdisciplinariedad y múltiples interacciones: Debido a la naturaleza interdisciplinaria de varios proyectos, la PUCE ha logrado atender no solo un ODS en cada proyecto, sino múltiples. En total, se han identificado 631 interacciones entre los proyectos y los ODS, lo que demuestra el compromiso de la universidad con una amplia gama de desafíos de desarrollo sostenible.

Prioridad en salud, educación e innovación: Entre los ODS más destacados a los que la PUCE está alineada se encuentran el ODS 3 (Salud y bienestar), con 86 interacciones, y el ODS 4 (Educación de calidad), con 66 interacciones. Estos números reflejan el compromiso de la universidad con la mejora de la salud y la calidad de la educación en la comunidad.

Enfoque en Reducción de desigualdades y consumo responsable: La PUCE también se enfoca en el ODS 10 (Reducción de las desigualdades), con 54 interacciones, y el ODS 12 (Producción y consumo responsables), con 46 interacciones. Estos resultados denotan el compromiso de la universidad en abordar la desigualdad y promover prácticas de consumo más responsables.

Trabajo de la Comisión de Sostenibilidad: La Comisión de Sostenibilidad de la PUCE juega un papel fundamental en la alineación

de la universidad con los ODS. Esta comisión colabora con diversas unidades académicas y administrativas para abordar los siguientes ODS:

ODS 6, Agua y saneamiento: la PUCE se esfuerza por la protección y cuidado del agua, un tema central en la Encíclica Laudato Sí, y busca garantizar un campus sostenible en términos de agua y saneamiento.

ODS 7, Energía asequible y no contaminante: la promoción del uso de energías limpias y renovables, promovida en la encíclica, también es un objetivo importante que la Comisión de Sostenibilidad trabaja en conjunto con la comunidad universitaria.

ODS 12, Producción y consumo responsables: la PUCE se compromete a repensar los hábitos de consumo y producción para proteger el medio ambiente, y esto se refleja en iniciativas lideradas por la Comisión.

Por lo expuesto, la PUCE demuestra su firme compromiso con los ODS a través de una amplia variedad de proyectos de vinculación, investigación y a través de la labor de su Comisión de Sostenibilidad. Esta alineación con los ODS refleja la misión de la universidad de contribuir al desarrollo sostenible y al bienestar de la sociedad.

Discusión

Tanto el Papa Francisco como la UNESCO y Sachs, coinciden en que la universidad, gracias a su misión y funciones sustantivas, tiene un gran potencial para transformar la sociedad. Sin embargo, como señalan Wiek y sus coautores (2013), es necesario que la universidad asuma prácticas más sostenibles y se convierta en un agente de cambio social y político, para lo cual se debe replantear el objetivo de la educación superior y fomentar el desarrollo de habilidades y competencias necesarias para que la comunidad universitaria pueda liderar dicho cambio.

La universidad, a nivel mundial y regional, enfrentará desafíos importantes hasta el 2030. La universidad tiene que realizar cambios internos importantes para cumplir con una responsabilidad que la sociedad le confiere; como una institución que genera conocimiento, soluciones técnicas, tecnológicas y asequibles para los más necesitados. Propicia sinergia entre el sector público, privado y entre universidades; formas profesionales en áreas importantes para la sostenibilidad capaces de enfrentar cambios y con soluciones innovadoras.

Con el ánimo de contribuir a esta discusión se menciona un estudio de meta análisis de rankings de sostenibilidad en universidades. Los autores Disterheft, Froeming y Knappe (2019) examinan cómo las instituciones de educación superior abordan y contribuyen a los ODS. Según esta investigación, las universidades están adoptando

una visión a largo plazo y un fuerte compromiso con la sostenibilidad en su cultura y estrategia institucional. Las universidades líderes en sostenibilidad están implementando políticas proactivas y enseñando prácticas sostenibles a través del currículo de las carreras. Aunque es importante destacar que las universidades también se unen a proyectos implementados por los gobiernos locales, regionales y nacionales, como parte de su compromiso con la sostenibilidad, es decir, es un sistema de instituciones públicas y privadas que cooperan entre sí para lograr los ODS.

A nivel Latinoamericano, autores como Gómez (2019), Gallopin (2013) y Leyva López (2015) coinciden en que las universidades latinoamericanas tienen el potencial para liderar y promover la sostenibilidad, integrando los ODS en sus programas académicos y gestión institucional. Estos y otros investigadores en educación superior enfatizan que la educación superior debe ser un modelo de trabajo para la sostenibilidad fomentando un cambio social centrado en la sostenibilidad, involucrando de manera interdisciplinaria a todos sus miembros.

A partir de este análisis se observa una correspondencia sobre la propuesta universitaria en tanto al liderazgo hacia un mundo más sostenible. Es necesario notar que la sostenibilidad es un tema muy complejo, para que su liderazgo sea efectivo. La universidad debe cambiar de manera interna, no solo en los objetivos de formación profesional,

sino en su estructura jerárquica, para la planificación, ejecución y evaluación de los objetivos estratégicos sostenibles. Es necesario una estructura más horizontal tanto para la consulta, la planificación y su ejecución. Debido a las estructuras verticales en las universidades y a la multiplicidad de intereses, se puede dar problemas para identificar las prioridades y los objetivos a abordar.

La PUCE debe hacer esfuerzos para que se conserve la misión y visión de servicio en la generación de conocimiento para la sociedad, enfoques socavados de manera frecuente por la creciente influencia de un sistema económico neoliberal que afecta el papel y las prioridades de las universidades en todas las regiones. Hoy por hoy, la educación superior enfatiza en la rentabilidad económica y la eficiencia a expensas de otras prioridades, como la investigación y la educación. Esto conduce a una competencia exacerbada entre las universidades, una disminución en la financiación pública y una creciente dependencia de fuentes de financiamiento privadas. La comercialización y la privatización de la educación superior han llevado a una disminución en su autonomía (Bauder y Angus, 2013)

Los resultados de este trabajo refuerzan la discusión sobre el papel de las universidades en la promoción de la sostenibilidad en respuesta a los ODS. La PUCE, al alinearse con varios ODS a través de sus proyectos de vinculación, investigación y de la Comisión de Sostenibilidad, ejemplifica cómo las

universidades pueden convertirse en agentes de cambio social y político.

La interdisciplinariedad de los proyectos demuestra la capacidad de las universidades para abordar no solo un ODS, sino múltiples, lo que es esencial dado la complejidad de los desafíos de desarrollo sostenible. Además, el enfoque en ODS relacionados con la salud, la educación, la reducción de desigualdades y el consumo responsable, en armonía con el compromiso de la universidad en áreas clave para la mejora del bienestar de la sociedad y la protección del medio ambiente.

La labor de la Comisión de Sostenibilidad ilustra cómo las universidades pueden coordinar esfuerzos internos y trabajar en colaboración con otras instituciones y actores para abordar los ODS de manera efectiva. Sin embargo, estos resultados también subrayan la importancia de los desafíos internos que enfrentan las universidades en su camino hacia la sostenibilidad, incluyendo la necesidad de cambios estructurales, la preservación de su misión y visión, y la gestión de la influencia de sistemas económicos que priorizan la rentabilidad económica. Las universidades, como la PUCE, deben enfrentar estos desafíos para liderar efectivamente la transición hacia un mundo más sostenible.

Conclusiones

La educación transformadora que propone el Papa Francisco, la UNESCO e investigadores que busca concientizar el cuidado de la casa común a través de prácticas sostenibles, no solo se orienta a la transmisión de conocimientos y habilidades profesionales y técnicas, sino que fomenta el pensamiento crítico y la reflexión sobre los valores y las suposiciones subyacentes a las prácticas insostenibles existentes. Aboga por una educación interdisciplinaria y colaborativa para tratar problemas complejos de sostenibilidad de manera pertinente, efectiva, eficiente y sostenible.

La universidad debe innovar y adaptarse a un mundo en constante cambio, con problemas complejos que exigen soluciones que incidan de manera positiva en la sociedad. Es necesario incorporar dimensiones de cambio social y valores en la educación para formar individuos que puedan liderar y trabajar en equipo para solucionar los desafíos de sostenibilidad, el Papa Francisco lo resume y dice que debemos encaminarnos hacia una conversión ecológica.

Las universidades están llamadas a implementar sistemas de gestión ambiental en los cuales se incorpore la reducción de los recursos naturales (luz, agua, combustibles no renovables) y la adopción de sistemas energéticos más limpios y de prácticas sostenibles en ámbitos como la movilidad, el desuso del plástico, por ejemplo. La

transversalización de la sostenibilidad en todas las carreras profesionales es un requisito para la formación de futuros profesionales, así como la generación de nuevas carreras que aborden temas como: la ecología industrial, materiales y procesos sostenibles, Economía Circular, entre otros.

La colaboración con actores externos como el sector privado y las comunidades locales es importante para abordar problemas de sostenibilidad en ámbitos variados como: el fomento de la investigación en áreas relacionadas con la sostenibilidad, la promoción de la innovación y el desarrollo de tecnologías y prácticas sostenibles. Es importante tener en cuenta que estas prácticas y políticas pueden variar según la universidad y la región del mundo. La PUCE al ser una universidad pontificia está comprometida con los objetivos de la Encíclica Laudato Si'; donde el Papa Francisco (2015) señala que las universidades deben promover la investigación científica y tecnológica para encontrar soluciones a los desafíos ambientales y sociales actuales. La universidad puede desempeñar un papel clave en la construcción de una ecología integral, al promover una educación interdisciplinaria que aborde la complejidad de los problemas actuales y forme profesionales capaces de enfrentarlos de manera innovadora.

Al relacionar los 7 Objetivos de la Encíclica Laudato Si' con los 17 ODS, se concluye que los objetivos de Laudato Si' y los ODS comparten una visión

de desarrollo sostenible y de justicia social, aunque difieren en sus enfoques y estrategias específicas, sin embargo, abordan el diagnóstico, así como soluciones sostenibles de los problemas socioeconómicos y ambientales para actuales y futuras generaciones.

En conclusión, este trabajo subraya la importancia de la educación transformadora, la innovación, la gestión ambiental, la transversalización de la sostenibilidad en el currículo de las carreras y la colaboración externa en la contribución de las universidades al desarrollo sostenible, en línea con los principios de Laudato Sí' y los ODS. Además, resaltan la necesidad de cambios internos en las instituciones académicas para liderar efectivamente la transición hacia un mundo más sostenible.

Bibliografía

Allenby, B. R. (2000). *Industrial ecology: Policy framework and implementation*. Prentice Hall.

Ayres, R. U. (1994). *Industrial metabolism: Restructuring for sustainable development*. UN University.

Bauder, H., & Angus, I. (2013). *Universities in a neoliberal world*. University of Toronto Press.

Boff, L. (2002). *El cuidado esencial: Ética de lo humano, compasión por la Tierra*. Madrid Trotta.

Bullard, R. D. (1987). *Dumping in Dixie: Race, Class, and Environmental Quality*. Westview Press.

CEPAL. (2019). *Desafíos en la inclusión educativa en América Latina y el Caribe: Hacia un enfoque de derechos*. Disponible en: <https://www.cepal.org/es/publicaciones/44716-desafios-la-inclusion-educativa-america-latina-caribe-hacia-enfoque-derechos>

Chertow, M.R. (2000). *The IPAT equation and its variants*. Journal of Industrial Ecology.

Costanza, R. (1991). *Ecological economics: The science and management of sustainability*. Columbia University Press.

Costanza, R. (2014). *Foundations for Ecological Economics*. Northampton, MA: Edward Elgar Publishing.

Daly, H.E. (1996). *Beyond growth: The economics of sustainable development*. Beacon Press.

Daly, H. E. (2007). *Ecological Economics*

and Sustainable Development: Selected Essays of Herman Daly. Northampton, MA: Edward Elgar Publishing.

Disterheft, A., Froeming, J., & Knappe, L. (2019). *Universities Contributing to Sustainable Development: A Meta-Analysis of Sustainability Rankings*. *Journal of Cleaner Production*, 233, 862-872. doi: 10.1016/j.jclepro.2019.05.263

Falconí, F. (2002). *Economía y Desarrollo Sostenible: ¿Matrimonio feliz o divorcio anunciado? El caso de Ecuador*. Quito, Ecuador: Ediciones Abya-Yala.

Francisco. (2015). *Laudato Si': Sobre el cuidado de la casa común*. [Encíclica]. Disponible en: http://www.vatican.va/content/francesco/es/encyclicals/documents/papa-francesco_20150524_encyclica-laudato-si.html

Gallopín, G. C. (2013). *La Universidad en la encrucijada de la sostenibilidad*. En L. E. Gómez, V. G. Arévalo, D. M. Castro, & A. E. Chong (Eds.), *La universidad latinoamericana frente a los desafíos del siglo XXI* (pp. 33-45). Editorial Universitaria de Buenos Aires.

Graedel, T. E., & Allenby, B. R. (2010). *Industrial ecology and sustainable engineering*. Prentice Hall.

Gómez, Á. R. (2019). *Universidad y desarrollo sostenible: el papel de la educación superior en la implementación de los ODS en Colombia*. *Revista de la Educación Superior*.

Haro-Martínez, A.A. & Taddei-Bringas, I.C. (2014). *Sustentabilidad y economía: la controversia de la valoración*. *Economía, Sociedad y Territorio*, 14(46), 743-767.

INEC, (2022). *Encuesta Nacional de Empleo, Desempleo y Subempleo 2022*

(ENEMDU) *Indicadores de Pobreza y Desigualdad*.

Leyva López, J. (2015). *Hacia una universidad sostenible*. *Perspectivas en la Educación Superior*, 4(2), 63-72.

Martínez Alier, J. (2020). *The Energetic Civilization: Fossil Capitalism and the Crisis of the Earth System*. Cham, Switzerland: Springer Nature.

Naciones Unidas (2015). *Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible*. Disponible en: https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/wp-content/uploads/sites/2/2015/08/Agenda2030_Spanish.pdf

Naciones Unidas (2015). *Objetivos de Desarrollo Sostenible*. Disponible en: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>

Neumayer, E. (2003). *Sustainable development and the limitation of growth: Future prospects for world civilization*. Routledge.

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). (2021). *Panorama de la seguridad alimentaria y nutricional en América Latina y el Caribe 2021*. Roma, Italia: Autor.

Ostrom, E. (1990). *Governing the commons: The evolution of institutions for collective action*. Cambridge University Press.

Pearce, D., Markandya, A., & Barbier, E. B. (1989). *Blueprint for a green economy*. Earthscan Publications Ltd.

Sachs, I. (1993). *Eco-development: The basic principles*. United Nations Development Programme.

Salleh, A. (1993). *Ecofeminism as Politics: Nature, Marx and the Postmodern*. Zed Books.

Sachs, J. D. (2015). *The Age of Sustainable Development*. Columbia University Press.

Shani, A. B., & Armon, R. S. (2018). *From sustainable development to sustainable universities: challenges and opportunities*. Systems Research and Behavioral Science.

Shiva, V. (1988). *Staying Alive: Women, Ecology, and Development*. Zed Books.

SDSN Australia/Pacific. (s.f.). *Sustainable Development Solutions Network*. Disponible en: <https://ap-unsdsn.org/>

Stern, N. (2007). *The economics of climate change*. *The Stern Review*. Cambridge University Press.

Solow, R., & Hartwick, J. M. (1997). *Natural resources, national accounting and economic depreciation*. North-Holland.

UN. CEPAL- OIT (2022). *Coyuntura Laboral en América Latina y el Caribe. Los salarios reales durante la pandemia: evolución y desafíos*. CEPAL, OIT. Recuperado de: <https://hdl.handle.net/11362/47926>

UNESCO. (s.f.). *El mandato y la misión de la UNESCO en resumen*. Recuperado el 6 de mayo de 2023 en: <https://es.unesco.org/about-us/introducing-unesco/mandate-and-mission>

UNESCO. (2013). *La educación superior en América Latina y el Caribe: realidades, desafíos y perspectivas* (Informe Regional de la UNESCO para América Latina y el Caribe No. 4). Santiago de Chile: UNESCO.

UNESCO. (2021). *Contribución de las universidades a los Objetivos de Desarrollo*

Sostenible. Disponible en: <https://es.unesco.org/themes/educacion-superior/ods>

UNICEF Ecuador. (2021). *Encuesta de Nutrición y Salud (ENSANUT) 2018*. Quito, Ecuador: Autor.

Unicef(2021).*Laluchacontraladesnutrición en Ecuador*. Disponible en: <https://www.unicef.org/ecuador/comunicados-prensa/ladesnutrici%C3%B3n-cr%C3%B3nica-es-un-problema-que-va-m%C3%A1s-all%C3%A1-del-hambre#:~:text=Un%20ni%C3%B1o%20con%20desnutrici%C3%B3n%20cr%C3%B3nica,diagnosticado%2C%20no%20hay%20marcha%20atr%C3%A1s>.

Universidad de las Américas Puebla. (2020). *Las universidades y su papel en el cumplimiento de los ODS*. Disponible en: <https://udlap.mx/blog/2020/01/las-universidades-y-su-papel-en-el-cumplimiento-de-los-ods/>

Universidad Nacional de Colombia. (s.f.). *¿Cómo pueden contribuir las universidades al desarrollo sostenible?* Disponible en: <https://www.unal.edu.co/extension/noticias/263-como-pueden-contribuir-las-universidades-al-desarrollo-sostenible.html>

Warwick, P. (1989). *Social Work and Social Welfare: An Introduction* (2da ed.). Routledge.

Wiek, A., Foley, R., Guston, D., & Sarewitz, D. (2014). *Integrating sustainability science education into middle school classrooms*. *Journal of Environmental Studies and Science*.

La PUCE y su camino hacia la conversión ecológica

Olga Hipatia Mayorga Jerez ⁸
María Isabel Imbaquingo Pérez ⁹

Introducción

En sus 76 años de acción educativa, la Pontificia Universidad Católica del Ecuador-Quito (PUCE-Q) ha realizado un sinnúmero de actividades en beneficio de la comunidad, muchas de ellas con enfoque ambiental con resultados limitados, por diversas causas. Ante esta preocupación permanente de lograr una adecuada gestión ambiental dentro del campus, se han desarrollado varias iniciativas lideradas por la Comisión de Sustentabilidad y Responsabilidad Ambiental de la PUCE creada en el 2019, la cual, siendo dependiente del rectorado, tiene a su cargo la planificación, organización y seguimiento de las iniciativas que coadyuvan a lograr que la sede Quito se consolide como un campus sustentable.

Entre los referentes que sustentan este accionar se destaca la Encíclica *Laudato Si'* (Francisco, 2015), que hace hincapié en entender a la crisis socioambiental en forma holística, proponiendo a la Ecología Integral como un medio para encontrar soluciones a las diferentes problemáticas que son mencionadas en los Objetivos de la Plataforma de Acción *Laudato Si'*, los

Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) a nivel Internacional y en el Plan Nacional de Desarrollo del Ecuador 2021-2025 en lo local.

El siguiente capítulo propone una lectura genealógica del camino de la PUCE-Q como una universidad *Laudato Si'*; comprometida con los principios de la Ecología Integral, expresados en la encíclica papal y los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Cuando hablamos de genealogía lo hacemos desde la propuesta de Foucault (2004), de concebir los acontecimientos no desde su linealidad en tanto hechos que sucedieron en un tiempo y espacio, sino como acontecimientos determinados por condiciones de posibilidades, de emergencias, de continuidades, discontinuidades y hasta rupturas. “La búsqueda de la procedencia no fundamenta, al contrario: remueve aquello que se percibía inmóvil, fragmenta lo que se pensaba unido; muestra la heterogeneidad de lo que imaginábamos conforme a sí mismo” (p.29). La imposibilidad de un origen como manifestación de lo diverso y dinámico de este proceso que día a día se imagina, se construye y se desafía. (Ver Figura 1)

⁸ Doctora dentro del programa oficial de Doctorado en Historia, Historia del Arte y Geografía. Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Facultad de Ciencias Humanas. Correo: ohmayorga@puce.edu.ec

⁹ *Máster People Strategy, Comunicazione Organizzative e Gestione Delle Risorse Umane*. Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Facultad de Comunicación, Lingüística y Literatura. Correo: miimbaquingo@puce.edu.ec

Figura 1

Cronología de las iniciativas de la PUCE y su camino hacia la conversión ecológica

LA PUCE Y SU CAMINO HACIA LA CONVERSIÓN ECOLÓGICA

2013-2025



El texto se organiza con una revisión a los antecedentes de la Comisión de Sustentabilidad Ambiental, la institucionalización del compromiso sostenible con la creación de la Comisión de Sustentabilidad y Responsabilidad Ambiental. Las primeras iniciativas de la Comisión se levantaron en relación con los objetivos de la Plataforma de Acción Laudato Si', los ODS y la reflexión final sobre los retos de la universidad en la formación de jóvenes profesionales críticos/as y activos/as en el cuidado de la casa común.

PUCE VIVA: antecedentes de la Comisión de sustentabilidad y responsabilidad ambiental

La principal iniciativa antecedente de la Comisión de sustentabilidad y ambiental es el proyecto PUCE VIVA. Este proyecto fue aprobado por la Dirección de Vinculación con la Colectividad en el año 2017, liderado por la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, con apoyo de las facultades de Economía, Arquitectura, Diseño y Artes, Comunicación e Ingeniería. Una de las primeras iniciativas de PUCE VIVA fue

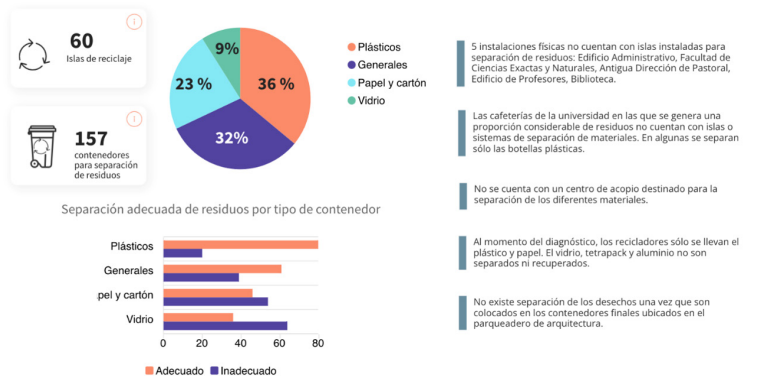
mapear y recopilar la información de iniciativas sostenibles en la PUCE, en particular de dos proyectos: ECO PUCE y la colaboración con ReciVeci¹⁰.

ECO PUCE fue promovido por la FEUCE (Federación de Estudiantes de la PUCE) y la Dirección de Planta Física, con la Dirección de Salud Ocupacional. El proyecto estuvo activo por cinco años entre el 2013 y el 2018; año en que cambia de nombre a PUCE VIVA. La acción principal del proyecto ECO PUCE fue la instalación de contenedores para la separación adecuada de residuos en el campus; la capacitación al personal encargado de la gestión de desechos y la evaluación de eficiencia de la iniciativa.

La cooperación con el proyecto ReciVeci, por su parte, apoyó la promoción de prácticas adecuadas de reciclaje más inclusivas con los/as reciclados/as de base en Quito, y se articuló sobre los siguientes objetivos: evaluar el manejo de desechos en la PUCE; implementar planes de mejora para el manejo adecuado de desechos; y gestionar los desechos de la PUCE a través del proceso de recolección de la iniciativa ReciVeci. Entre los principales resultados de esta experiencia se destaca el diagnóstico del estado del manejo de desechos reciclables en la PUCE; resultado de una observación e inspección física de todas las islas de reciclaje instaladas en la universidad, entre el 10 y el 17 de octubre de 2017 (PUCE, 2017).

Figura 2
Informe final del estado de reciclaje PUCE 2017

Diagnóstico del estado actual del manejo de desechos reciclables en la PUCE



Fuente: Adaptado de PUCE (2017). Informe final del estado de reciclaje en la PUCE [Archivo]. Eva Isabel Cipriani (Ed.).

¹⁰ Start up ecuatoriano que fomenta la separación adecuada de residuos sólidos en Ecuador con el objetivo de generar prácticas inclusivas con las/os recicladoras/es de base (ReciVeci, s.f).

Posteriormente, a partir de las iniciativas mencionadas, entre el año 2017 y 2018, surge como una propuesta interdisciplinaria, liderada por Eva Isabel Cipriani PhD, el proyecto PUCE VIVA con la meta de incentivar el compromiso socioambiental y transformar a la PUCE en un campus sustentable (Cipriani, 2020). Con el nombre de PUCE VIVA se procuró abarcar los tres ejes de la sostenibilidad: ambiental, social y económico. Entre los principales logros del proyecto, desde sus inicios, se destacan:

R1: Diagnóstico comparativo de consumo de agua y energía eléctrica en el período comprendido entre el 2012 y el 2016. Carrera de Economía.

R2: Diseño de la identidad visual del proyecto. Carrera de Diseño Gráfico.

R3: Elaboración de productos comunicacionales para promoción del proyecto, reciclaje y reducción en el consumo de electricidad y normas de seguridad en el laboratorio. Carrera de Comunicación.

Figura 3
Logo símbolo PUCE VIVA

1. Descripción

El origen de esta marca, nace para el proyecto anteriormente conocido como Eco-PUCE, cuyo objetivo es lograr que la Universidad se vuelva un lugar sostenible. Partiendo de esta premisa, se utiliza el nombre PUCE Viva al pensar en la comunidad, en la unión y en la pertenencia del hombre a la naturaleza, así también al recurrir al plural personal se apela a un lado mas sensible al darse cuenta que sus actos afectan al resto y a la persona en si misma. Todo esto parte de los ciclos, ya que todo en la naturaleza es un ciclo y esto se ve reflejado en los gotas en rotación, y cada uno es independiente pero parte del todo como todo lo es en la naturaleza.



Fuente: PUCE. (s.f.). PUCE VIVA. Manual de Identidad de Marca [Archivo].

R4: Diseño de una propuesta de política de sostenibilidad. Carrera de Derecho.

R5. Diseño de una propuesta para la reducción efectiva de desechos peligrosos y reactivos químicos. Carrera de Ciencias Químicas y Carrera de Biología.

La experiencia interdisciplinaria le concedió al proyecto PUCE VIVA el impulso para consolidar dentro de una sola iniciativa las propuestas de sostenibilidad que se desarrollaban en el campus. Finalmente, en septiembre del 2019, el proyecto PUCE VIVA se institucionaliza con la creación de la Comisión de Sustentabilidad y Responsabilidad Ambiental de la PUCE. También se reafirma el compromiso de la universidad con la inclusión de los ODS en los sílabos de algunas materias, con la creación de la asignatura misional Ética Socio Ambiental y con la incorporación de la PUCE a la Red Universitaria para el Cuidado de la Casa Común (RUC); conformada por universidades de varios países que promueve la educación para la ecología integral a partir de la Encíclica Laudato Si' y los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

Como parte de la RUC, la PUCE fue anfitriona del 9no. Conversatorio de la Diplomatura en Ecología Integral, en mayo del 2021, con la participación del Dr. Fernando Ponce León, Rector de la PUCE; el licenciado Francisco Piñón, secretario ejecutivo de la RUC; Monseñor Luis Carrera Herrera, Arzobispo de

Guayaquil y presidente de la Conferencia Episcopal Ecuatoriana; Mauricio López, secretario ejecutivo de la Conferencia Eclesial Amazónica, entre otros.

De estas primeras experiencias, se reconoce la importancia del trabajo interdisciplinario y la necesidad de ir tejiendo redes tanto institucionales como comunitarias. Esta primera fase fue importante también para reconocer que no hay una única o mejor manera de afrontar el desafío de la crisis socioambiental. No obstante, necesario un liderazgo institucional capaz de fortalecer e integrar las funciones sustantivas en acciones articuladas para afrontar el reto de generar conocimiento, profesionales éticos y comprometidos con la sociedad, críticos y capaces de reconocer el impacto de sus acciones en la Casa Común.

Creación de la Comisión de Sustentabilidad y Responsabilidad Ambiental

El 27 de septiembre del 2019, el señor Dr. Fernando Ponce León, S.J., en su calidad de Rector de la PUCE, emite la Normativa Procedimental Interna para la constitución de la Comisión de Sustentabilidad y Responsabilidad Ambiental de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador. La Comisión, con dependencia directa del rectorado, según la Normativa, tiene como objetivo: “la planificación, organización y seguimiento de todas las iniciativas que contribuyan a hacer de la sede Matriz (Quito) un campus sustentable

y responsable en materia ambiental” (PUCE, 2019, pp.1-2). Contempla los siguientes deberes y atribuciones:

- Establecer el estado de la institución en materia de prácticas ambientales y monitorearlo en permanencia.
- Asesorar al Rector en asuntos relativos a las prácticas ambientales de la universidad.
- Proponer a las autoridades universitarias políticas, normativas y recomendaciones en la materia.
- Coordinar con las unidades administrativas, académicas, y con cualquier otra entidad interna, a fin de promover la implementación generalizada y armónica de las mejores prácticas ambientales en la universidad.
- Actuar como enlace con otras entidades externas en todo lo relativo a prácticas ambientales institucionales.
- Emitir instructivos para el cumplimiento de sus deberes y atribuciones.

Desde su conformación hasta abril del 2021, la Comisión estuvo presidida por la PhD (c) Eva Isabel Cipriani y conformada por un grupo interdisciplinario de docentes. En este periodo, se presentaron cuatro planes operativos anuales (POAs) asociados a cuatro ejes de acción (Cipriani, 2021):

Currículo: plan para implementar el tema de desarrollo sostenible en todos los currículos de las carreras

de la PUCE.

Educomunicación: plan para generar productos de comunicación efectivos que incentiven mejores prácticas ambientales en la comunidad universitaria.

Gestión del campus: plan para desarrollar prácticas sustentables en el manejo de desechos y uso de recursos en el campus.

Social: plan para desarrollar estrategias que incentiven el bienestar, igualdad e inclusión para la construcción de una universidad sustentable.

En marzo del 2020, por la pandemia del Coronavirus y las medidas de contingencia económica que se aplicaron en la universidad; la Dirección de Aseguramiento de la Calidad solicita una revisión de los planes operativos y sus alcances a partir de las condiciones del contexto. Se decide excluir de la planificación al plan del eje social debido a que muchas de las acciones correspondían a la Comisión de Igualdad de la PUCE y se decide que el eje de Educomunicación se ejecute desde la Dirección de Comunicación Estratégica. Finalmente se continúa con los planes operativos de los ejes de Currículo y de Gestión del campus, con estos principales resultados (Cipriani, 2021):

Eje de Gestión del Campus:

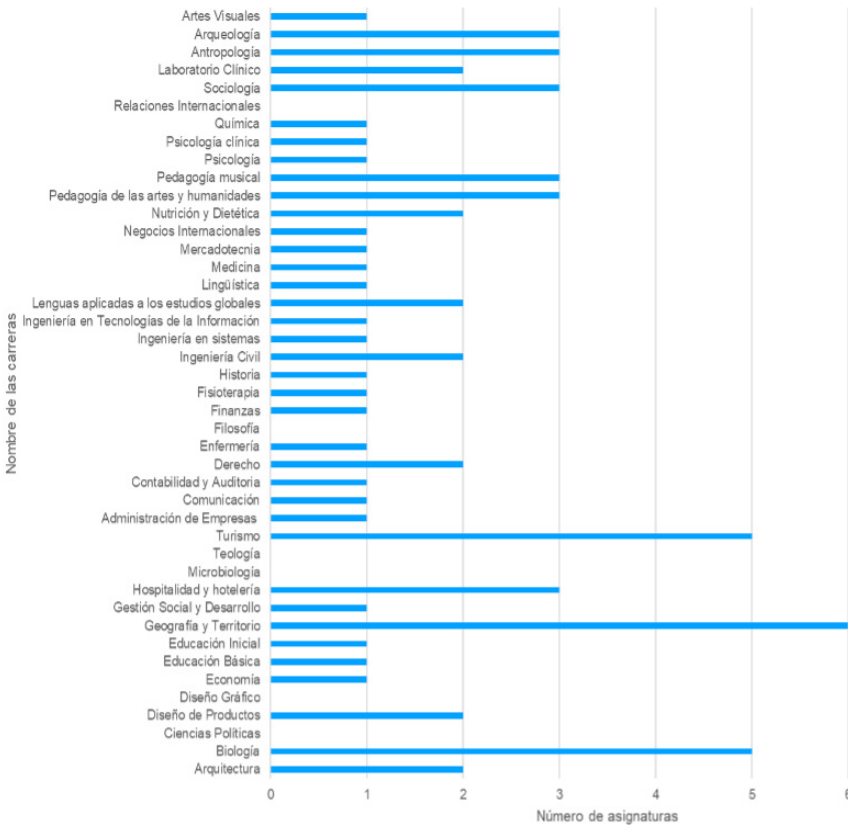
- Elaboración de la propuesta

de política de sustentabilidad y responsabilidad ambiental de la PUCE.

- Manifiesto de la comisión en relación al uso de plásticos, espumaflex, políticas relacionadas con la alimentación saludable y manejo responsable de desechos.

- Piloto de automatización de eficiencia energética.
- Evaluación del cumplimiento de la legislación ambiental aplicable a la PUCE.
- Identificación de ciclorutas de acceso a la PUCE desde norte y sur de Quito.

Figura 4
Reporte de asignaturas vinculadas el tema de desarrollo sostenible en carreras de grado 2020



Fuente: Informe sobre Mapeo de asignaturas relacionadas con el tema de desarrollo sostenible en el año 2020.

Eje de Currículo:

- Sistematización de proyectos, disertaciones y tesis alineados con los Objetivos de Desarrollo Sostenible-ODS desarrollado por la Facultad de Ciencias Humanas. En esta actividad se revisaron 381 proyectos de vinculación con la colectividad ejecutados en el periodo 2016-2019. Entre los principales hallazgos a mencionar está el desarrollo de los temas de investigación; los cuales responden a la coyuntura y en algunos casos al interés de cada investigador/a. Algunos ODS como hambre cero, fin de la pobreza, igualdad entre géneros, entre otros no estuvieron tan presentes en las investigaciones; mientras que, educación de calidad, crecimiento económico sostenido e infraestructuras resilientes son los temas que presentan mayor número de investigaciones.

- Mapeo de las carreras que hasta el semestre 2020-01 que hayan generando propuestas de pregrado y posgrado en temáticas vinculadas al desarrollo sostenible.
- Mapeo de las asignaturas que hasta semestre 2019-02 se hayan relacionado a la temática de desarrollo sostenible.

En mayo del 2021, se confía al Vicerrectorado de la universidad la Comisión de Comisión de Sustentabilidad y Responsabilidad Ambiental, a cargo de la PhD. Patricia Carrera. Se elabora el Plan de Acción 2021-2025 y se define, con

los miembros de la Comisión, el Modelo de Gestión para una universidad Laudato Si' (PUCE, 2021).

La Comisión de Sustentabilidad y Responsabilidad Ambiental se encuentra conformada por grupo interdisciplinario de docentes y personal administrativo, que interactúa con las diferentes instancias académicas, administrativas y estudiantiles de la PUCE. A mediano y largo plazo se busca ser reconocida a nivel local, regional y global como una Universidad Laudato Si', es decir, como una institución de educación superior que aplica los principios éticos y humanos citados en la Encíclica Laudato Si'. Para nuestra experiencia se encuentran amalgamados en grandes temas como son la ecología integral, la justicia social y el amor por la naturaleza (PUCE, 2021, p. 2).

Modelo para el cuidado de la casa común

El modelo para el cuidado de la 'casa común' se articula en tres ejes: la ecología integral, la justicia social y el amor por la naturaleza, implícitos en el Proyecto Académico 2021-2025, Misión y Visión de la PUCE.

Cuidar la casa común es cuidar la vida en la tierra, salvar la humanidad y evitarle enormes sufrimientos. Hace referencia al cambio climático causado por la combustión de combustibles fósiles y a las múltiples consecuencias en los recursos naturales; agua, tierra y aire. Hace referencia a la huella de carbono que deja la humanidad al utilizar

combustibles en transporte, hogar, en el trabajo; pero también a las posibles soluciones para reducir el impacto del cambio climático en el medio ambiente. Los ODS comparten el objetivo de cuidar nuestra casa común; dado que cuidar la tierra es cuidar al ser humano.

El Papa Francisco comenta respecto a la ecología integral en el Laudato Si' "una ecología que, entre sus distintas dimensiones, incorpore el lugar peculiar del ser humano en este mundo y sus relaciones con la realidad que lo rodea" (p.15). La llama ecología integral porque incorpora claramente las dimensiones humanas y sociales, el ser humano frente a la naturaleza creada por Dios, es decir, el concepto también tiene implicaciones espirituales. Este concepto es transversal en los ODS. Se planifican objetivos y se cumplen metas sostenibles a través de una visión integral, de una ecología humana, en la cual el ser humano, sus actividades, las poblaciones y sus requerimientos, se encuentran interrelacionadas con el ambiente que les rodea.

La Justicia social, en parte, está relacionada con la doctrina social de la iglesia. En la Encíclica Laudato Si', el Papa Francisco expresa que la crisis ecológica actual es esencialmente una crisis moral, generada por las agresiones de la acción humana al amparo de un desarrollo económico basado en la especulación y el dinero. "Hoy no podemos dejar de reconocer que un verdadero planteamiento ecológico se convierte siempre en un planteamiento social, que debe integrar la justicia en

las discusiones sobre el ambiente, para escuchar tanto el clamor de la tierra como el clamor de los pobres" (Francisco, 2021). Este concepto amplio refiere a actividades sostenibles que se ejecuten para beneficiar a las personas con menos recursos, a los marginados por su nivel socio económico, edad, salud, color de piel, origen natal, entre otros. En tanto a el amor por la naturaleza; el Papa Francisco expresa que el amor de Dios es el móvil fundamental de todo lo creado: "Amas a todos los seres y no aborreces nada de lo que hiciste, porque, si algo odiaras, no lo habrías creado" (Papa Francisco, 2015. LS 24). Así, la naturaleza debe ser amada, respetada y protegida por el ser humano, porque es un legado de Dios, esta no debe ser sometida y explotada para fines de enriquecimiento y perjuicio para el otro.

Enfoque complejo para el cuidado de la casa común en la PUCE

La crisis ambiental y social, a nivel local y global, es una sola crisis. Esto conlleva una visión sistémica del mundo actual y requiere soluciones integrales, innovadoras y con un alto compromiso individual.

En primer lugar, se precisa contar con espacios interdisciplinarios de diálogo con aquellos actores sociales de los sectores público, privado, ONGs, y gremios, que se sienten afectados o quieren aportar con soluciones para prevenir, remediar o atenuar la contaminación hídrica, atmosférica y edáfica, cambios climáticos, riesgos y desastres naturales, inequidad planetaria, pérdida de

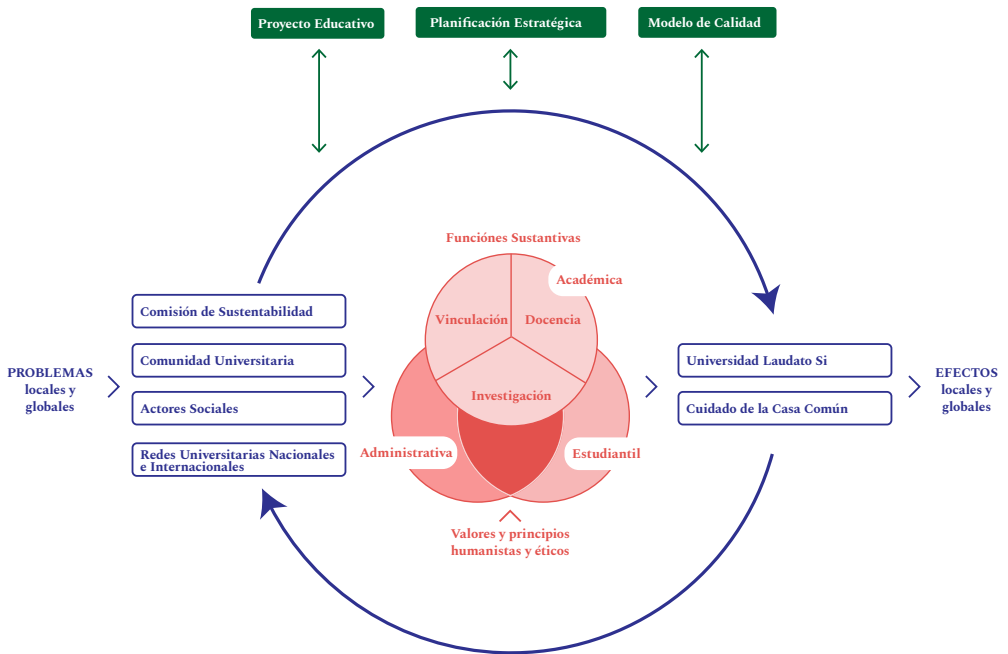
la diversidad biológica y cultural, consumismo, disminución de la calidad de vida, entre otras.

En segundo lugar, como respuesta a esta problemática compleja, la PUCE, a través de las funciones sustantivas de la universidad, teorizará, conceptualizará y dará soluciones para abordar el cuidado de la casa común a través de la ecología integral en los diferentes sectores del

quehacer humano de forma creativa e innovadora.

Finalmente, estos nuevos enfoques teóricos, conceptos y soluciones impactarán a corto, mediano y largo plazo a nivel local, regional y global, en los ámbitos: socio-económico, político, tecnológico, industrial para el cuidado de la casa común.

Figura 5
Modelo Universidad Laudato Si'



Fuente: PUCE (2021). Universidad Laudato Si'. Plan de Acción 2021-2025. [Archivo]. Comisión de Sostenibilidad y Responsabilidad social (Ed.).
Créditos de la imagen: Xavier Barriga.

Así, en miras de convertirnos en una Universidad Laudato Si', entendida como "una Universidad comprometida con el cuidado de la casa común, que adopta estilos de vida sostenible, a través de la gestión de las funciones sustantivas y administrativas de la universidad, promueve la transversalización de la ecología integral fomentando valores como la espiritualidad, la justicia socioambiental, la resiliencia, el empoderamiento y la responsabilidad (PUCE, 2022). La PUCE a través de su Comisión de Sustentabilidad y Responsabilidad Ambiental, lleva a cabo diferentes actividades e iniciativas con miras a cumplir tal objetivo. Varias de ellas se describen a continuación.

Iniciativas de la Comisión de Sustentabilidad y Responsabilidad Ambiental a partir del Modelo de cuidado de la Casa Común

a) Propuesta de transporte alternativo 'Transmedia para el transporte', que busca motivar a la comunidad universitaria a utilizar sistemas de transporte alternativo, a través de un sistema de comunicación transmedia, para reducir la huella de CO2 en su movilización <https://disenopuce.com/transmedia-para-el-transporte/>

b) El proyecto de reforestación denominado "Un Millón de Árboles", cuyo objetivo es sensibilizar a la comunidad educativa de la PUCE y a la sociedad ecuatoriana en el cuidado de la Casa Común, mediante acciones

coordinadas entre las siete sedes de la universidad, en articulación con el sector público, privado y de la sociedad civil. El resultado tangible de este proyecto consiste en la reforestación de cerca de 1000 hectáreas de terreno con árboles nativos y endémicos en diferentes provincias del país. Esta iniciativa se alinea a los Objetivos de Desarrollo Sostenible al igual que la Encíclica Laudato Si' y las agendas de desarrollo nacional: <https://1millondearboles.puce.edu.ec/>

c) Iniciativa Manos en la tierra, proyecto que se desarrolló en el campus de Nayón y que, a través de prácticas formativas concretas como la generación y cuidado de huertos agroecológicos, apoya al cuidado de la Casa Común y la Ecología Integral. Este proyecto también se articula con prácticas de Economía Circular.

d) Club de Ecología Integral, que promueve la formación de jóvenes promotores/as Laudato Si', en el que a través de la dimensión formativa se articula un programa de formación básica en los principios de la ecología integral para jóvenes universitarios y en el que participan la Comisión de Responsabilidad Social y Ambiental y la Dirección de Vinculación con la Colectividad. Por otro lado, a través de la dimensión de promoción se quiere dar a conocer la transferencia y aplicación de los conocimientos en el diseño de iniciativas de Ecología Integral para el campus.

Figura 6
Fotografía integrantes Club de Ecología Integral



Pambamesa Club de Ecología Integral - marzo 2023

e) Investigación sobre la Huella Ecológica de nuestra sede matriz (2022), cuyos resultados evidenciaron que, el aporte del 75 % de emisiones de gases de efecto invernadero-GEI, corresponde a transporte terrestre, transporte aéreo, residuos comunes, aguas residuales y consumo de papel, seguido por el consumo de energía eléctrica. Los edificios que contribuyen en mayor grado son las Torres I y II, el edificio de Ingeniería, de Arquitectura y de Ciencias Exactas y Naturales (Sánchez-Balseca, 2022).

f) Desde el año 2021, la PUCE participa en la Plataforma Laudato Si', iniciativa creada por el Dicasterio para el Servicio del Desarrollo Humano Integral y que promueve los siete Objetivos Laudato Si', los cuales se encuentran en consonancia con los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible promulgados por Naciones Unidas, como una hoja de ruta hasta el año 2030. La plataforma presenta un sinnúmero de reflexiones y planes que permiten conocer que están realizando otras organizaciones, para fortalecer las redes de acción comunitaria.

g) Participación en la Red Universitaria para el cuidado de la Casa Común-RUC. PUCE organizó la IX jornada de encuentro de rectores de la RUC, del 27 al 29 de octubre del 2022 en Quito. Allí se debatieron temas en torno a lo que se entiende como una Universidad Laudato Si', las competencias que debería tener un estudiante de una Universidad Laudato Si' y sobre todo los Objetivos Laudato Si': Respuesta al Clamor de la Tierra, Respuesta al clamor de los pobres, Economía Ecológica, Adopción de Estilos de Vida Sostenibles, Educación Ecológica, Espiritualidad Ecológica y Resiliencia y empoderamiento de la Comunidad: <https://plataformadeaccionlaudatosi.org/objetivos-laudato-si/>

En dicho evento también se construyeron participativamente las competencias, entendidas como el conjunto de conocimientos, habilidades y actitudes que posibilitan actuar eficazmente y comprender de manera autónoma, flexible y responsable, los diversos contextos vitales y profesionales, de un estudiante de una universidad Laudato Si'.

En este sentido, se llegó en consenso a que un/a estudiante graduado/a de una Universidad Laudato Si', en la competencia cognitiva, debería saber que es el desarrollo humano integral, reconocer modos de vida sostenibles a través de las funciones sustantivas de docencia, investigación y vinculación y la generación de conocimiento científico, de una manera transversal,

aplicado en su formación como agente de cambio (PUCE, 2022).

En cuanto a las competencias técnicas, un estudiante graduado/a de una Universidad Laudato Si' está en capacidad de identificar los problemas ambientales y ecológicos e identificar acciones para disminuir impactos ambientales negativos desde una determinada área del saber; a través de la generación o utilización de instrumentos e indicadores cualitativos y cuantitativos de medición y valoración; para actuar desde su área del saber profesional, con compromiso y responsabilidad en el cuidado de la casa común (PUCE, 2022).

En lo que refiere a las competencias sociales, este estudiante debe ser capaz de discernir, argumentar y valorar el respeto por la persona humana y por el medioambiente; a través de un currículo integrado que se plasme en actividades concretas de investigación, vinculación y extensión universitaria. (PUCE, 2022).

En resumen, las competencias axiológicas o éticas que se espera que un estudiante de una universidad Laudato Si' son el compromiso solidario con el desarrollo integral, con la equidad y el ambiente mediante una formación de valores, con el conocimiento de las problemáticas sociales a través de la investigación y la vinculación con la fe; para así superar el individualismo y proyectarse como un sujeto sensible a la transformación social basada en el cuidado del otro y del ambiente (PUCE, 2022).

Desafíos actuales de la Universidad Laudato Si'

El liderazgo actual de la PUCE es consciente de que, como universidad católica y pontificia, debe asumir las orientaciones sociales y doctrinales de la Iglesia. Esto implica comprometernos con el cuidado de la casa común y emprender el camino de la conversión ecológica de nuestra comunidad universitaria, tal como lo pide la Encíclica Laudato Si', del Papa Francisco, de acuerdo con nuestra especificidad como institución de educación superior.

Por esto, en su afán de mantener una relación coherente y responsable con la 'Casa Común', una preocupación permanente de la PUCE, en el Nuevo Modelo Educativo de la PUCE (2023), incluye como materia misional obligatoria, en todas las mallas curriculares de tercer nivel, la asignatura de Ecología Integral en el marco de la transformación institucional de la universidad, presente en el Proyecto de Repotenciación Académica del año 2023.

En su visión para el año 2025, la PUCE aspira a transformarse en una comunidad universitaria justa y sostenible; para esto, en su Proyecto Académico 2021-2025 (PUCE, 2021a), propone un modelo hacia un conocimiento que transforma dentro de un ambiente de aprendizaje vinculado a las prácticas de servicio social con dos ejes transversales: la interculturalidad y el desarrollo sostenible. Así mismo, el

perfil de egreso de un/a estudiante de la PUCE define como una dimensión de su modelo de persona el ser un sujeto comprometido social, política y ambientalmente; capaz de reflexionar sobre el impacto de sus acciones y de discernir entre diversas alternativas para "liderar, promover o participar en la creación de oportunidades de desarrollo, bienestar y movilidad social, así como en la conservación y uso sustentable de la naturaleza" (PUCE, 2021).

En conclusión, la PUCE-Q ha mostrado su preocupación permanente por una adecuada gestión ambiental dentro del campus para lo cual apoya varias iniciativas. Estas iniciativas son de todo tipo: desde capacitación permanente en el tema para concientizar sobre hábitos de consumo, hasta obras tangibles dentro del campus. Actualmente, el compromiso de llegar a ser una Universidad Laudato Si' motiva tanto a docentes como a estudiantes a desarrollar acciones que permitan lograr este cometido.

Bibliografía

Cipriani, E. (2020). La educación como herramienta fundamental para alcanzar una sociedad Laudato Si'. [Archivo].

Cipriani, E. (2021). *Informe de actividades Comisión de sustentabilidad y responsabilidad ambiental 2019-2021* [Archivo].

Foucault, M. (2004). *Nietzsche, la Genealogía, la Historia*. Pre-Textos

PUCE. (s.f.). PUCE VIVA. *Manual de Identidad de Marca* [Archivo].

PUCE. (2017). *Informe final del estado de reciclaje en la PUCE*. Eva Isabel Cipriani (Ed.). [Archivo].

PUCE. (2019). *Normativa procedimental interna para la constitución de la Comisión de Sustentabilidad y Responsabilidad Ambiental de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador*. Disponible en: <https://www.puce.edu.ec/intranet/documentos/Reglamentos/Normativa-Procedimental-Interna-Constitucion-Comision-de-Sustentabilidad-y-Responsabilidad-Ambiental-PUCE.pdf>

PUCE. (2021). *Universidad Laudato Si'. Plan de Acción 2021-2025*. Comisión de Sostenibilidad y Responsabilidad social (Ed.). [Archivo].

PUCE. (2021a). *Magis 2021-2025. Proyecto Académico*. Disponible en: https://www.puce.edu.ec/intranet/documentos/plan-estrategico/PUCE-MAGIS-2021-2025_proyecto-academico.pdf

PUCE. (2021b). *Modelo de persona a forjar/nos en la PUCE. Perfil de egreso* [Archivo].

PUCE. (2022). *IX Jornada de rectores de la RUC. Taller definición y perfil profesional de una universidad Laudato Si'* [archivo].

Red Universitaria para el Cuidado de la Casa Común-RUC. (2022). Documento interno de trabajo previo a la preparación de las III Jornadas Latinoamericanas de la Juventud - RUC 2023

Sánchez-Balseca, J. (2022). *Medición de la Huella de Carbono en la Pontificia Universidad Católica del Ecuador: Línea base*. PUCE.

Modelo de sostenibilidad y respuesta al llamado de la Laudato SÍ en el campus universitario de la PUCE

María de los Angeles Barrionuevo Mora ¹¹

Introducción

El desarrollo sostenible es un concepto que surge a partir del informe Nuestro Futuro Común, presentado en la Comisión Brutland de la Asamblea General de Naciones Unidas en 1987. En esta, se reconoció la necesidad de un nuevo modelo de desarrollo que permita satisfacer las necesidades de las generaciones presentes, sin comprometer la posibilidad de las futuras generaciones de solventar las suyas. Para ello, se proponía que el modelo se enfoque en tres dimensiones: económica, social y ambiental (CEPAL, 2023). En 1992, en el marco de la Conferencia de Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo (CNUMAD), se firmó la Declaración de Río, en la cual se dio formalidad a este concepto. Posterior a ello, se definió la Agenda 21, un compromiso firmado por 172 países miembros de Naciones Unidas para aplicar políticas económicas, sociales y ambientales que procuren el desarrollo sostenible en todos los niveles territoriales. Esto dio paso a la creación de la Comisión sobre el Desarrollo Sostenible como ente encargado de dar seguimiento a los acuerdos derivados de dicha Agenda (González & Gutiérrez, 2010). En el año 2015, se plantearon los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)

que constituyen una agenda de desarrollo a cumplirse a nivel global hasta el 2030.

El concepto de sostenibilidad ha permeado en distintos niveles. A pesar de que, desde 1972 con la Declaración de Estocolmo, las universidades reconocieron la interdependencia entre las actividades humanas y los impactos ambientales, es posterior al impulso de la Conferencia de Río que estas instituciones empezaron a entender la sostenibilidad en todas sus dimensiones. Se dio un autoreconocimiento de los altos impactos socioambientales que generan y asumieron el compromiso de realizar acciones enmarcadas en los principios establecidos en Río 92 (Castro & Jabbour, 2013).

Ejemplos del accionar de las universidades se remontan a 1990, cuando las máximas autoridades de 22 instituciones de educación superior firmaron la Declaración de Talloires. En esta manifestaron su preocupación por la contaminación, degradación ambiental y agotamiento de los recursos naturales; se comprometieron a dar una respuesta institucional despertando conciencia sobre la problemática, promoviendo investigación, formando expertos temáticos y, entre otros, siendo un ejemplo de responsabilidad ambiental.

¹¹ Doctora en Políticas Públicas. Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Facultad de Economía.
Correo: mabarrionuevom@puce.edu.ec

Actualmente más de 500 universidades a nivel mundial, han suscrito los compromisos de dicha declaración (ULSF, 2023). Un año después, se firmó la Declaración de Halifax, a través de la cual las universidades definieron un plan de acción para dar cumplimiento a los compromisos previamente adquiridos. En 1993, a través de la Declaración de la Asociación Internacional de Universidades de Kyoto, las instituciones fueron convocadas a realizar adecuaciones y gestión física en sus campus; mediante la declaración de Swansea, firmada el mismo año, las universidades de países más desarrollados comprometieron su apoyo a iniciativas de países con menor nivel de desarrollo (Mora, 2007). A través de la Declaración de Copérnico de la Asociación Europea de universidades firmada en el año 1994, 500 instituciones de 36 países plantearon la necesidad de contar con un nuevo grupo de valores ambientales y de alfabetizar ambientalmente a la comunidad universitaria. La Declaración de Lüneburg, suscrita en el año 2000, se enfocó en buscar estrategias para asegurar que las universidades puedan pasar del conocimiento teórico de sostenibilidad a un enfoque práctico (Cárdenas, 2014).

En las dos últimas décadas, las universidades se han vinculado con proyectos e iniciativas para incorporar la sostenibilidad en sus sistemas (Alshuwaikhat & Abubakar, 2008). Esto ha dado paso a que estas instituciones incorporen el concepto de sostenibilidad en sus funciones sustantivas. Las

universidades han comprendido que el modelo de sostenibilidad va más allá de la procura de un espacio físico ambientalmente amigable y de promover prácticas de sostenibilidad; como Vallaeys (2008) establece, las universidades tienen el compromiso de formar, de generar conciencia y procurar la aplicación práctica de dicho conocimiento para el beneficio de la sociedad.

La Pontificia Universidad Católica del Ecuador (PUCE), fundada en 1946 y confiada a la Compañía de Jesús en el Ecuador, se ha ido posicionando como sede del pensamiento humanista y cristiano en el país, consecuentemente, se ha anexado a este debate. La PUCE pertenece a la Asociación de Universidades confiadas a la Compañía de Jesús en América Latina (AUSJAL), en la cual participan 30 universidades e instituciones de educación superior bajo el mandato de la Compañía de Jesús, ubicadas en 14 países de América Latina; la red forma parte de la Asociación Internacional de Universidades Jesuitas (IAJU) de la cual son miembros más de 200 instituciones a nivel mundial (Jesuitas, 2020). Las universidades que son miembro de AUSJAL desarrollan proyectos comunes relacionados a sus prioridades estratégicas; una de ellas es el cuidado ambiental.

En julio del 2015, cuando Su Santidad el Papa Francisco visitó el campus universitario de la PUCE, en su discurso demandó a la universidad responder a la pregunta: ¿para qué nos necesita esta tierra? Para poder dar respuesta a ello,

el Papa Francisco pidió remitirse a la Encíclica *Laudato Si'* sobre el cuidado de la casa común y hacer conciencia de que “todos podemos colaborar, como instrumento de Dios para el cuidado de la creación, cada uno, desde su cultura, su experiencia, sus iniciativas y sus capacidades” (Papa Francisco, 2015, LS14).

La PUCE, consciente de los cambios en el contexto mundial y nacional en el que la educación superior debe insertarse, y del accionar requerido por una universidad con esta particular línea de pensamiento, presentó su nuevo Proyecto Académico en el año 2020. Estableció que su misión institucional es el promover un conocimiento que transforme, llamado también conocimiento transformacional. Este complementa al modelo 4C de excelencia humana en la educación ignaciana, con el cual se busca formar profesionales: conscientes, competentes, compasivos y comprometidos (PUCE, 2021). Con ello, la PUCE ratificó su compromiso de ofrecer una formación integral e integradora, basada en su carácter humanista y católico; fiel a su misión, realizarse como una universidad sostenible.

La PUCE cuenta con 7 sedes a nivel nacional: Amazonas, Ambato, Esmeraldas, Ibarra, Manabí, Quito y Santo Domingo. La universidad ofrece principalmente formación presencial (88 % de sus alumnos cursan en dicha modalidad). Actualmente, cuenta con 21.625 estudiantes: 17.379 a nivel de pregrado y 3.776 en posgrado; del total

de alumnos, 13.005 se encuentran en el campus sede Quito (PUCE, 2022). Según el sistema IGNATIUS, a nivel nacional, la PUCE cuenta con 2.378 docentes, de los cuales, 1.403 trabajan en el campus Quito; en el caso del personal administrativo, son 1.325 vinculadas a nivel nacional y de ellos, 793 se encuentran en la sede Quito (PUCE, 2022). Quito es la sede con mayor número de miembros de la comunidad académica. Esta sede tiene una extensión de terreno de 71.884 m², conformada por “30 edificios, 409 aulas, 4 cafeterías, 4 comedores, 95 laboratorios y 9 talleres” (Romero, 2019, pág. 22). Se encuentra ubicada en el centro norte de Quito, entre dos avenidas concurridas: la Av. 12 de Octubre y la Av. Ladrón de Guevara, que conecta con la Av. Patria y al noreste colinda con la Av. Mena Caamaño. La ubicación colinda “al Norte con la Universidad Politécnica Salesiana, al Sur con el Hotel Tambo Real y la Casa de la Cultura Ecuatoriana, al Este con la Escuela Politécnica Nacional y al Oeste con la Fiscalía General del Estado, el Colegio Santa Mariana de Jesús” (Ruiz, 2019, pág. 48).

A nivel nacional, la PUCE oferta 124 carreras de grado, de ellas 72 son ofertadas en la sede Quito. Considerando la carga académica de las carreras, y bajo el supuesto de que los estudiantes las están cursando en modalidad presencial, un estudiante debe asistir en promedio a 21 horas de clases semanales y, asumiendo que dedica el 50 % de su tiempo de trabajo autónomo (12 horas aproximadamente) a realizar actividades en el campus, un estudiante en promedio

pasa en las instalaciones universitarias 33 horas a la semana. Durante este tiempo, el estudiante consume recursos, genera desechos y está expuesto a impactos ambientales positivos y negativos del entorno. De igual manera, las actividades operativas que se desarrollan en la universidad generan impactos ambientales: a nivel del aire se pueden referir las emisiones gaseosas de procesos, emisiones gaseosas de fuentes fijas de combustión y de fuentes móviles. Hay emisiones de ruido de fuentes fijas y móviles; en contaminación de agua se tienen las descargas líquidas residuales de procesos y descargas de aguas grises de cocina. En contaminación del suelo y agua, los factores que más inciden son la generación de desechos, escombros, desechos hospitalarios y desechos peligrosos (PUCE, 2016 en Ruiz, 2019).

Consciente de esta situación, y a fin de lograr un “impacto positivo en la vida de las personas, de las comunidades y asociaciones de la sociedad civil y del mismo Estado” (PUCE, 2020, pág. 4), la universidad no solo buscó alinearse con los ODS, sino también convertirse en un campus Laudato Si'. Este último desafío implica: i) responder al clamor de la Tierra; ii) responder al clamor de los pobres; iii) promover la economía ecológica; iv) adoptar estilos de vida sostenibles; v) ofrecer una educación ecológica; vi) motivar la espiritualidad ecológica; y, vii) practicar la resiliencia y el empoderamiento de la comunidad (Papa Francisco, 2015).

La respuesta de la universidad a este

clamor se da a través de sus funciones sustantivas: docencia, investigación y vinculación con la sociedad (PUCE, 2019). Los docentes y estudiantes están respondiendo al llamado del Papa Francisco y aportando a la generación de conocimiento y debate académico desde diferentes ámbitos del saber.

En este capítulo, se sistematizan los resultados de investigaciones realizadas por estudiantes de la universidad bajo la dirección de los docentes vinculados a la búsqueda de sostenibilidad en el campus. Las investigaciones han sido generadas en los últimos cuatro años y se enfocan en conocer la situación ambiental de la infraestructura, la vida en el campus y la educación ambiental. Luego de una introducción teórica y contextual se presenta una investigación de la Facultad de Comunicación, Lingüística y Literatura, una de la Escuela de Sistemas de la Facultad de Ingeniería, cuatro investigaciones realizadas en la Facultad de Ciencias Humanas y tres en la Facultad de Economía. Se espera que los resultados de estas investigaciones se vuelvan un referente y motiven nuevas exploraciones sobre las dimensiones de sostenibilidad en el campus y que, a partir de ello, se refuerce el compromiso de la comunidad académica para alinear a la universidad a una visión integrada del desarrollo sostenible.

Universidades: espacios vivos dentro de las ciudades

Según el informe de la Organización de Naciones Unidas (ONU, 2022), el 54 % de la población mundial actual vive en áreas urbanas y este porcentaje llegará al 66 % para el 2050. Esto plantea grandes desafíos para los hacedores de políticas públicas en términos de dotación de vivienda, infraestructura, transporte y de provisión de servicios básicos, pero también, de hacerlo en un marco de sostenibilidad. Entre los principales problemas ambientales que enfrentan las ciudades se encuentran el alto consumo de recursos y energía; la poca disponibilidad de áreas verdes; la contaminación ambiental, acústica, visual y la generada por la frecuencia de campos electromagnéticos; la gran generación de desechos sólidos y aguas residuales, ente otros. Estos no son problemas aislados, ya que se ha confirmado producen efectos en la salud humana y, por ende, en el bienestar de la sociedad.

El Banco Interamericano de Desarrollo (BID) refiere que los indicadores de la salud ambiental se vinculan con la calidad del aire a nivel urbano y al interior de los hogares, la disponibilidad de agua y saneamiento, la exposición al plomo y los riesgos asociados a la inactividad física. El cálculo realizado de personas fallecidas por calidad ambiental, según data del año 2019, es de 6.000 personas por exposición al plomo; 29.000 por mala calidad del aire interior; 56.000 por problemas

vinculados al agua y saneamiento; 71.000 a la calidad del aire urbano y 220.000 a la inactividad física (BID, 2020). A esto se suma el número de personas cuyos años de vida son ajustados por discapacidad (DALY, por sus siglas en inglés), indicador que refleja los años que la población pierde por enfermedades, discapacidad o muerte prematura. Según la misma fuente, el DALY revela que 492.000 personas a nivel mundial son afectadas por la calidad del aire urbano; 560.000 por la exposición al plomo; 730.000 por la calidad del aire interior; 2.150.000 por agua y saneamiento y 2.435.000 por la inactividad física (BID, 2020). Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), casi una cuarta parte de la población mundial muere por vivir o trabajar en ambientes poco saludables y conforme data del 2012, de un total de 7,3 millones de muertes atribuibles a condiciones ambientales, el 12 % de ellas se producen en la Región de las Américas (OMS, 2016).

Esta preocupación debe trasladarse a las universidades. Sus campus se estructuran como pequeñas ciudades que reciben la influencia del entorno, pero que también generan impactos directos e indirectos en su comunidad y en aquellos que colindan con sus sedes (Jabbour, Sarkis, Sousa, & Govindan, 2013). La necesidad de comprender a profundidad la relación entre los componentes del entorno físico y el educativo es evidente. Aunque se reconoce que pueden existir afecciones o alteraciones al bienestar de quienes se encuentran permanentemente en los predios de las universidades:

estudiantes, docentes y administrativos, las publicaciones académicas, revistas científicas o de divulgación que refieren a los impactos ambientales que se producen en el espacio geográfico universitario y a su incidencia sobre la comunidad, son limitadas. A pesar de la gran preocupación que esta temática genera, es necesario reflexionar el por qué las universidades se han enfocado más en estudiar lo que sucede fuera de su entorno que dentro de sus instalaciones (Pérez J., 2017). La misma situación se aprecia con las investigaciones que exponen alternativas o propuestas para mejorar las condiciones ambientales y prevenir impactos ambientales desfavorables dentro de los predios universitarios o del perímetro geográfico cercano.

Los grupos de investigación de las universidades cuentan con gran reconocimiento y realizan valiosos aportes para el debate, pero es necesario también debatir dentro de casa y convertir a estos temas en centro de atención. Es importante reconocer que las universidades no solo deben procurar calidad académica, sino que esta debe ser ofrecida en adecuadas condiciones ambientales. Ante ello, Cárdenas (2014) plantea la necesidad de pensar cómo las instalaciones, la existencia de áreas verdes, el acondicionamiento acústico y lumínico adecuado, la gestión de desechos y de la contaminación y las formas de movilidad inciden en el bienestar social de quienes estudian y trabajan en dichas instalaciones. Es fundamental “conocer y evaluar las condiciones ambientales en las que se

realizan las actividades de docencia, investigación, difusión, deportivas y culturales” (Pérez J., 2017, pág. 39). A pesar del limitado debate académico, las propuestas para incorporar prácticas sostenibles en las universidades y en las diferentes instituciones de educación superior (IES) van surgiendo.

Iniciativas relacionadas con la sostenibilidad en instituciones de educación superior

El concepto de sostenibilidad requiere su aplicación a todo nivel. Sin embargo, “la masificación de su acepción ha hecho que su verificación sea cada vez más difícil y, a mayores menciones, menor oportunidad de revisar cada una de ellas” (Parrada & Trujillo, 2015, pág. 57). Las instituciones están en un constante debate sobre la manera de aplicar sus principios y en ese debate las universidades han reconocido que tienen un rol fundamental. Son las IES las llamadas a promover el diálogo y la confluencia de saberes; la academia tiene la capacidad de convocar a los actores del sector público, sector privado y de la sociedad civil a debatir, crear y proyectarse.

Las universidades no solo debaten sobre desarrollo sostenible, sino que sus esfuerzos se han direccionado a nivel operacional administrativo y, a nivel sustantivo, en la docencia e investigación. Esto ha dado paso al surgimiento de conceptos importantes tales como el de Universidad Sostenible (US) o de Campus Sostenible (CS), el de

campus universitario como *Living Lab* y a la definición de diversos rankings internacionales enfocados en la sostenibilidad, a través de los cuales, las universidades identifican su posición y pueden definir un plan de acción.

El CS es una iniciativa global que invita a pensar desde un enfoque inter y multidisciplinar para hacer referencia al direccionamiento, involucramiento y promoción de la minimización de impactos ambientales, económicos y sociales generados por la comunidad universitaria en el ejercicio de la docencia, la investigación y de los procesos administrativos (Velázquez, Munguía, Platt, & Taddei, 2006). A fin de aportar en la resolución de los retos socioambientales y en la promoción de estilos de vida sostenibles, la propuesta de CS va más allá de generar oferta académica, de la creación de programas de estudio, promoción de investigación y acción universitaria, y redefinición de los esfuerzos operacionales administrativos hacia la sostenibilidad; invita a realizar un trabajo dinámico en el cual todas las iniciativas busquen un punto de encuentro en el concepto de sostenibilidad. Las universidades que se adscriben a los principios del CS pueden hacer un balance entre sus objetivos económicos, sociales y ambientales y a evaluar su implementación en el largo plazo (Alshuwaikhat & Abubakar, 2008). El modelo considera fundamental al enfoque cultural a nivel de educación e investigación; institucional vinculado al establecimiento del campus sostenible y saludable; social relacionado con el

compromiso social y participación; ambiental y económico en el que se prioriza la responsabilidad y la minimización de impactos.

Posiblemente las áreas en las que más universidades se han involucrado están relacionadas con el aporte a la mitigación del cambio climático, a través de la reducción de la huella de carbono; la consolidación de un campus verde, en el que se procuran áreas verdes, y se trabaja a nivel de paisajismo, recuperación, conservación de la flora y fauna urbana, minimización del ruido; el uso eficiente y racional de los recursos y energía; producción de compras sostenibles; consumo y posconsumo responsable; gestión integrada de residuos sólidos y aguas residuales; promoción de un campus saludable a través de la alimentación, el control nutricional, la salud, el bienestar y el impulso de actividades de deporte y de recreación para estudiantes, profesores y personal administrativo (Cabrera & Uribe, 2020).

Para poder atender estos aspectos, las universidades deben realizar cambios en su planta física, promover un cambio de hábitos y de comportamiento de consumo en su comunidad, articular espacios verdes e involucrar estrategias de transporte pensadas en el acceso al campus de empleados, estudiantes y visitantes (Cabrera & Uribe, 2020). Allí, es donde la propuesta de campus universitarios como *Living Lab* confluye con el CS y se vuelve relevante. Las acciones que se realizan a nivel de las instalaciones universitarias constituyen

un laboratorio que posteriormente permite escalar las experiencias y aprendizajes a las ciudades. La intención de esta propuesta, que surgió en la década de los 90, es transformar los campus universitarios en espacios de investigación, aprendizaje e innovación donde se planteen soluciones para retos propuestos a nivel tecnológico, de diseño, de oferta de productos, servicios y de cambios en la forma de vida. Las iniciativas son probadas, prototipadas, validadas y mejoradas por medio de pruebas y experimentación en un entorno real, inmerso en la incertidumbre (Institute for the Future Education, 2021). Hacer que la comunidad académica se convierta en co-productora de respuestas requiere que se promueva la integración inter y transdisciplinar, así como el trabajo multi actoral; esto permite un anclaje con la realidad local, regional, nacional y global.

Las diferentes experiencias de *living labs* se han enfocado en una búsqueda de estrategias para promover la sostenibilidad a partir de la co-producción de conocimientos entre actores de la academia y actores no vinculados a la misma, pero con un claro vínculo institucional y conocimiento del contexto geográfico (Evans, Jones, Karvonen, Millard, & Wender, 2015). En los *living labs* han surgido propuestas como las de ciudades inteligentes, *smart cities*, en las que se fomenta la transformación hacia ciudades que utilicen la información, la tecnología y la comunicación hacia la sostenibilidad; y, a partir de ello, mejorar la calidad de vida de los habitantes,

impulsen la participación de los ciudadanos y promuevan la colaboración con organismos públicos de la comunidad (Martín, 2019). Por su parte, el enfoque de eficiencia energética se centra en la búsqueda de técnicas más adecuadas para el suministro de energía y agua, la iluminación, el urbanismo inteligente y la adaptación climática. En temas de movilidad, las soluciones apuntan a desarrollar estructura física, servicios adecuados que motiven la sustitución de vehículos privados por públicos o movilidad compartida. En el ámbito de Economía Circular se promueve la minimización y eficiencia en el uso de los recursos, el procurar extender la vida de los productos, el adoptar tecnologías más limpias y el emplear insumos de producción sostenibles (Martín, 2019).

La conversión hacia campus universitarios sostenibles ha llevado a establecer rankings internacionales que permiten evaluar numéricamente el avance en diversos aspectos. Entre los más conocidos podemos referir el *Times Higher Education's Impact Rankings*, que analiza las acciones que las universidades han tomado para dar cumplimiento a los criterios relacionados con los ODS. El *QS World University Rankings* de sostenibilidad, evalúa las medidas que están tomando las universidades en términos de sostenibilidad e impacto ambiental a nivel institucional, los logros alcanzados en educación e investigación en el área de sostenibilidad y los impactos sociales que generan; medidos en términos de igualdad, empleabilidad, creación de oportunidades y calidad

de vida. Finalmente, es necesario mencionar el *GreenMetric World University* que se centra en un modelo de tres E: *Environment, Economics and Equity* (Ambiente, Economía y Equidad). Este ranking analiza seis indicadores y los pondera; se enfoca en evaluar el entorno e infraestructura, energía, cambio climático, residuos, agua, transporte, educación e investigación. Estas iniciativas han surgido no solo para evaluar el nivel de cumplimiento de los compromisos vinculados a la sostenibilidad y responsabilidad social corporativa, sino que permiten diseñar un plan de acción que guíe a las instituciones (Pérez J., 2020).

Universidades ¿espacios sostenibles? Una mirada al campus universitario de la PUCE

Las universidades deben procurar un entorno seguro, saludable y que ofrezca calidad ambiental para que estudiantes, profesores y administrativos puedan realizar sus funciones de manera eficiente (Vallaey, 2008). Aunque se reconoce que los impactos positivos y negativos que se producen en las instalaciones de la universidad están condicionados por factores intrínsecos y extrínsecos, muchas veces se desconoce la frecuencia o magnitud de estos. Los centros médicos universitarios cuentan con información sobre las atenciones médicas que se ofrecen o las lesiones que se han producido en el campus, pero no hay estudios que correlacionen

estas situaciones con factores de calidad ambiental.

La preocupación por generar datos que permitan la toma de decisiones en la PUCE empezó dos décadas atrás, entre el 2005 y el 2010, cuando se creó el Proyecto PRO Ambiente PUCE liderado por las Facultades de Biología, Gestión Social y Arquitectura, con el objetivo de acopiar cartón, plástico, pilas y celulares. En el año 2012, la Federación de Estudiantes de la Universidad Católica del Ecuador sede Quito (FEUCE-Q) implementó el proyecto ECO-PUCE para dar continuidad al proyecto, generando conciencia acerca de la importancia del reciclaje e instalando contenedores para la separación de desechos en el campus. Entre el 2014 y el 2016, el voluntariado universitario ignaciano PUCE VUI propuso un proyecto de reforestación en el nuevo campus Nayón, de la sede Quito (Romero, 2019). A fin de atender esta preocupación en el Plan Estratégico de Desarrollo Institucional PUCE 2016-2020 se establecieron dos lineamientos de importancia desde el enfoque de sostenibilidad. En el lineamiento 2 se planteó la necesidad de mejorar la calidad de vida de las personas y comunidades y de generar conciencia en los miembros de la comunidad acerca de la implementación de prácticas sostenibles y; en el lineamiento 4, se reconoció la importancia de optimizar el uso de recursos de la universidad: papel, luz eléctrica y agua.

La universidad está en un proceso constante de renovación y, en el marco de

ello, ha definido estrategias para promover hábitos más sostenibles. En el año 2016, la PUCE generó una propuesta inicial de Plan de Manejo Ambiental (PMA) para su sede Quito con el objetivo de que los impactos ambientales generados en la operación, mantenimiento y cierre sean prevenidos, minimizados y remediados. En el año 2019, Ruiz generó una Auditoría Ambiental de Cumplimiento en la PUCE, donde elaboró una lista de verificación para la comprobación de lo establecido en su PMA y en la normativa vigente en 52 instalaciones de la universidad. En la auditoría se evaluaron 395 actividades, mediante entrevista y observación directa se obtuvo que el cumplimiento ambiental fue del 65 %; se pudieron apreciar 56 conformidades y 22 no conformidades al PMA; 69 conformidades y 20 no conformidades a la normativa ambiental (Ruiz, 2019).

Entre los principales hallazgos de no conformidad, según su fuente están: la no separación de descargas líquidas de procesos de las aguas grises y negras y el no tratamiento de las descargas; el no contar o mantener trampas de grasa en los lavamanos del laboratorio de Nutrición Humana y en Taller de Cocina; el no almacenamiento ni identificación de residuos de manera ordenada; el no contar con un plan de minimización de desechos peligrosos; el almacenamiento inadecuado de desechos peligrosos bajo condiciones técnicas de seguridad; la no facilidad de acceso a las instalaciones de almacenamiento de desechos peligrosos para su traslado; y, la no obtención del registro de generación de desechos

peligrosos. A esto se suma la necesidad de que la institución elija e instale el tipo de vertedero conveniente para efluentes líquidos, el monitoreo de las descargas líquidas y la necesidad de que la institución presente los resultados de las caracterizaciones fisicoquímicas de las descargas residuales del proceso (Ruiz, 2019). A partir de esta investigación se motivó a la universidad a culminar su proceso de regulación ambiental, la definición de un PMA y la obtención del certificado ambiental por parte del Ministerio de ambiente, Agua y Transición Ecológica.

La Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la PUCE definió el Proyecto PUCE Viva (2017-2021), alineado especialmente con el ODS 11, que procura ciudades y comunidades inclusivas, seguras, resilientes y sostenibles. El objetivo de PUCE Viva fue promover una intervención localizada en el campus enfocada en la conservación de los recursos, en que los miembros de la comunidad universitaria participen y generen acciones que favorezcan la vida en el campus y que, a través de un modelo de comunicación horizontal participativo, se promueva la réplica de las acciones a nivel familiar para aportar a la disminución de la contaminación de la ciudad.

El Proyecto PUCE Viva buscó instaurar un campus sostenible y trabajar dentro de 5 áreas: manejo de desechos, agua potable, energía eléctrica, transporte y comunicación, promoviendo que cada una de las facultades implemente

acciones y verifique su cumplimiento (Dirección de Vinculación con la Colectividad - PUCE, 2017) involucrando a la comunidad académica en el debate de la sostenibilidad. También impulsó la creación de la Comisión de Sostenibilidad y Responsabilidad Ambiental de la PUCE, la cual se mantiene activa hasta la presente fecha. Considerando las áreas de trabajo priorizadas por PUCE Viva a continuación, se presentan los resultados de las investigaciones generadas en estos temas.

Estimación de la huella de carbono en la PUCE

El manejo de desechos es uno de los temas más explorados en las investigaciones identificadas. Partiendo de la relación entre el crecimiento poblacional, las actividades humanas, sus impactos y la reflexión, se enmarca en el ODS 12 para garantizar modalidades de consumo y producción sostenible. El crecimiento exponencial de los residuos, en especial de los desechos urbanos, ha sido explorado por la afectación que generan al ambiente y a la salud; esto ha permitido identificar la importancia de contar con instituciones que se encarguen de la recolección, separación, transferencia y aprovechamiento de residuos sólidos. Este tema ha sido priorizado en diversas universidades en las que se ha vinculado a estudiantes, profesores, administrativos, agentes externos y proveedores en la procura de un modelo de gestión sostenible.

La PUCE dispone de los residuos sólidos producidos dentro del campus en un basurero general, ubicado en la calle España, sin ningún tratamiento previo. A este sitio llegan los recicladores de base para seleccionar y recuperar residuos reciclables: botellas plásticas, papel, cartón, latas, tetra pack y vidrio. En el campus existen contenedores exclusivos para botellas plásticas, pero no se tiene conocimiento de las acciones que se realizan para su reciclaje; para los otros productos no se dispone de contenedores exclusivos.

A partir de la medición de los alimentos consumidos en diferentes horarios y de los principales desechos producidos por los usuarios de las diez cafeterías del campus, Solano (2019) determinó que la Cafetería del Parque Central de la PUCE era la que producía la mayor cantidad de residuos (47 %). Esto respondía al hecho de que es una de las más grandes del campus, tiene un horario de atención extendido y recibe el mayor número de usuarios por estar ubicada en un punto de confluencia.

Solano (2019) realizó el proceso de medición y registro de los residuos sólidos que no podían ser acopiados dentro de las cafeterías, pesando los desechos orgánicos, acopiando, clasificando y contabilizando los residuos de la cafetería para inferir la cantidad; así como la capacidad de que estos sean reutilizados o reciclados. Los resultados revelaron que anualmente, la universidad genera 21.033 toneladas de basura. Del total de residuos generados,

el 86 % corresponde a desechos orgánicos y el 14 % a inorgánicos tanto recuperables como no recuperables (Solano, 2019). Se determinó que los lunes son los días en los que la mayor cantidad de basura se produce (42,66 libras), y los viernes en los que la cantidad es menor (38,53 lb); mensualmente, se producen 3.969,5 lb de residuos orgánicos y 823,41 lb de inorgánicos de los cuales, tan solo el 19 % se recicla; las botellas plásticas y las de vidrio son los productos que se reciclan con mayor frecuencia (Solano, 2019)

Los datos revelan que la huella de carbono producida dentro de la PUCE por desechos sólidos es de 32,4 %. Si se aplicara el Código Municipal para el Distrito Metropolitano de Quito del año 2019, en el cual la Empresa Pública Metropolitana de Gestión Integral de Residuos Sólidos (EMGIRS) determina la tasa anual de gestión de los residuos sólidos, en función del peso y volumen de basura que producen los grandes generadores de residuos, la cuantía que la PUCE debería cancelar es de USD 7.610,91 dólares por el servicio (Solano, 2019).

Además de tener una aproximación a los costos que se pueden evitar por cumplir con prácticas ambientales adecuadas, es importante conocer cómo estas pueden potencializar la imagen que el público externo tiene de la universidad. El tratamiento adecuado de los desechos generados dentro de las instalaciones universitarias no solo genera beneficios ambientales, sino que permite alcanzar

buenos resultados en indicadores de certificación internacional. Al año 2018, 718 universidades a nivel mundial participaban del ranking *Green Metric World University Ranking*. De las 79 universidades del Ecuador, tan solo tres universidades eran parte: la Escuela Politécnica del Litoral (ESPOL), que participa desde el 2010; la Universidad San Francisco de Quito (USFQ) desde el 2017; y, la Escuela Superior Politécnica del Chimborazo (ESPOCH) desde el 2018; adicionalmente, la USFQ participa en el *Sustainability, Tracking, Assessment & Rating System (STARS)* (Romero, 2019). Es importante comprender por qué la PUCE no se ha vinculado con estas métricas si se encuentra entre las diez mejores universidades a nivel nacional, junto con las universidades previamente mencionadas; medido en términos de excelencia académica, a partir de la calidad y el impacto de la investigación científica referida en publicaciones (Scimago, 2023).

Romero (2019) analiza si es factible que la PUCE ingrese al ranking *Green Metrics* a partir del nivel en el cual se encuentran los indicadores vinculados a desechos sólidos. Concentra su mirada en el edificio conocido como Torre 2, con 14 pisos en los que se ubican 3 facultades; el Edificio de la Escuela de Ciencias Químicas que cuenta con 14 laboratorios y el Parque Central de la universidad por ser sitios en los que se generan la mayor cantidad de desechos peligrosos y no peligrosos. Se recolectó datos sobre el peso de los residuos generados por día (residuos comunes, residuos sanitarios y

residuos biodegradables), entrevistas a estudiantes, docentes, administrativos, personal de laboratorio y personal de limpieza del campus; se les consultó sobre sus prácticas de consumo y uso de recursos, reciclaje y desechos que se generan en las oficinas, entre otros (Romero, 2019).

Romero (2019) calculó que en un mes se generaron 2.622,21 kg de residuos de los cuales el 41,9 % corresponde a residuos comunes; 31 % a residuos biodegradables; 15,4 % a residuos sanitarios; 10,7 % a residuos peligrosos; 0,9 % a cartón; y, 0,1 % a plástico. De estos, el 82,77 % podrían ser objeto de reciclaje; sin embargo, el 98,67 % de los residuos no son adecuadamente clasificados. De lo poco que se recicla, se beneficia una empresa ajena a la universidad (Romero, 2019). Al igual que Solano (2019), la investigación de Romero (2019) permitió determinar que el día de mayor producción de basura es el lunes y el de menor producción el viernes. Se evidenció que la universidad cuenta con manuales para el tratamiento de desechos comunes, orgánicos y peligrosos, pero en estos no se da mucho énfasis al tema de reciclaje. Al aplicar estos resultados al cuestionario que Green Metrics pediría responder para poder dar un porcentaje de cumplimiento, Romero (2019) calculó que la PUCE recibiría una calificación de 498/1800 puntos; a pesar de ser baja con acciones puntuales podría todavía formar parte de esta red de universidades sostenibles.

En la PUCE, el 92 % de los desechos

orgánicos se recicla, pero solo el 19 % de los residuos inorgánicos reciben este tratamiento; el cartón, las botellas de vidrio y las fundas plásticas son los productos más reciclados con porcentajes que son el 37,4 % del total producido, 20,4 % y 10,9 % respectivamente.

Cabascango (2019) refiere que las investigaciones vinculadas al reciclaje en el campus han determinado que, entre las mayores dificultades para que se realice esta actividad, se encuentran la inadecuada nomenclatura y uso de los basureros, el incorrecto proceso de separación de residuos, el mal manejo de la basura por parte de los conserjes que vuelven a mezclar la basura ya separada en los recipientes y el no tener un centro de acopio para basura separada en las instalaciones universitarias. En el marco de PUCE Viva se promovieron los proyectos de reciclaje Reciveci y ECO PUCE. Estos permitieron realizar un diagnóstico sobre la producción y manejo de desechos en la PUCE y a partir de ello, plantear mejoras al modelo de gestión (Cabascango, 2019). Los productos que tienen mayor potencialidad de reciclaje son el papel y el plástico.

Para el análisis del papel hay que referirse a una investigación realizada en la Facultad de Comunicación, Lingüística y Literatura en la que se estableció que, en promedio, el uso de aulas virtuales permite ahorrar entre 1,5 a 3 resmas de papel bond por curso (Cabascango, 2019). Extrapolando los resultados de esta investigación a todo el campus y considerando un comportamiento similar

en otras materias, se puede inferir que, dado que en un semestre regular la sede de Quito tiene un promedio de 7.000 aulas virtuales activas (Espíritu, 2023), se dejarían de emplear entre 10.500 y 21.000 resmas de papel por el uso de aulas virtuales. Cabascango (2019) refiere que de cada árbol se producen 16 resmas de papel, por lo que cada semestre se evitaría la tala de entre 656 y 1.312 árboles gracias al uso de las aulas virtuales. A esto debería sumarse el potencial ahorro que se puede dar al hacer cambios administrativos al sustituir impresiones por el uso de trámites digitalizados o el ahorro que se podría generar al imprimir en las dos caras de un papel, aspectos aún no contabilizados en la universidad.

El plástico es un desecho que también demanda una atención particular, pues en los últimos años se ha vuelto un producto casi indispensable en las actividades cotidianas. La facilidad de su uso y el bajo costo superan a los cuestionamientos acerca de los impactos que producen a nivel ambiental y de la salud. Abril (2002) enfocó su investigación en los plásticos de poliestireno, conocido como corcho blanco, pues según investigaciones previas los componentes tóxicos, mutágenos y de sustancias cancerígenas del producto pueden migrar al alimento que se consume (García & Macías, 2008 en Abril, 2022), además, los microplásticos son introducidos en la cadena alimenticia luego de haber contaminado aire, agua y suelos. En la cafetería de la universidad se expenden varios productos en este tipo de envases y, ante el potencial riesgo para los usuarios, la investigación

busca motivar la sustitución de los envases identificando los incentivos que se podrían aplicar tanto a nivel de los usuarios, de la institución, como de los proveedores. A través de data levantada en la Cafetería Central a los estudiantes que realizan el consumo de productos alimenticios en dichos recipientes, se pudo observar que el conocimiento de la afectación al ambiente y a la salud que estos envases producen es relativamente alto (67,5 % en promedio) a pesar de ello, solo un 50 % de las personas se fijan en el tipo de envase que emplean al adquirir sus productos. Los principales productos que se adquieren en este tipo de envases son el café y los almuerzos para llevar, los cuales se consumen al menos tres veces por semana (Abril, 2022).

Un producto sustituto para el empaque de poliestireno tiene un precio promedio en el mercado de USD 0,17; los resultados de la disponibilidad a pagar (DAP) de los estudiantes por la sustitución de los envases de poliestireno por productos biodegradables es de USD 0,03 cuando se conocen los efectos ambientales de dichos productos y se duplica cuando hay conciencia de los efectos en la salud (Abril, 2022). Por lo tanto, los estudiantes no estarían dispuestos a pagar el precio real de los productos sustitutos con el objetivo de prevenir los impactos ambientales o de salud de los envases del poliestireno y si se quisiera implementar un cambio, debería buscarse la manera de financiar el valor diferencial (USD 0,11) por envase. El estudio determinó que existe una relación inversa entre la frecuencia de visitas a la cafetería y la DAP por la sustitución de

envases no biodegradables por opciones biodegradables reflejando así que quienes más consumen estos productos menos estarían dispuestos a aportar por un cambio, pues consideran que eso afectaría a su presupuesto en el corto plazo, confirmando así que las posibles enfermedades o consecuencias del uso de los productos no son priorizadas al tomar una decisión. Abril (2022) invita a seguir reflexionado sobre la temática y cuantificar los costos que se podrían evitar al realizar un cambio de envases.

A fin de aportar con la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero de la PUCE, Melo (2018) realizó el cálculo de la huella de carbono de la universidad calculando las emisiones directas e indirectas, considerando un enfoque mixto en el que se toma en cuenta al producto y al funcionamiento total de la institución. Esto permitió identificar como fuentes de emisión directa: primero, a la movilidad de autoridades en vehículos de la universidad; segundo, a los equipos requeridos para el mantenimiento de infraestructura y transporte; tercero, a los vehículos empleados para la movilidad de personal y estudiantes del Centro de Investigaciones Yasuní, del Laboratorio de Materiales de Construcción y Suelo, de la Facultad de Biología y de la Dirección de Planta Física y Servicios; cuarto, al consumo de electricidad de los generadores eléctricos de la Dirección de planta física y servicios; como emisiones indirectas por electricidad se consideró el consumo de electricidad del campus matriz, y dentro de las emisiones indirectas generadas

por la institución, se consideraron la movilidad nacional e internacional aérea de funcionarios, la cantidad de papel utilizado en la institución y los tanques de gas doméstico utilizados por la Dirección de Adquisiciones y Control de activos, el Diserlab y el CESAQ (Melo, 2018). Los datos obtenidos fueron multiplicados por los factores de emisión identificados, y con un dato agregado de incertidumbre del +/- 7 %, se determinó que la sede Quito de la PUCE emitió, en el año 2016, 7343.97 tCO₂eq; y que las actividades que aportan con el 80 % de emisiones de CO₂eq son el papel (75,09 %) y el consumo energético (13,54 %) (Melo, 2018).

Como medidas de mitigación de las emisiones, Melo (2018) planteó terrazas verdes y campañas de reforestación. Entre las medidas de reducción se refieren: usar el papel doble lado; reutilización, reciclaje y disminución del consumo de papel; apagar y desconectar los equipos que no se utilizan; optimizar el uso de equipos electrónicos; aprovechar la luz natural apagando las luces; sustituir luces incandescentes por luces de bajo consumo; utilizar interruptores separados; incorporar aparatos de bajo consumo eléctrico; fomentar el uso de transporte alternativo; definir convenios con las empresas que realizan recorridos para los estudiantes; promover el vehículo compartido; usar aerolíneas amigables con el medio ambiente; mantener y renovar vehículo; cargar combustible en gasolineras cercanas; dar mantenimiento y renovación de generadores e incentivar el menú con comidas frías (Melo, 2018).

Huella hídrica de los miembros de la comunidad universitaria

Con respecto al tema de agua, Mancheno (2020) refiere que Ecuador es uno de los países con mayores reservas de agua dulce a nivel mundial y que posiblemente esta sensación de disponibilidad genera que un ecuatoriano en promedio gaste 249 litros de agua potable para consumo doméstico por día, 100 litros (40 %) sobre lo que sugiere la Organización Mundial de la Salud (OMS) para satisfacer las necesidades de higiene y consumo. A fin de poder determinar el agua que se consume y contamina y dónde esto se produce, ha surgido, a nivel mundial, un indicador conocido como Huella Hídrica (HH). La *Water Footprint Network*, instancia que se encarga de determinar la metodología para su cálculo, estimó que en Ecuador la HH per cápita es de 2007 m³/año lo cual es un 69 % superior al promedio de la región latinoamericana (Vázquez & Buenfil, 2012 en Mancheno, 2020). Siguiendo este protocolo de análisis y, dado que según datos del departamento administrativo con respecto al consumo de energía eléctrica y agua potable, se pudo apreciar un marcado incremento del 24,8 % en el consumo de energía durante el periodo 2012-2016 y del 61,6 % en el consumo de agua para el mismo periodo (Cabascango, 2019). Mancheno (2020) calculó el comportamiento de la HH a nivel de la comunidad universitaria determinando, además, cuáles son las variables socioeconómicas que inciden en el consumo.

El levantamiento de información para el cálculo de la HH fue realizado a 416 alumnos, 86 docentes y 53 miembros del personal administrativo, a quienes se consultó sobre sus hábitos de consumo a fin de inferir el consumo directo del agua (uso y contaminación) e indirecto (volumen total de agua dulce que se utiliza para producir los bienes y servicios usados por cada persona) (Mancheno, 2020). Los resultados revelaron que el 46 % de los encuestados se lavan sus manos de 3 a 4 veces diarias, el 60 % lava su ropa 1 a 2 veces por semana, el 31 % riega su jardín de 1 a 2 veces por semana; con respecto al consumo de agua y alimentos diarios, el 53 % de los encuestados toman de 2 a 3 litros de agua diaria, el 83 % de los encuestados consumen de 1 a 2 porciones de cárnicos al día, lo que implica una demanda de 742.1 m³/año de agua para su producción y, en relación al consumo de cereales, la mayoría (58 %) consume de 2 a 3 porciones diarias, para lo cual requieren 843.5 m³/año de agua para su producción (Mancheno, 2020). Con estos elementos Mancheno (2020) estimó que la huella hídrica personal de la comunidad universitaria es de 858.5 m³/per cápita/año, valor que es menor a la media mundial, es interesante apreciar que los estudiantes tienen la HH en promedio inferior (825.8 m³/per cápita/año) a la de los docentes (1003 m³/per cápita/año promedio).

Adicionalmente, se determinaron los factores que inciden en la HH. El ingreso familiar tiene relación: a mayor ingreso mayor consumo de agua; el nivel de educación no fue significativo, excepto cuando la persona contaba con un cuarto

nivel de formación; un niño adicional en un hogar se asoció con un aumento en el consumo de agua al año; y, las personas de “sexo femenino tienen un consumo promedio menor en 75.62 metros cúbicos de agua al año, respecto a las personas de sexo masculino” (Mancheno, 2020, pág. 55). A partir de estos resultados se ofrecieron sugerencias para modificar el comportamiento de los miembros de la comunidad universitaria con relación al consumo de agua. A nivel de hogares se sugirió reducir el uso de agua durante el cepillado de dientes, uso de inodoros y duchas ahorradores de agua; disminuir el tiempo de uso de la ducha y la sustitución de los productos cuyo consumo genera una mayor HH.

Afectaciones por el ruido, un tema por priorizar

El tema de ruido no fue priorizado como uno de los aspectos en los que el proyecto PUCE Viva debía enfocarse. Sin embargo, “en la actualidad, la contaminación acústica es un grave problema ambiental y suele citarse como uno de los principales riesgos ambientales para la salud en todos los grupos de edad y sociales, y una carga adicional para la salud pública” (Naciones Unidas, 2022, pág. 8). La Organización Mundial de la Salud (OMS) determinó, a partir de un estudio en Europa, que el ruido genera consecuencias para la salud, tales como “efectos cardiovasculares y metabólicos; deterioro cognitivo; efectos en el sueño; hipoacusia y acúfenos; efectos adversos en el momento del parto; y efectos en

la calidad de vida, la salud mental y el bienestar” (Naciones Unidas, 2022, p. 9).

Una investigación realizada en la Unión Europea (UE) revela que al menos el 20 % de los ciudadanos se exponen a niveles altos de ruido proveniente del tráfico rodado; la contaminación acústica provoca cerca de 12.000 muertes prematuras cada año y 48.000 nuevos casos de cardiopatía isquémica en la UE, llegando a afectar a uno de cada cinco ciudadanos (European Environment Agency, 2020). En Canadá, una investigación reveló que la exposición al ruido “elevó el riesgo de sufrir un infarto agudo de miocardio e insuficiencia cardíaca congestiva, además de aumentar la incidencia de diabetes mellitus en un 8 % y la de hipertensión en un 2 %” (Shin, 2020). En Corea, se determinó que, al incrementar un decibelio en la exposición a ruido diurno, las enfermedades cardiovasculares y cerebrovasculares aumentan entre un 0,17 y un 0,66 % (Oh, 2019). El volumen, la intensidad y la frecuencia del ruido determinan el deterioro de la salud de las personas, producto de los efectos físicos y psicológicos. Dado que los efectos en la salud de las personas no son uniformes, estudios complementarios son necesarios, y mucho más en el ámbito universitario.

El campus Quito de la PUCE está expuesto en promedio a 75 dB(A) de ruido producido por fuentes vehiculares, el cual es un nivel equivalente al sonido que produce una sirena policíaca.

Dado que la Organización Mundial de la Salud (OMS) sugiere que el nivel de ruido para sesiones de enseñanza debería ser inferior a 35 dB(A), Enríquez (2022) estudió los efectos que el ruido por tráfico rodado produce sobre el bienestar de los estudiantes y cuál sería el monto que ellos aportarían para mitigar el ruido ambiental. El 90 % de los estudiantes tiene la percepción de que el ruido en las inmediaciones de la universidad es alto, el 11,5 % considera que su estado de salud está relacionado a su exposición al ruido por tráfico rodado y el 37 % considera que es un problema que está incidiendo en su desempeño académico (Enríquez, 2022). “Más del 90 % de estudiantes de la PUCE es perturbado por el ruido de tráfico rodado, provocándoles impedimentos a la hora de llevar a cabo actividades como descansar, estudiar, hablar y resolver problemas” (Enríquez, 2022, p. 29). El 62 % de estudiantes considera que la fuente principal de ruido es el tráfico vehicular; 20,7 % proviene de reparaciones de infraestructura; 9,2 % se produce por las actividades comerciales e industriales; y, 8,05 % de los eventos y conciertos a alto volumen (Enríquez, 2022).

Se les consultó a los estudiantes si estuvieran dispuestos a aportar para reducir a 40 dB(A) el ruido por tráfico rodado en las inmediaciones de la universidad, un nivel equivalente al ruido de una biblioteca tranquila. Planteando como vehículo de pago un estipendio arancelario en la matrícula de los estudiantes, se definió una

respuesta protesta con un pago de cero legítimo en un 57 % de los estudiantes; el 43 % que sí estaban dispuestos a pagar a favor de mitigar el ruido por tráfico rodado estableció una DAP de USD 7,37 semestrales para disminuir la contaminación acústica por tráfico vehicular en las inmediaciones de la universidad. Según el sistema IGNATIUS, en el campus Quito se cuentan con 13.005 estudiantes (PUCE, 2022), y si se recaudara el monto establecido en la investigación de Enríquez (2022) de manera voluntaria, la universidad podría contar con un presupuesto cercano a los USD 41.214 semestrales para implementar acciones que reduzcan el ruido en el campus e incrementen el bienestar de los estudiantes. Esto debería realizarse, según informaron quienes fueron consultados, en un marco de transparencia del gasto de manera que genere confianza por el destino de los recursos.

Conclusiones

El concepto de sostenibilidad ha permeado en las universidades, estas han ido reconociendo los impactos socioambientales que generan y la necesidad de incorporar la práctica de sostenibilidad en sus funciones sustantivas. Es importante resaltar el compromiso que han asumido las universidades para formar profesionales en sostenibilidad no solo desde la teoría, sino desde la práctica y, a partir de ello, promover cambios de hábitos, adecuar

físicamente sus campus para mejorar las condiciones ambientales en las que se realizan las actividades y planificar, diseñar, experimentar y crear soluciones innovadoras que promuevan prácticas amigables con el ambiente.

La PUCE ha dado un paso adicional en este camino y para generar un impacto positivo en la vida de las personas ha optado por certificarse como una universidad Laudato Si'. Esto ha generado avances a nivel de docencia, de vinculación con la sociedad y de investigación. Las investigaciones que fueron consideradas para este capítulo permiten comprender la relación entre los componentes del entorno físico y el educativo; generar un primer diagnóstico de la situación de sostenibilidad en el campus y los esfuerzos que se han hecho para impulsar la adaptación de la PUCE al nuevo modelo de sostenibilidad. Los trabajos se han enfocado en la producción y manejo de desechos, consumo de agua, energía y contaminación auditiva.

Iniciativas como: Universidad Sostenible, Campus Sostenible, Living Lab y los rankings internacionales enfocados en la sostenibilidad, a los cuales las universidades pueden adscribirse, buscan que las instituciones procuren un entorno seguro, saludable y con calidad ambiental para los miembros de su comunidad, pues, la contaminación, degradación ambiental y pérdida de recursos naturales son aspectos que inciden sobre la comunidad.

El manejo de desechos es uno

de los temas más explorados en las investigaciones identificadas. La institución debe conocer y reconocer las ventajas de tener prácticas sostenibles. La inversión en adaptación y renovación de infraestructura se puede compensar cuando se evalúan los beneficios económicos que pueden generarse y los costos futuros que se evitarán. Es necesario dimensionar la incidencia que esto tiene a nivel de imagen institucional y la empatía que puede lograrse entre los miembros de una comunidad que cada vez más, demanda acciones que procuren la sostenibilidad y que las instituciones cumplan con estándares internacionales vinculados a ello.

Conocer las necesidades e intereses de las personas permite compaginar los requerimientos de los individuos con los de la organización. A partir de una comprensión de que todos los actores involucrados pueden ganar si se implementan prácticas de sostenibilidad, se puede converger hacia un modelo que procure un cambio de paradigma en el uso y gestión de los recursos no solo dentro de las instalaciones de las universidades, sino que esto se expanda a su círculo cercano y por ende tenga mayor impacto en la sociedad.

Bibliografía

Abril, A. (2022). *Factores determinantes de la disposición al pago por la sustitución del uso de envases de poliestireno en el expendio de alimentos. Caso de estudio Pontificia Universidad Católica del Ecuador, 2022*. Quito: Pontificia Universidad Católica del Ecuador.

Alshuwaikhat, H., & Abubakar, I. (2008). *An integrated approach to achieving campus sustainability: assessment of the current campus environmental management practices*. Journal of Cleaner Production, 1777-1785.

BID. (2020, 22 de mayo). Banco Interamericano de Desarrollo. *Gestión de la salud ambiental en las zonas urbanas: aire, agua, edificaciones, cambio climático, inactividad física*. Recuperado de <https://blogs.iadb.org/ciudades-sostenibles/es/gestion-urbana-salud-ambiental-humanacalidad-medio-ambiente-aire-agua-edificacion-cambio-climatico-ciudadbarrio-vivienda-pandemia/>

Cabascango, E. (2019). *Proyecto de comunicación para la implementación del Programa PUCE VIVA: campus sostenible y participativo*. Quito: Pontificia Universidad Católica del Ecuador.

Cabrera, L., & Uribe, H. (2020). *Implementación de "Campus sostenible": prácticas ambientales positivas en una universidad de Colombia*. Educación Superior y Sociedad, 32, 251-277.

Cárdenas, J. M. (2014). *Incorporación de la perspectiva ambiental en las universidades peruanas. Reporte sobre el compromiso ambiental de las universidades*. Lima: Red ambiental interuniversitaria. Interuniversia Perú.

Castro, R., & Jabbour, C. (2013). *Evaluating sustainability of an Indian university*. Journal of Cleaner Production, 54-58.

CEPAL. (2023). *Acerca de Desarrollo Sostenible*. Recuperado de <https://www.cepal.org/es/temas/desarrollo-sostenible/acercadesarrollo-sostenible>

Cipriani, I. (2023, 4 de abril). *Proyecto PUCE Viva*. (M. Barrionuevo, Entrevistador).

Enríquez, J. P. (2022). *Valoración económica del ruido de tráfico rodado: estudio del caso Pontificia Universidad Católica del Ecuador, sede Quito. Año 2022*. Quito: Pontificia Universidad Católica del Ecuador.

European Environment Agency. (2020). *Environmental noise in Europe, 2020*. Recuperado de Publications Office of the European Union: <https://data.europa.eu/doi/10.2800/686249>

Evans, J., Jones, R., Karvonen, A., Millard, L., & Wender, J. (2015). *Living labs and co-production: university campuses as platforms for sustainability science*. ScienceDirect, 1-6.

García, G., & Macías, C. (2008). *Peligros toxicológicos de los envases plásticos*. Temas de Higiene de los Alimentos, 145-160.

González, É., & Gutiérrez, E. (2010). *De las teorías del desarrollo al desarrollo sustentable: construcción de un enfoque multidisciplinario*. México: Siglo XXI - Universidad Autónoma de Nuevo León.

Iglesia Católica. Papa (2015). *Laudato Si': Carta encíclica del Sumo Pontífice Francisco: a los obispos, a los presbíteros y a los diáconos, a las personas consagradas y a todos los fieles laicos sobre el cuidado de la casa común*. Lima: Paulinas.

Ihobe. (2012). *Guía metodológica para la aplicación de la norma UNE-ISO 14064-1:2006 para el desarrollo de inventarios de Gases de Efecto Invernadero en organizaciones*. Bilbao: IHOBE S.A.

Institute for the Future Education. (2021, 29 de noviembre). *Institute for the Future Education. Tecnológico de Monterrey. ¿Qué es un Living Lab?* Recuperado de <https://observatorio.tec.mx/edu-news/que-es-un-living-lab>

Jabbour, C., Sarkis, J., Sousa, A., & Govindan, K. (2013). Understanding the process of greening of Brazilian business schools. *Journal of Cleaner Production*, 25-35.

Jesuitas. (2020, 13 de febrero). Conferencia de Provinciales en América Latina y el Caribe. *Mapa de la Red Global de Universidades Jesuitas*. Recuperado de <https://jesuitas.lat/noticias/15-nivel-2/4926-mapa-de-la-red-global-de-universidades-jesuitas>

Mancheno, A. (2020). *Estimación de la huella hídrica personal y sus implicaciones socioeconómicas en la Pontificia Universidad Católica del Ecuador sede Quito año 2019*. Quito: Pontificia Universidad Católica del Ecuador .

Martín, A. (2019). *Living Lab: campus universitario catalizador de innovación sostenible*. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid.

Melo, P. (2018). *Medidas de reducción y mitigación de la huella de carbono en la Pontificia Universidad Católica del Ecuador matriz Quito*. Quito: Pontificia Universidad Católica del Ecuador.

Mora, W. (2007). Respuesta de la Universidad a los problemas socioambientales: la ambientalización del currículo en la educación superior. *Investigación en la Escuela*, 65-76.

Naciones Unidas. (2022). *Fronteras 2022: ruido, llamas y desequilibrios: temas emergentes de preocupación ambiental*. New York: Naciones Unidas.

Oh, M. S. (2019). *Influence of noise exposure on cardiocerebrovascular disease in Korea*. *Science of The Total Environment*, 1867-1876.

Organización Mundial de la Salud (OMS). (2016, 15 de marzo). *Cada año mueren 12,6 millones de personas a causa de la insalubridad del medio ambiente*. Recuperado de <https://www.who.int/es/news-room/detail/15-03-2016-an-estimated-12-6-million-deaths-each-year-are-attributable-to-unhealthy-environments>

ONU. (2022). Departamento de Asuntos Económicos y Sociales. *Más de la mitad de la población vive en áreas urbanas y seguirá creciendo*. Recuperado de <https://www.un.org/es/desa/world-urbanization-prospects-2014>

Parrada, A. M., & Trujillo, H. (2015). *Universidad y sostenibilidad: una aproximación teórica para su implementación*. AD-minister, 26.

Pérez, J. (2017). Identificación y evaluación de impactos ambientales en el Campus Ciudad Universitaria, Universidad Autónoma del Estado de México, Cerro de Coatepec, Toluca México. *Acta Universitaria*, 36-56.

Pérez, J. (2020). *Impactos ambientales en el campus Colón: Universidad Autónoma del Estado de México*. PRODUCCIÓN + LIMPIA, 15, 109-124.

Peters, G. (2010). Carbon footprints and embodied carbon at multiple scales. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 2(4), 245-250.

PUCE. (2016). *Plan de Manejo Ambiental*. Quito: Dirección de Seguridad y Salud Ocupacional. Pontificia Universidad Católica del Ecuador.

PUCE. (2019). *Estatuto de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador*. Quito: Pontificia Universidad Católica del Ecuador.

PUCE. (2020). Proyecto Académico. Quito: Pontificia Universidad Católica del Ecuador.

PUCE. (2021). *Perfil del colaborador PUCE. Competencia de la Cultura Organizacional*. Quito: Pontificia Universidad Católica del Ecuador.

PUCE. (2022, 30 de mayo). *IGNATIUS*. Recuperado de <https://puceeduc.sharepoint.com/sites/ignatius/Paginas/Estudiantes.aspx>

PUCE. (2022, diciembre). *IGNATIUS Sistema de información y estadísticas*. Recuperado de <https://puceeduc.sharepoint.com/sites/ignatius/Paginas/Administrativos.aspx>

Romero, F. (2019). *Análisis de la gestión de residuos en la Pontificia Universidad Católica del Ecuador con sede en Quito como insumo para el ingreso en el ranking Green Metric*. Quito: Pontificia Universidad Católica del Ecuador.

Ruiz, A. (2019). *Desarrollo de la auditoría ambiental de cumplimiento de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, sede Quito, para el periodo 2016-2018*. Quito: Pontificia Universidad Católica del Ecuador.

Scimago. (2023, 15 de abril). *Scimago Institutions Ranking*. Recuperado de <https://www.scimagoir.com/rankings.php?sector=Higher+educ.&country=ECU>

Shin, S. B. (2020). Association Between Road Traffic Noise and Incidence of Diabetes Mellitus and Hypertension in Toronto, Canada: A Population Based Cohort Study. *Journal of the American Heart Association*.

Solano, D. (2019). *Construcción de línea base para el tratamiento de desechos sólidos, generados por los usuarios de las cafeterías de*

la Pontificia Universidad Católica del Ecuador sede Quito, año 2019. Quito: Pontificia Universidad Católica del Ecuador.

Spíritu, F. (2023, 03 de abril). *Aulas virtuales PUCE CEV*. (M. Barrionuevo, Entrevistador).

ULSF. (2023). *Asociación de Líderes de Universidades para un Futuro Sostenible - Tufts University*. Recuperado de Declaración de Talloires. Sobre las responsabilidades cívicas sociales y las funciones cívicas de la educación: <https://talloiresnetwork.tufts.edu/>

Vallaey, F. (2008). *Universidad Rafael Landívar*. Recuperado de *¿Qué es la Responsabilidad Social Universitaria?*: http://www.url.edu.gt/PortalURL/Archivos/09/Archivos/Responsabilidad_Social_Universitaria.pdf

Vázquez, R., & Buenfil, M. (2012). *Huella hídrica de América Latina: retos y oportunidades*. Aqua-LAC, 41-48.

Velázquez, L., Munguia, N., Platt, A., & Taddei, J. (2006). *Sustainable university: what can be the matter?* *Journal of Cleaner Production*, 810-819.

El agua en el ámbito universitario, una mirada desde la ecología integral

Jackeline Contreras Díaz ¹²

Introducción

La demanda de agua dulce para el año 2050 se incrementará en un 20 a 30 %, debido, principalmente, al sector industrial y doméstico, según el Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos (UNESCO 2019:1). Sin embargo, la reserva del agua en el mundo se estima que es 1,386 millones de km³, de estos el 97.5 % es agua salada, el 2.5 %, es agua dulce, de esta, casi el 70 % no está disponible para consumo humano debido a que se encuentra en forma de glaciares, nieve o hielo (Huberyana, 2019, p. 8). De acuerdo con CEPAL, en América Latina y el Caribe (ALC) existe una abundancia relativa de agua, la región concentra un tercio de los recursos hídricos mundiales, sin embargo, existe una distribución heterogénea y la demanda es creciente, ya que el 80 % de la población vive en las ciudades (CEPAL, 2019). Sin embargo, ALC, es la región donde menos del 25 % del agua residual se trata, lo que significa que para el 2050 sufrirá escasez del recurso, como ya ocurre en algunos países (Casma, 2015). En el Ecuador, solo el 10 % del agua residual se trata, por lo que el 90 % del agua residual se descarga en fuentes de aguas dulces, específicamente en Quito este porcentaje se reduce al 2 % (Sánchez, 2014).

A pesar de que, la Constitución de la República del Ecuador, reconoce como derecho humano al agua como esencial para la vida (art. 12), este recurso está desigualmente distribuido. El 1 % de los beneficiarios de concesiones concentra el 64 % del agua, mientras que el 86 % de los mismos dispone tan solo del 13 % del agua (JAAPRE, 2009). Además, los beneficiarios que más concesiones tienen disponen de 50 litros de caudal más por segundo en comparación a los que menos concesiones disponen (OCMAL, 2015). Adicionalmente, de acuerdo con datos de la ENEMDU hasta el 2016, la población ecuatoriana que pertenece al quintil 1 y que se identifica como indígena está por abajo 16 puntos del manejo básico de saneamiento del promedio nacional. El 30 % de la población indígena no posee servicio higiénico exclusivo. Así mismo, en la población de la Amazonía tres de cada 10 personas no cuentan con insumos para el adecuado lavado de manos y solo el 37,2 % con Agua Segura (INEC, 2018). La realidad ecuatoriana es un ejemplo de la complicada situación que viven las poblaciones y especies de flora y fauna en el mundo por la falta de acceso, distribución y manejo adecuado del agua.

A nivel mundial, debido a la relevancia del agua para la vida se

¹² Doctora en Agroecología. Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Facultad de Economía.
Correo: yjcontreras@puce.edu.ec

han propuesto múltiples eventos y conferencias internacionales tratando de vincular a los países y a las instituciones de la sociedad civil, una ellas la universidad, en la adopción de medidas para su conservación y manejo adecuado, como la Conferencia sobre el Agua (1977); el Decenio Internacional del Agua Potable y del Saneamiento Ambiental (1981-1990); la Conferencia Internacional sobre el agua y el medio ambiente (1992). Los resultados y estudios derivados de estas reuniones han confirmado la urgencia de la conservación del agua y de acuerdos globales entre países. En el mismo sentido se ha pronunciado el Papa Francisco en su Encíclica Laudato Si'.

Este capítulo trata el papel de las universidades en esta problemática e intenta esbozar acciones concretas para utilizar de manera más sostenible el agua. Se propone un marco de referencia para interpretar esta situación con enfoques de la Economía Circular; realizando una simulación del uso del agua en el campus Quito de la PUCE y se espera que genere hitos de estudio y gestión de agua en las universidades.

Acuerdos globales para el agua

La Asamblea General de la ONU adoptó en la Cumbre 2015, la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, en la cual uno de los 17 Objetivos para el desarrollo sostenible (ODS), se dedica al agua. El Objetivo 6 busca garantizar la disponibilidad de agua, su gestión sostenible y el saneamiento para todos. En sus metas 6.3 y 6.6 señalan la reducción de las aguas residuales sin tratar,

aumento del reciclado y reutilización sin riesgos del agua, restauración de los ecosistemas relacionados con el agua que involucra el tratamiento de aguas residuales, reciclado y tecnología de reutilización. Adicionalmente, en el Objetivo 11 se señala que las ciudades y los asentamientos humanos deben ser inclusivos, resilientes y sostenibles, determina en sus metas el aumento de ciudades que utilicen de manera eficiente los recursos, uno de ellos, el agua. Los ODS han generado una serie de compromisos para los distintos estamentos de los gobiernos y de las instituciones privadas entre las que se consideran las universidades.

De manera paralela, en junio de 2015, el Papa Francisco dio a conocer la Encíclica Laudato Si', para el cuidado de la casa común y la adopción de la Ecología Integral, como respuesta a la crisis social, ambiental, económica y cultural. En esta encíclica se releva la urgencia del cuidado y conservación del agua para el mantenimiento de la vida humana y los ecosistemas de la tierra (Papa Francisco, 2015). No solo se trata de disponer de agua para todas las personas, sino que el agua sea de calidad; el Papa Francisco, subraya las consecuencias de esta situación:

Un problema particularmente serio es el de la calidad del agua disponible para los pobres, que provoca muchas muertes todos los días. Entre los pobres son frecuentes enfermedades relacionadas con el agua, incluidas las causadas por microorganismos y

por sustancias químicas. La diarrea y el cólera, que se relacionan con servicios higiénicos y provisión de agua inadecuados, son un factor significativo de sufrimiento y de mortalidad infantil (LS 29).

El Papa enfatiza como la privatización del agua convierte al recurso en una mercancía con leyes de mercado ajenas a un derecho humano; el cual que busca ser “un instrumento fundamentado en la dignidad humana que permite a las personas alcanzar su plena autorrealización” (Hernández, 2010).

El Papa Francisco busca una conversión ecológica; parte del reconocimiento individual del daño causado para volcarse en un cambio personal que se traduzca en formas concretas de pensar y actuar más respetuosas con la creación (*Dicastero per la Comunicazione*, 2016). Este cambio surgirá a partir de un cambio personal y comunitario; de tal modo que el cambio sea duradero (Laudato Si', citado por Branden, 2021). Todas las personas y grupos sociales están llamados a ser parte de esta conversión.

La universidad es una comunidad que debe propiciar una “cultura de encuentro” convertirse en una universidad “en salida”, que enfatice en el quehacer responsable en la sociedad actual (Baeza, 2021). Este quehacer sin duda enfrenta a la comunidad universitaria a disyuntivas en la gestión del campus universitario y en los ámbitos de trabajo de los futuros profesionales; además de gestionar los

estudios de Impacto Ambiental como insumos indispensables para emprender una nueva iniciativa ambiental.

En toda discusión acerca de un emprendimiento, una serie de preguntas deberían plantearse en orden a discernir si aportará a un verdadero desarrollo integral: ¿Para qué? ¿Por qué? ¿Dónde? ¿Cuándo? ¿De qué manera? ¿Para quién? ¿Cuáles son los riesgos? ¿A qué costo? ¿Quién paga los costos y cómo lo hará? En este examen hay cuestiones que deben tener prioridad.

En suma, el agua, es un buen ejemplo de la interconexión y de la necesidad de plantearse este tipo de preguntas en relación con los distintos espacios de su uso; siendo uno de ellos las universidades.

Las universidades y el agua

En el marco de los compromisos asumidos por los Estados a propósito de los ODS, las universidades tienen un rol específico a través de sus funciones sustantivas. De acuerdo con la Red de Soluciones de Desarrollo Sostenible (SDNS, por sus siglas en inglés) propone una guía que trata los ODS y su relación con las IES. Se mencionan cuatro funciones principales que se incluyen en la Tabla 1.

Dentro de estas funciones sustantivas las universidades han desarrollado una serie de iniciativas a nivel mundial para apostar a un papel innovador. Esto ha sido consolidado en iniciativas de redes como la Alianza Mundial de Universidades

Tabla 1
Funciones sustantivas de la IES

Función Sustantiva	Descripción del quehacer de las IES
Gestión institucional, prácticas y cultura ambiental de la universidad.	Crear estrategias, políticas, planes e indicadores para incorporar los ODS, con evaluación permanente de la docencia, la investigación, la extensión y vinculación, para favorecer la mejora institucional.
Educación-aprendizaje	Brindar educación basada en competencias para empoderar a los jóvenes y brindar herramientas para su desempeño profesional. Además, capacita a docentes cubran las necesidades de la sociedad, con el propósito de dar solución a problemas reales.
Investigación	Investigar de manera inter y transdisciplinaria. Realizar innovación tecnológica y de conocimiento. Crear redes de trabajo, entre otras, con el propósito de cumplir con los ODS a través de soluciones en relación con la sociedad y la sustentabilidad.
Liderazgo social	Establecer un diálogo intersectorial para lograr un objetivo final, en el que se desarrolle un compromiso y colaboración entre la sociedad y la universidad. En este sentido, se busca que las IES que consideren tomar en cuenta esta función, sean un ejemplo para las demás instituciones.

Fuente: Red de Soluciones para el Desarrollo Sostenible. (2017). García-Arce, J. G., Pérez-Ramírez, C. A., & Gutiérrez Barba, B. E. (2021).

donde los centros de formación superior han propuesto iniciativas de sostenibilidad. Una de las iniciativas más grandes, donde 65 universidades de 10 países latinoamericanos participaron, fue el proyecto RISU; donde se evaluaron políticas de sustentabilidad. Uno de los objetivos de la investigación fue definir un marco de análisis para la evaluación de las políticas de sostenibilidad y responsabilidad social en las universidades latinoamericanas.

Otro objetivo buscó potenciar la sostenibilidad y la responsabilidad social en las universidades latinoamericanas por medio de una propuesta de estrategia regional de acciones de mejora (RISU, 2015, p. 15).

La información en el RISU fue recopilada a través de un cuestionario con 114 indicadores distribuidos en 11 temáticas o dimensiones de la posible aplicación de la sostenibilidad en

universidades. Una de las dimensiones es el agua, cuyo alcance es evaluar las actuaciones de ahorro y eficiencia en la gestión del agua, tanto en edificios como en jardines y zonas verdes del campus con el objetivo de conservación de agua (Benayas et al., 2014).

Otras universidades han aplicado criterios de sostenibilidad para cumplir metas señaladas en el marco de distintos rankings. Algunos de los rankings más reconocidos a nivel mundial son *The College Sustainability Report Card*, *Green League*, *International Sustainable Campus Network*, *Green Metrics* y *STARS*. En todos los rankings señalados se encuentra, la conservación del agua como una categoría de evaluación central para conseguir un campus sostenible.

Las plantas de tratamiento de las aguas residuales, a través de procesos físicos, químicos y biológicos, para reutilizar el agua en el riego de jardines, para devolver el recurso en condiciones adecuadas, para no afectar la flora y fauna de cursos de ríos, han sido parte de las opciones que las universidades han realizado. Estos procesos que conllevan cambios en la infraestructura se han complementado con la instalación de lavamanos e inodoros que reducen el consumo del agua en el campus. Esta gestión ha sido llevada a la par con procesos de creación de normativa institucional, de incentivo y control, implementados a través de planes anuales de mejoramiento continuo (Bonfil, Cueva, 2016).

En noviembre de 2021, se firmó el acuerdo para ser universidad Laudato Si', propuesta por el Papa Francisco, que compromete a las universidades en conformar un equipo que realice un plan de trabajo y que lleve a cabo las 7 metas Laudato Si', que son: responder al clamor de la tierra; responder al clamor de los pobres; economía ecológica; adopción de estilos de vida sostenibles; educación ecológica; espiritualidad ecológica y resiliencia y el empoderamiento de la comunidad (AUSJAL,2021).

En las metas señaladas el agua tiene un papel preponderante y transversal; cuidar la calidad del agua para todos en igualdad de condiciones es también una necesidad urgente. El agua necesita ser considerada en su uso como un recurso que permita recuperación de acuerdo con los ritmos cíclicos de la naturaleza y no utilizarla desde una perspectiva que la identifica como mercancía. Los indicadores que se utilicen no deben ser solo económicos sino también físicos.

De manera complementaria, las metas señaladas no pueden cumplirse sin decisiones de cambio individual que conformen estilos de vida sostenibles, en el marco de una espiritualidad que recupere incluso el significado simbólico del agua y su cuidado. Finalmente, los cambios individuales deben tener un alcance comunitario, con incidencia central en la educación. El rol de las universidades es esencial, sobre todo en el manejo del agua en sus campus y a través de sus funciones sustantivas.

Tabla 2*Competencias de Estudiantes de una Universidad Laudato Si'*

Tipo de Competencia	Un/a graduado/a de una Universidad Laudato Si'
Cognitivas	Sabe qué es el desarrollo humano integral y reconoce qué estilos de vida son sostenibles a través de las funciones sustantivas de Docencia, investigación y vinculación y la generación de conocimiento científico de una manera transversal aplicado en su formación como agente de cambio.
Técnicas	Sabe identificar los problemas ambientales y ecológicos, e identificar posibles acciones para disminuir impactos ambientales negativos desde una determinada área del saber; a través de la generación o utilización de instrumentos e indicadores cualitativos y cuantitativos de medición y valoración; para actuar, desde su área del saber y profesional, con compromiso y responsabilidad en el cuidado de la casa común.
Sociales	Es capaz de discernir, argumentar y valorar el respeto por la persona humana y por el medio ambiente; a través de un currículum integrado que se plasme en actividades concretas de investigación, vinculación y extensión universitaria; para formar personas responsables, comprometidas con los demás y con el medio ambiente.
Axiológicas	Es comprometido y solidario con el desarrollo integral, con la equidad y el ambiente mediante una formación en valores. Tiene conocimiento de las problemáticas sociales a través de la investigación, la vinculación y la integración de la Fe y el saber para así superar el individualismo y proyectarse como un sujeto sensible a la transformación social basada en el cuidado del otro y del ambiente.

Fuente: Acta de Conclusión de la Red de Universidades Católicas RUC, octubre, 2022. Quito, Ecuador.

La reunión de rectores de las universidades miembros de la Red de universidades Católicas determinó las competencias de un estudiante de una universidad Laudato Si', las competencias señaladas en la Tabla 2 determinan un modelo de persona que no solo es sensible al medio ambiente, sino que está comprometido con su quehacer como persona y como profesional en el cuidado de la "casa común".

Para el caso del agua la competencia cognitiva obliga a que se generen estudios en los que se ponga como objetivo conocer sobre la conservación, manejo eficiente y reutilización del agua. De manera que este saber nuevo permita concretar actividades para un quehacer individual y comunitario, como se señala en las otras competencias. La operatividad de las competencias está en construcción en una de las Universidades Laudato Si'; sin embargo, el alcance de la

propuesta se concentra en los campus universitarios y se despliega a la sociedad en su conjunto; cualquier iniciativa debería fincarse en un diagnóstico *in situ* de la situación. De ahí que a continuación se revisan investigaciones sobre cómo las universidades han generado conocimiento para el manejo eficiente y reutilización del agua.

En algunas universidades se han realizado estudios sobre la estimación de la demanda del recurso y a partir de los resultados, gestionar de manera eficiente el uso del agua. Este es el caso de la Universidad Tecnológica de Pereira, donde se aplicó un método mixto para realizar esta estimación; se entrevistó a usuarios del agua; se colocaron medidores volumétricos para medir el consumo del agua; se obtuvo el consumo por usuario y se construyeron indicadores. Los resultados revelaron un consumo del líquido superior al establecido en la norma colombiana para establecimientos educativos; además demostraron que el principal determinante del consumo es el número de estudiantes; y el segundo, el uso de agua es en los laboratorios (Manco-Silva et al., 2017).

En universidades como las cubanas debido a que la mayor parte de estudiantes son becados que viven en el campus universitario; se ha dado más importancia al tratamiento de las aguas residuales. En efecto la descarga es menor. Este es el caso de la Universidad de Oriente, en la que se probó diferentes métodos para tratar las aguas residuales; los resultados señalaron que luego del

tratamiento las aguas que se vierten en las fuentes además mejoraron en aspecto y calidad (Grillet et al., 2016).

Otras experiencias han buscado utilizar el agua lluvia como una fuente de abastecimiento para el uso en las letrinas, de esta manera reducir el consumo del agua. La investigación partió de la evaluación de la oferta y demanda del agua para después plantear el proyecto que incluyó la construcción de infraestructura para la gestión del agua lluvia en las letrinas (Chacón et al., 2023).

Los estudios revisados señalan las distintas aristas que se pueden proponer para operacionalizar el uso eficiente del agua en los campus universitarios con un enfoque de circularidad; el factor común en los casos presentados fue el diagnóstico de la situación. En los próximos acápite se propone tratar la situación de la PUCE Sede Quito de manera general.

Agua en la PUCE Sede Quito

En el PEDI de la PUCE vigente, 2021-2025, se resalta el respeto a los derechos del ser humano y de la naturaleza; además señala al factor ecológico como un quehacer para el próximo quinquenio; reconociendo el rol de las universidades miembros de la AUSJAL, en el cuidado ambiental.

De ahí que surja la necesidad de tener una referencia general sobre la problemática ambiental en la PUCE

y del agua en específico. Años antes se realizaron iniciativas como PUCE VIVA, estudios realizados como tesis, por los estudiantes, y la formación Transversalización de los ODS en la PUCE-Q (Geografía y Trabajo Social) (Mayorga, 2020). Sin embargo, al no existir un eje común de acogida, muchas de esas no han logrado sobrevivir en el tiempo, ni existe un registro y monitoreo en el mediano plazo de la sostenibilidad. En todas ellas, el manejo eficiente y conservación del agua han estado mencionadas, pero en ninguna se ha desarrollado de manera específica. De ahí que con el afán de presentar una aproximación a la problemática del agua en la PUCE Quito, se realizó una estimación de su consumo desde el enfoque de Economía Circular.

La Economía Circular es un nuevo paradigma que busca el aprovechamiento sostenible y eficiente de recursos en el largo plazo; a través de convertir los residuos en recursos, reintroducir productos, reusar ciertos residuos para elaborar nuevos productos, restaurar el daño causado en el entorno, entre otros fines. Con relación al agua, las mayores oportunidades para desarrollar estos propósitos están en el uso consuntivo del agua que se enfoca en evitar la reducción del stock del recurso a través de que las aguas residuales se transformen, después

de un tratamiento y regeneración en un recurso útil para otros fines (Chafla, 2020).

Por lo mencionado, es imperativo buscar alternativas que incrementen el tratamiento del agua residual, lo que permitiría reutilizar el agua y de esta manera reducir el consumo de agua cruda, que es un recurso escaso. La aplicación de los principios de Economía Circular en el caso de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador (PUCE); de manera específica en el tratamiento de las aguas residuales, parte de una descripción de la disponibilidad y acceso del agua para la PUCE, después se realiza una estimación del consumo del agua y finalmente se plantea un modelo de circularidad.

Disponibilidad y acceso del agua en el campus

La PUCE Sede Quito se encuentra en el barrio Mariscal Sucre localizado en el centro del Distrito Metropolitano¹³. De acuerdo con el Plan Especial de la Mariscal 2017, el sector está ubicado a una altitud de 2790m sobre el nivel del mar, está considerado como una centralidad de escala metropolitana porque concentra a hoteles, restaurantes, zonas financieras, comerciales. Además, en ella se encuentran cuatro centros de educación superior, además, de la PUCE.

¹³ “El territorio de DMQ ocupa una depresión estrecha en el valle de la Hoya de Guayllabamba, la misma que presenta una topografía plana, donde se concentra la dinámica social, económica, infraestructura habitacional, industrial y vial” (Secretaría de Seguridad de DMQ, 2015 citado en Plan Especial Mariscal 2017:1).

“El sistema hidrográfico del DMQ está conformado por cuencas hidrográficas que nacen en las estribaciones de los volcanes Atacazo, Illinizas, Pichincha, Cotopaxi, Sincholagua y de las cordilleras Occidentales y Orientales”. La mayoría de las fuentes de agua son afluentes al Río Machángara, San Pedro, Monjas, Cinto, Mindo, Saloya y Blanco. Todos afluentes al Río Guayllabamba, que, a su vez, forma parte de la cuenca alta del Río Esmeraldas que desemboca en el Océano Pacífico. (Secretaría de Seguridad de DMQ, 2015 citado en Plan Especial Mariscal 2017:4)

El sector La Mariscal corresponde al sector más plano y bajo de la ciudad, y, desde su origen, contaba con 4 quebradas, que, paso del tiempo, fueron rellenadas para permitir una urbanización y conformación urbana más uniforme. El mismo estudio diagnóstico señala que el mayor riesgo que presenta el sector son las inundaciones debido a intensas precipitaciones.

Esto contrasta con la limitada capacidad de evacuación que se relaciona con las intervenciones de impermeabilización del suelo y la capacidad de la infraestructura pública para la evacuación de aguas de escorrentía que tienen las alcantarillas y recolectores del agua lluvia. De ahí que el sector se encuentre en la lista de los barrios de Quito más susceptibles a inundaciones (Plan especial, 2017).

Las condiciones físicas del sector en el que está emplazado el campus de la PUCE y los riesgos que presenta son factores adicionales que justifican la aplicación de un modelo circular. Sin embargo, los programas, Proyecto Ambiente PUCE 2005; ECO-PUCE FEUCE 2012; PUCEVIVA 2018, que se han realizado para el manejo ambiental más responsable en el campus se han enfocado principalmente en la reducción, el manejo y la división de residuos sólidos (Romero 2019:24).

La PUCE-Q tiene un área de 71.884 metros cuadrados, conformada por 30 edificios y 409 aulas. Además, funcionan 4 cafeterías y 4 comedores,

95 laboratorios y 9 talleres (Romero, 2019). Utilizan los servicios y el espacio de la PUCE 11.978 estudiantes, 1.693 docentes y 670 administrativos (PUCE, IGNATIUS, 2019), es decir, un total de 14.341 personas conforman la comunidad universitaria permanente, por al menos 10 de los 12 meses del año. El agua que se utiliza en el campus universitario PUCE Sede Quito corresponde al uso urbano del recurso. En este contexto, el modelo circular debería enfocarse a la aplicación de dispositivos ahorradores de agua en las instalaciones sanitarias y al reciclaje y reutilización de aguas residuales (Chafra, 2020).

Estimación del consumo de agua

El servicio de agua potable en la PUCE es provisto por la Empresa de Agua Potable y Alcantarillado de Quito, y es medido únicamente por tres medidores en todo el campus. Por tanto, no se conoce la cantidad específica que cada edificio consume y, menos aún, la cantidad que se consume en cada piso o en cada Facultad. No existe información que permita identificar la cantidad de agua que se consume de manera desagregada en lavamanos e inodoros. Para contar con esta información, se necesitaría ubicar medidores en cada uno de los edificios y, eventualmente, en los espacios que consumen mayor cantidad de recursos, que son los laboratorios. Este registro es indispensable para realizar una valorización real y, a partir de ello, presentar una propuesta ajustada a la realidad.

Sin embargo, con el fin de presentar la potencialidad del modelo circular, se realizará una estimación utilizando la

información disponible que se recopiló a través de entrevistas a colegas docentes que participaron en estudios de la infraestructura de la PUCE; así como docentes investigadoras que llevan adelante proyectos experimentales en la Sede Quito, en el año 2020. A través de un estudio experimental realizado en la Escuela Politécnica Nacional, localizada en la misma área de la PUCE, se presenta la ventaja de recopilar la información *in situ*, bajo un procedimiento que pudo ser replicado, por lo cual la información se obtuvo de manera rigurosa. Los dispensadores de agua en los que fue tomada la información no contaban con ningún implemento ahorrador de agua, lo cual puede ser similar a la PUCE, donde la mayoría de los dispensadores de agua no cuentan con ningún mecanismo de ahorro o de reducción de caudal. Además, la recopilación de la información fue realizada en un día regular sin ningún tipo de advertencia a las personas que utilizaron el lavamanos; por tanto, podríamos asumir que fue una muestra de los comportamientos regulares, que podrían ser similares a los que los estudiantes de la PUCE podrían tener. El estudio fue conducido en el 2018 por el Ingeniero Llumiquinga, docente de la Escuela Politécnica Nacional, quien dirigió el trabajo experimental de grado del estudiante Armando Espín, quien propuso la implementación de un sistema de ahorro de agua en los lavamanos de la Escuela de Tecnólogos de esa institución. En este trabajo se recopiló información del tiempo de lavado de manos de 188 personas en un día, utilizando el caudal promedio que brinda la Empresa de Agua Potable de Quito para el sector.

La estimación de la EPN produjo datos del tiempo de lavado en segundos, y de la cantidad de agua en litros que se gasta. Para la estimación de agua consumida en la PUCE, estos datos fueron agrupados en rangos. El cálculo promedio de agua consumida en lavamanos por cada rango, y su distribución porcentual con relación a los rangos definidos, se aprecia en la Tabla 3.

Consumo de agua en la PUCE

Para estimar la cantidad de agua que se consume en la PUCE en los lavamanos, se consideró exclusivamente al número de estudiantes y al número de docentes: 11.978 estudiantes y 1.693 docentes, que dan un total de 13.671 personas para el 2019 que transitan en la institución, de acuerdo con las estadísticas institucionales oficiales que se mantienen en IGNATIUS, base actualizada de manera permanente por la DAC-PUCE.

Según los experimentos señalados por el blog *Intelligent Hand Dryers* en 2019, las personas podrían, de manera regular, lavarse las manos entre 3 a 5 veces al día; y si se toma en cuenta los días laborables de la semana, serían 20 días al mes que se utiliza esa cantidad de agua al día en el caso de la PUCE. Estos datos son consistentes con el cálculo de Espín (2018) en la EPN. Con este marco de datos, se realizó la estimación que se presenta en la Tabla 4, en la que se aplica la distribución porcentual del tiempo de lavado y consumo de agua que fue observado en la EPN, a toda la población de estudiantes y docentes de la PUCE.

Tabla 3
Estimación de tiempo de lavado de manos EPN

Tiempo de lavado de manos	Número de personas que utilizan ese tiempo para lavarse las manos	Promedio de litros de agua consumida	Porcentaje en relación al total de observaciones
hasta 3	10	0.26	5.32
3,1 a 6	61	0.46	32.45
6,1 a 9	45	0.76	23.94
9,1 a 12	27	1.05	14.36
12,1 a 15	18	1.34	9.57
15,1 a 18	18	1.66	9.57
18,1 a 21	3	2.02	1.6
21,1 a 24	4	2.35	2.13
24,1 y más	2	3.36	1.06
Total	188		100

Fuente: Espín 2018, información tomada en la Escuela Politécnica Nacional.

De acuerdo con la estimación, se utilizarían 12.303 litros en una lavada de manos para las 13.671 personas que transitan en la PUCE. Sin embargo, si consideramos al menos la frecuencia de 4 veces de lavado al día por el número de personas y número de días al mes, se estimaría un total de 1.230 metros cúbicos de agua consumidos al mes, lo que representa la cantidad de líquido que llenaría una piscina de 50m de largo por 25m de ancho y un metro de profundidad. Como se presenta en la Tabla 5. Con el fin de dimensionar lo que significa en términos monetarios esta cantidad del recurso se valoró el consumo a través de las tarifas que cobra la empresa de agua potable de la ciudad de Quito.

De acuerdo con el pliego tarifario de la Empresa de Agua Potable de Quito, revisado y actualizado en el 2019; la tarifa que se cobra a instituciones como la PUCE sería 0,72 USD/m³ que corresponde a un consumo industrial y comercial. De acuerdo con la estimación realizada, el consumo de agua exclusivamente de lavamanos demanda un pago de 885,81 dólares mensuales. Anualmente, si se supone el mismo consumo por 10 meses, debido a que se reduce los meses de vacaciones, 8.858,1 dólares al año se deben desembolsar por el pago de este servicio.

Tabla 4*Estimación de tiempo de lavado de manos PUCE*

Tiempo de lavado de manos segundos	Promedio de litros de agua consumida de acuerdo a rangos determinados EPN	Porcentaje en relación a los rangos determinados EPN	Estimación número de personas en PUCE de acuerdo a tiempo que utilizan para lavado manos	Estimación litros de agua consumida en una lavada de manos personas en la PUCE
hasta 3	0.26	5.32	727	188
3,1 a 6	0.46	32.45	4436	2027
6,1 a 9	0.76	23.94	3272	2487
9,1 a 12	1.05	14.36	1963	2062
12,1 a 15	1.34	9.57	1309	1754
15,1 a 18	1.66	9.57	1309	2173
18,1 a 21	2.02	1.6	218	441
21,1 a 24	2.35	2.13	291	684
24,1 y más	3.36	1.06	145	489
Total		100	13671	12303

Fuente: Espín (2018), información tomada en la Escuela Politécnica Nacional; IGNATIUS, DAC-PUCE (2019). Nota: Elaborado por Jackeline Contreras D.

Tabla 5*Estimación de cantidad consumida agua en la PUCE*

Cantidad	Unidad
12303	Litros de agua consumidos por 13671 personas
61515	Total de litros agua consumidos al día suponiendo 4 lavadas
1230295.5	Total de litros mensuales suponiendo 20 días hábiles
1230.2955	Metros cúbicos/Líquido que llena una piscina de 50 m de largo, 25 de ancho y 1 de profundidad

Elaborado por Jackeline Contreras D.

Propuesta de Modelo de circularidad

De acuerdo con la entrevista a los profesionales encargados de planta física de la PUCE, no se cuenta con una planta de tratamiento de aguas residuales, por lo que toda el agua que se utiliza en lavamanos e inodoros se desecha por el sistema de alcantarillado que, como se señaló en el contexto del sector, por su ubicación, es propenso a inundaciones en épocas de lluvia. De ahí que la aplicación de un modelo circular para el aprovechamiento del agua de los lavamanos en la PUCE es pertinente y deseable, tanto por los aspectos técnicos, como por los económicos; pudiendo contribuir a una reducción del consumo de agua nueva, lo que se reflejaría en el monto empleado en el pago del servicio.

La propuesta de circularidad pretende recopilar el agua de los lavamanos, considerada como aguas grises, que pueden contener sustancias no aptas para el consumo humano, las cuales con un tratamiento sencillo pueden ser utilizadas para el riego (Jiménez, 2011).

El proceso de tratamiento sugerido supondría un tratamiento primario de filtrado y decantación de partículas en suspensión. Posteriormente, se realizaría un tratamiento secundario que busca reducir la materia orgánica presente en las aguas residuales. Uno de los mecanismos aplicados en pequeñas poblaciones son los filtros verdes, utilizando especies vegetales (CBM, s.f.).

El agua recolectada de los lavamanos se recogería a través de una instalación

de tuberías y obras física para llevarla a una piscina de tratamiento. En esta piscina se realizaría un primer filtrado, y luego se pasaría a una segunda piscina donde se utilizarían microalgas para el tratamiento secundario. Las microalgas, debido a su estructura y rendimiento fotosintético (convirtiendo entre un 3 % y un 8 % de la energía solar en biomasa), tienen la capacidad de acumular lípidos y carbohidratos que pueden ser utilizados como materia prima para biodiesel, bioetanol y energía eléctrica (Baicha et al., 2016).

Las microalgas, también han sido utilizadas desde 1940 para tratar efluentes industriales. En esta aplicación, las algas biotransforman los nutrientes en biomasa.

Además, de la remoción de amonio, nitritos, nitratos y fosfatos, el aumento del pH lo que favorece la precipitación de los fosfatos, la oxigenación del agua y la oxidación de la materia orgánica, reduce los organismos patógenos y la recuperación del O₂ liberado en el proceso fotosintético, entre otros beneficios (Salazar 2005 citado por Ramos y Pizarro, 2018).

En una investigación realizada para tratar las aguas de acuicultura, se evaluó la eficiencia de las algas

...las microalgas *Chlorophytas*, *Chlorella sp.* y *Scenedesmus sp.*, en la remoción de nitrógeno, fósforo y DQO en aguas residuales,

alcanzando resultados de remoción de nitrógeno y fosfato, entre 44,0 y 48,7 % respectivamente. En la remoción de la DQO alcanzó valores entre 54,8 y 55,8 %, respectivamente, concluyendo que el uso de *Chlorella sp.* y *Scenedesmus sp.* presenta un potencial para el tratamiento de aguas residuales (Ramos y Pizarro, 2018, 7).

De las especies señaladas, en la PUCE se cuenta con la *Chlorella*, alga que forma parte del laboratorio de microbiología, donde se desarrolla un proyecto de cultivo de algas con el objetivo de aplicar estos microorganismos en usos industriales y restauración del medio ambiente. La Dra. Diana Astorga, directora del laboratorio y del proyecto, docente de ecología microbiana y microbiología aplicada en la Escuela de Ciencias Biológicas de la Facultad de Ciencias Exactas Naturales, mencionó en una entrevista realizada el 14 de abril de 2020 que el proyecto de tratamiento del agua podría ser implementado inicialmente como piloto y luego replicado. En esto coincidió el director de Planta Física de la PUCE, miembro del Comité de Sostenibilidad de la Institución, el Arquitecto Fernando Calle, quien además sugirió que se implemente esta propuesta en 6 lavamanos de manera demostrativa, para luego replicar el proyecto.

Después del tratamiento con algas, el agua depurada permitiría alcanzar una calidad adecuada para ser utilizada en otros fines, como el riego de jardines o la inyección de agua para los inodoros, en

los que se utiliza hasta 5 veces más agua que en los lavamanos, por lo tanto, el agua recuperada podría reducir el uso de agua potable destinada para este propósito..

Si se considera la estimación realizada, en un día en la PUCE se consume 61.515 litros de agua, después del tratamiento se podría recuperar al menos el 60 % del agua, porcentaje que se estima después de la revisión de experiencias similares, sin embargo, debería ser confirmado en la instalación. Esto significaría 36.909 litros diarios de reducción de agua nueva utilizada. Si se considera cisternas de 15 litros en los inodoros, que son las que más agua utilizan, pero que lastimosamente son las más comunes en la infraestructura instalada de la PUCE, abastecería al menos para 2.460 haladas de cadena.

Por otra parte, esta cantidad de reducción diaria supondría un ahorro de 738,18 litros mensuales, lo que podría representar, si se utiliza la tarifa de 0,72 USD/m³ un valor de 532 dólares mensuales. La reducción del consumo de agua nueva que es uno de los objetivos para aplicar el modelo de circularidad con el recurso agua en el área urbana, esto se consigue también a través de la cosecha de agua lluvia y su aprovechamiento. Usualmente, esta agua se desaloja a través del sistema de alcantarillado, sin embargo, como se mencionó, cada vez más, por los eventos climáticos extremos y el cambio climático es menos predecible el nivel de pluviosidad, y en muchas ocasiones el sistema instalado para la escorrentía es insuficiente para evitar

inundaciones en la ciudad. Además, la ubicación de la PUCE, como se señaló favorece a que las inundaciones sean más frecuentes en las épocas de invierno. Por tanto, la recuperación y uso del agua lluvia, podría representar también un alivio para la infraestructura hidráulica instalada y podría también reducir el uso de agua nueva.

La inspección de las instalaciones hidráulicas de la arquitecta Silvia Jiménez para el desalojo de las aguas lluvias, específicamente las que se encuentran entre las dos torres de la PUCE, determinó que se podría recolectar en el año 3.052,80 litros de agua, con un presupuesto necesario para la implementación del prototipo de 3.000 dólares, además el trabajo de un ingeniero y dos estudiantes que serían parte del proyecto de vinculación, considerando los meses lluviosos del año de la ciudad de Quito y la pluviosidad.

Conclusiones

El trabajo tuvo como objetivo tratar la gestión del agua en las universidades; a partir de esto, se revisó la relevancia del recurso y cómo a nivel global se busca su conservación, su uso eficiente. Una de las prioridades en este sentido es la reutilización del recurso. A pesar de que las universidades en el mundo y particularmente en Latinoamérica han propuesto planes y estrategias, estos tienen poca incidencia. Existe un consenso en que el agua es crucial para la vida.

Los marcos de reflexión y de ejecución de los proyectos han estado centrados en el cumplimiento de las metas de los ODS. Así como la propuesta de las competencias de los estudiantes de las Universidades Laudato Si' que está en construcción. Sin embargo, señala que no solo se debe generar cambios en el manejo del agua en el campus universitario que debería buscar usos más sostenibles del recurso, sino también se debería educar e investigar para la conservación y uso eficiente del agua, lo que demanda un compromiso individual de cambio que debe trascender a cambios en las comunidades inmediatas de cada estudiante, que son sus propias familias y de esa manera promover la transformación en la comunidad.

Las investigaciones realizadas en las universidades para gestionar el agua y obtener un uso eficiente se concentraron en la reutilización del recurso después de un tratamiento, la utilización del

agua lluvia como fuente adicional de abastecimiento. En todos estos estudios se partió de un diagnóstico inicial que permitió tomar medidas para reducir y mejorar el agua residual que es vertida a las fuentes naturales. Recogiendo estas experiencias, se realizó una estimación del consumo del agua, a manera de diagnóstico, que evidenció la gran cantidad de recursos utilizados y como podrían ser reutilizados.

La aplicación de los principios de Economía Circular en el caso de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador (PUCE) de manera específica en el tratamiento de las aguas residuales, determinó que es factible y urgente la reutilización del agua para reducir el uso del agua cruda con lo que al menos se recupera el 60 % del agua y la cosecha de agua lluvia lo que aporta también al objetivo de reducir el consumo de agua nueva cruda. El proceso descrito corresponde con los principios de Economía Circular que busca: que un residuo se convierta en recurso; lo que supone también beneficios económicos y ambientales; ya que se utiliza de una manera más sostenible el recurso escaso agua. Lo que corresponde con el ODS 9, que busca soluciones innovadoras que involucren desarrollo de infraestructura sostenible y resiliente que minimice el impacto ambiental, que permita la modernización de los edificios para aumentar su eficiencia. (Naciones Unidas ODS, s.f.).

Finalmente, el ejercicio demostrativo que se implementaría en la PUCE corresponde con la tarea integral de las instituciones de educación superior, que presentan alternativas al uso de los recursos, con cuidado del medio ambiente desde una perspectiva innovativa y con la participación de docentes, estudiantes y con la posibilidad de que estos espacios sean visitados por la sociedad y sean utilizados para una conversión integral que favorezca al cuidado de la Casa Común.

Bibliografía

Asamblea Nacional del Ecuador. (2008). *Constitución de la República del Ecuador*. Obtenido de https://www.oas.org/juridico/pdfs/mesicic4_ecu_const.pdf

Baicha, Z., Salai-García, M. J., Ortíz-Martínez, V. M., Hernández-Fernández, F. J., & De los Ríos, A. P., Labjar N., Elmahi M. (2016). *A critical review on microalgae as an alternative source for bioenergy production: A promising low-cost substrate for microbial fuel cells*. *Fuel Processing Technology*, 154, 104-116. <https://doi.org/10.1016/j.fuproc.2016.08.017>

Baeza Correa, J. (2021). *La idea de Universidad en el papa Francisco*. *Veritas*, (48), 225-249. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-92732021000100225>

Benayas, J. (2014). Proyecto RISU. Definición de indicadores para la evaluación de las políticas de sostenibilidad en Universidades Latinoamericanas. Resumen Ejecutivo. Madrid, Universidad Autónoma de Madrid.

Bofill, A., Cueva, L., & Barreno, D. (2016). *Propuesta de un programa de gestión ambiental para la Universidad Metropolitana*. Sede Machala. Revista Universidad y Sociedad, 8(3), may.-ago. Obtenido de: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202016000300003

Braden, J. ¿Qué es una conversión ecológica? *Movimiento Laudato Sí*. Obtenido de: [https://laudatosimovement.org/es/news/que-es-una-conversion-ecologicaesnews/#:~:text=En%20Laudato%20Si%20\(220\),sacrificio%20y%20las%20buenas%20obras](https://laudatosimovement.org/es/news/que-es-una-conversion-ecologicaesnews/#:~:text=En%20Laudato%20Si%20(220),sacrificio%20y%20las%20buenas%20obras)

Casma, J. (2015). *América Latina: la región con más agua, la más castigada por la sed*. Diario El País. 13 de mayo de 2015. Obtenido de: https://elpais.com/internacional/2015/05/13/actualidad/1431542093_232345.html

Centro de Biología Molecular Severo Ochoa. (s.f.). *Seminario Depuración de Aguas Residuales*. Madrid. Obtenido de: <http://www2.cbm.uam.es/~jalopez/Personal/SeminariosVarios/ERARtexto.htm>

Chacón Velandía, L., Vergara Sierra, J., & Gómez Toledo, H. (2023). *Aprovechamiento de aguas lluvias para las letrinas en Institución Educativa Distrital*.

Chafla, P. (2020). *Módulo circularidad del agua. En Curso Economía Circular nuevo paradigma, nuevos negocios PUCE*. Quito.

Cipriani, I., Contreras, J., Mayorga, O., Vásquez, S., & Imbaquingo, I. (2020). *Proyecto Campus Sostenible PUCE*. No publicado.

Crombet Grillet, S., Abalos Rodríguez, A., Rodríguez Pérez, S., & Pérez Pompa, N. (2016). *Evaluación del tratamiento anaerobio de las aguas residuales de una comunidad universitaria*. Revista colombiana de

Biotecnología.

Dicastero per la Comunicazione - Libreria Editrice Vaticana. Mensaje del Santo Padre Francisco para la jornada mundial de oración por el cuidado de la creación. 1 de septiembre de 2016. Obtenido de: https://www.vatican.va/content/francesco/es/messages/pont-messages/2016/documents/papa-francesco_20160901_messaggio-giornata-cura-creato.html

Ecuador en cifras. Disponible en: https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Bibliotecas/Libros/AGUA,_SANEAMIENTO_e_HIGIENE.pdf

EPMAPS. Agua de Quito. (2019). *Pliego tarifario de la Empresa de Agua Potable de Quito*. Revisado y actualizado a mayo de 2019. Obtenido de: <https://www.aguaquito.gob.ec/wp-content/uploads/2019/06/Pliego-Tarifario-EPMAPS-05.2019.pdf>

Espín Anago, A. A. (2018). *Implementación de un Lavamanos con Sistema Ahorrador de Agua Ubicado en las Baterías Sanitarias de la ESFOT*. Quito: EPN. Obtenido de: <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/19700>

Francisco I. Vaticano. (2015). *Carta Encíclica Laudato Si', del Santo Padre Francisco, sobre el cuidado de la casa común*. Obtenido de: http://w2.vatican.va/content/dam/francesco/pdf/encyclicals/documents/papa-francesco_20150524_encyclica-laudato-si_sp.pdf

Fernández I. 2015. *Una ecología Integral. En Ciudad de Dios y de los Hombres*. Blog Arzobispado de Granada. Obtenido de: <http://www.arzobispodegranada.es/blog/index.php/laudati-si/item/14-una-ecologia-integral>

Franco, L., & Ricaurte, S. (2018). *Evaluación de una celda de combustible microbiana para el tratamiento del agua residual del campus universitario Meléndez*. Universidad del Valle. Santiago de Cali. Obtenido de: <https://docplayer.es/113852732-Evaluacion-de-una-celda-de-combustible-microbiana-para-el-tratamiento-del-agua-residual-del-campus-universitario-melendez.html>

García-Arce, G. J., Pérez-Ramírez, A. C., & Barba, G. E. (2021). *Objetivos de Desarrollo Sustentable y funciones sustantivas en las Instituciones de Educación Superior*. Revista Actualidades Investigativas en Educación. <https://doi.org/10.15517/aie.v21i3.48160>

Generador de Precios de la Construcción. (n.d.). Obtenido de: <http://www.ecuador.generadordeprecios.info/>

Gil, M. (2019). *El agua en América Latina y el Caribe en el contexto de la Agenda 2030*. CEPAL, Santiago de Chile. Obtenido de: https://foroalc2030.cepal.org/2019/sites/foro2019/files/presentations/el_agua_en_alc_2019_cepal_drn.pdf

Gómez, H. (2010). *Tratado de derecho Constitucional*. Editorial Ariadna. Obtenido de: https://es.wikipedia.org/wiki/Derechos_humanos#cite_note-2

Huberyana. (2019). *Día Mundial del Agua 2019. Información centros participantes*. Autor. Gijón, España. Obtenido de: https://consorcioaa.com/diamundialdelagua/wp-content/uploads/2019/03/HYA_Briefing_Centros_Educativos_web.pdf

Intelligent Hand Dryers. (2019). Blog. Consultado en abril 2020.

(2019). *Colección de Agua Lluvia Agricultura Urbana PUCE*. Documento preparado para el Comité de Sostenibilidad – Proyecto PUCEVIVA.

Mayorga, O. (2020). *Presentación: La universidad y el proceso hacia la consecución de los Objetivos de Desarrollo Sostenible – ODS. El caso de la PUCE-Quito*. No publicado.

Mayorga O. (2020). *Presentación: La universidad y el proceso hacia la consecución de los Objetivos de Desarrollo Sostenible – ODS. El caso de la PUCE-Quito*. No publicado.

Molano, S., Montoya, I., & Montoya, L. (2016). *Compromiso ambiental universitario desde el ranking Green Metric. El caso de la Sede Bogotá de la Universidad Nacional de Colombia*. Revista Ambiente y Desarrollo, Bogotá (Colombia) Vol. XX(39), 21-34, Julio-Diciembre. Obtenido de: <file:///C:/Users/user/Downloads/15536-Texto%20del%20art%C3%ADculo-62738-1-10-20160921.pdf>

Naciones Unidas. *Objetivos de Desarrollo Sostenible web. Objetivo 11 Ciudades y Comunidades sostenibles*. Obtenido de: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/cities/>

Pérez A., (s.f). *Utilización con fines de riego del efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales de la ciudad universitaria, USAC*. Guatemala. Obtenido de: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_0223_MT.pdf

Plan Especial de la Mariscal (2017). Versión Borrador. Obtenido de: <file:///C:/Users/user/Desktop/agua%20economia%20circular/BORRADOR%20DIAGNOSTICO%20PELM.pdf>

PUCE. (2019). *Sistema de Información y Estadísticas*. IGNATIUS. Obtenido de: <https://www.puce.edu.ec/ignatius/>

PUCE-PEDI 2021-2025. Obtenido de: <https://www.puce.edu.ec/intranet/documentos/plan-estrategico/PUCE-PEDI-2021-2025.pdf>

Ramos, R., & Pizarro, R. (2018). *Crecimiento y capacidad de biorremediación de Chlorella vulgaris (Trebouxiophyceae, Chlorophyta) cultivada en aguas residuales generadas en el cultivo del pez dorado Seriola lalandi. (Perciformes: Carangidae)*. Revista de Biología Marina y Oceanografía, 53(1), Valparaíso, abril. Obtenido de: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-19572018000100075

Romero F. (2019). *Análisis de la gestión de los residuos en la Pontificia Universidad Católica del Ecuador con sede en Quito como insumo para el ingreso en el ranking Green Metric*. Disertación de grado.

Sánchez A. (2014). *Aguas residuales realidad y perspectivas*. Secretaría del Agua. Obtenido de: <https://es.slideshare.net/CCIFEC/20-gestin-de-aguas-residuales-en-ecuador-senagua>

Sanchis A. (s.f.) *El tamaño de las principales religiones del mundo, ilustrado en un detallado mapa*. Obtenido de: <https://magnet.xataka.com/un-mundo-fascinante/tamano-principales-religiones-mundo-ilustrado-detallado-mapa>

SDSN Australia/Pacific (2017) *Getting started with the SDGs in universities: A guide for universities, higher education institutions, and the academic sector*. Australia, New Zealand

and Pacific Edition. Sustainable Development Solutions Network. Melbourn. Obtenido de: <https://www.utn.edu.ar/images/Secretarias/SGral/Integracion/GuiaUNiversidadesODS.pdf>

Silvia J. (2011). *Estudio Aguas grises y negras Campus Nayón*. Documento preparado para Planta Física PUCE.

Sonetti, G., Lombardi, P., & Chelleri, L. (2016). *True Green and Sustainable University Campuses? Toward a Clusters Approach*. Sustainability. Obtenido de: <http://www.mdpi.com/journal/sustainability>

UNESCO. (2019) *Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos*. Autor. Francia. Obtenido de: <https://www.acnur.org/5c93e4c34.pdf>

Universidad Tecnológica de Pereira. (2013). *Construyendo un campus sustentable*. Revista Gestión Ambiental Universitaria. Instituto de Investigaciones Ambientales. Pereira, Colombia. Obtenido de: <https://media.utp.edu.co/centro-gestion-ambiental/archivos/GAUV8finalSBNv14.pdf>

Vargas, D. (2019). *El agua: recurso de la vida*. Pesquisa Javeriana. 22 de marzo. Obtenido de: <https://www.javeriana.edu.co/pesquisa/el-agua-recurso-de-la-vida/>

Experiencia de simbiosis industrial en la universidad: una nueva vida a los desechos electrónicos

Eva Isabel Cipriani Avila ¹⁴

María Isabel Imbaquingo Pérez ¹⁵

Introducción

El aumento de la población es proporcional a la creciente demanda de productos y servicios; esta demanda es también responsable de la mayor parte de los graves problemas ambientales actuales. Así, el concepto de desarrollo sostenible, cada día cobra más relevancia; la necesidad de encontrar un equilibrio entre nuestras necesidades humanas y el impacto que producen en nuestro entorno es vital si queremos asegurar un futuro para nuestros hijos/as y para nosotros/as.

En 2015, los Estados miembros de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) adoptaron 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), gestados durante la conferencia de 2012 en Río de Janeiro. El Objetivo 12 “garantizar patrones de consumo y producción sostenibles” busca abordar la eficiencia y gestión de los recursos naturales, la gestión de residuos y la reducción de la contaminación, entre otros. No obstante, a pesar de los esfuerzos para reducir nuestros residuos, estos han incrementado a nivel mundial. En el caso particular de los residuos eléctricos y electrónicos, en el 2019 se generaron 53,6 millones de toneladas (Mt) de residuos

a nivel mundial, lo que representa un aumento del 21 % durante los últimos cinco años (Forti et al., 2020). Además, la basura electrónica es una de las más problemáticas debido a su constante aumento. Se generan alrededor de 7,3 kilogramos de desechos electrónicos por persona, y por la tasa de reciclaje que es muy baja, solo alrededor de 1,7 kilogramos por persona se eliminan de manera responsable (Forti et al., 2020).

Los desechos electrónicos contienen compuestos tóxicos como metales pesados, hidrocarburos aromáticos policíclicos persistentes, bifenilos policlorados (PCB), retardadores de llama bromados, y contaminantes no intencionales como dioxinas y furanos, entre otros (Forti et al., 2020), los cuales pueden afectar el medio ambiente y la salud humana. Los problemas causados por la exposición a los desechos electrónicos son una preocupación mundial; varios estudios han aportado evidencia de que esta exposición causa problemas de salud graves, especialmente en niños, como deterioro de la función pulmonar, tiroidea y del sistema cardiovascular, daño en el ADN, deterioro del neurodesarrollo y comportamiento (Forti et al., 2020).

¹⁴ *Máster of science in Clean Technology*. Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Correo: ecipriani111@puce.edu.ec

¹⁵ *Máster People Strategy, Comunicazione Organizzativa e Gestione Delle Risorse Umane*. Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Facultad de Comunicación, Lingüística y Literatura. Correo: miimbaquingo@puce.edu.ec

Los desechos electrónicos contienen materiales valiosos y escasos como el oro, la plata o el cobre, que al reciclarse podrían aliviar el consumo de recursos vírgenes e incluso podrían ser una fuente de ingresos si se gestionan adecuadamente. Hoy en día, la industria informal de reciclaje de desechos electrónicos es una fuente creciente de sustento en los países en vías de desarrollo, que generalmente es realizada por niños y mujeres en condiciones insalubres, lo que aumenta su exposición a productos químicos nocivos como el mercurio, el plomo, dioxinas entre otros. Sin embargo, el complejo diseño del producto y de la electrónica hace que sea difícil y costoso recuperar estos materiales adecuadamente (OMS, 2022).

Según *The Global E-waste Monitor 2020*, iniciativa que proporciona datos para abordar el desafío global de los desechos electrónicos, las Américas generaron una cantidad total de 13,1 (24,4 %) Mt de los 53,6 Mt de desechos electrónicos globales; 13,3 kg per cápita equivalentes a 26,3 Mt de CO₂. En comparación con las 11,7 Mt producidas en 2014 (Baldé et al., 2015), el uso de equipos eléctricos y electrónicos y residuos electrónicos está creciendo; siendo Estados Unidos (86.918 kt), Brasil (2.143 kt) y México (1.220 kt) los tres países con mayor generación de e-waste. Además, el informe indica que, aunque han existido mejoras con relación a la implementación de regulaciones y eliminación de desechos electrónicos en los últimos 5 a 10 años en América Latina, solo unos pocos países han establecido

leyes y sistemas de gestión de desechos electrónicos como México, Colombia, Perú y Costa Rica (Forti et al., 2020).

Ecuador generó un promedio de 68,6 kt en tres años, entre 2013 y 2015, pero “solo una pequeña fracción, en promedio por debajo del 5 %, de los consumidores, envía desechos electrónicos a un contenedor especial o centro de almacenamiento para su tratamiento posterior” (Vanegas et al., 2020). Por lo tanto, solo se recolectó un promedio del 8 % del e-waste generado anualmente. Asimismo, los datos proporcionados por el Instituto Nacional de Estadística y Censo (INEC), de 2013 a 2016, muestran que en promedio el 62,8 % de los ecuatorianos desechan los residuos electrónicos como basura doméstica. En consecuencia, más de la mitad de la cantidad de residuos electrónicos generados (90 kt en 2016) acaban en el medio ambiente (Vanegas et al., 2020).

La falta de una aplicación adecuada de las regulaciones y sistemas idóneos de gestión de desechos electrónicos se ha convertido en un gran desafío en América Latina. En algunos casos, debido a la complejidad del diseño del producto o a las infraestructuras de reciclaje limitadas para materiales específicos; los gastos de un proceso adecuado de reciclaje de desechos electrónicos superan los ingresos de los materiales recuperados. Adicionalmente, existe el riesgo de no recuperar adecuadamente los materiales críticos y ambientalmente sensibles que pueden ser peligrosos para los humanos y la naturaleza (Forti et al., 2020).

Por lo tanto, la gestión adecuada de los desechos electrónicos (maximización de la eficiencia en todos los pasos de la cadena de reciclaje) es clave no solo para lograr el beneficio económico potencial del reciclaje, sino también para proteger el medio ambiente y la salud humana de quienes están expuestos a materiales peligrosos; especialmente en América Latina, donde las personas, incluidos infantes, trabajan en procesos de reciclaje no formales o adecuados.

En Ecuador existen regulaciones nacionales que pueden proporcionar un marco legal para la gestión de desechos electrónicos, incluida una ley ambiental específica denominada CODA, abreviatura de Código Orgánico Ambiental. Entre sus principales lineamientos, el CODA sienta las bases para la Responsabilidad Extendida del Productor (EPR, por sus siglas en inglés). La EPR establece que los productores son los encargados de gestionar el producto durante todo el ciclo de vida útil del mismo. Esta responsabilidad incluye los impactos inherentes a la selección de materiales, el proceso de producción y el uso del producto, así como lo relacionado con el tratamiento o disposición final del mismo cuando se convierta en residuo o desecho después de su vida útil u otras circunstancias (Asamblea Nacional del Ecuador, 2017). Sin embargo, a pesar de todas las regulaciones y el marco legal, existe el desafío de incorporarlos todos en una política integral y efectiva de desechos electrónicos. “Los desechos electrónicos en Ecuador no forman parte de la agenda política ni a nivel nacional

ni local” (Vanegas et al., 2020, p. 500).

En un esfuerzo por encontrar soluciones para la reducción de los desechos a nivel mundial, la comunidad científica ha puesto sus ojos en la naturaleza tratando de encontrar respuestas allí. Como resultado han surgido algunas experiencias que intentan emular los procesos naturales y aplicarlos a nuestra vida cotidiana. La simbiosis industrial (SI) es una de ellas. SI es un concepto que introdujo la idea de que nuestros sistemas de producción deben diseñarse de manera que emulen la eficiencia de los ecosistemas naturales donde cada producto se reutiliza y nada se desperdicia. Los ecosistemas son sistemas simbióticos perfectos donde los desechos de un proceso se utilizan como energía o materia prima para otro (Frosch et al., 1989).

El término simbiosis define una interacción beneficiosa entre dos organismos. La aplicación práctica de SI en una organización implica tres pasos básicos: determinación del tipo y tamaño de las entradas y salidas; el establecimiento de los vínculos de beneficio entre diferentes las organizaciones para el intercambio sostenible de materiales, servicios o energía y, finalmente, la cooperación y la confianza como claves para el éxito de los esquemas de SI (Bichraoui et al., 2013).

La simbiosis industrial se ha aplicado con éxito en todo el mundo. Sin duda, el caso Kalunborg es el faro de SI. Este caso popularizó el concepto

de Ecoparque Industrial (IEP, por sus siglas en inglés) íntimamente ligado a la SI. Actualmente este IEP comprende alrededor de once enlaces de intercambio que involucran a las cuatro principales empresas de la pequeña ciudad danesa de Kalunborg: una central eléctrica, una refinería de petróleo, una farmacéutica y un fabricante de placas de yeso. Uno de los aspectos más valiosos de Kalunborg es que los vínculos, los mismos que ocurrirían en la naturaleza, se han mantenido y evolucionado durante años y años (Chopra y Khanna, 2014). Los conceptos de SI e IEP han sido adoptados por un gran número de gobiernos, legisladores y empresas, incluso organizaciones internacionales como la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) y la Comisión Europea han reconocido a la SI como una poderosa herramienta para el crecimiento verde (Lombardi et al., 2012).

La aplicación de SI genera una cantidad ilimitada de beneficios para las empresas, pero para lograr esquemas de intercambio exitosos, hay muchos inconvenientes que las empresas deben superar (Martin et al., 2013). Los principales beneficios para las empresas se concentran en tres grandes áreas: desempeño ambiental, ahorro de costos y reducción de legislación. Los beneficios ambientales específicos son enormes y se pueden ubicar en dos grupos principales: (i) Reducción de desechos. Podría tratarse de reducir potencialmente la cantidad de residuos generados, evitando la eliminación de sustancias peligrosas y reduciendo la

necesidad de materias primas que, en algunos casos dependen en gran medida de fuentes naturales (Pajunen et al., 2013). (ii) Ahorro en costos. Relacionados con la reutilización de los desechos como materia prima, lo que genera un gran beneficio porque reduce el costo de eliminación y crea un ciclo de producción de sistema cerrado. La SI genera además ganancias financieras relacionadas con el cumplimiento de la legislación y los costos de gestión de desechos entre otros. Además, los vínculos de SI no se restringen al intercambio de productos o residuos, por ejemplo, algunas empresas pueden compartir transporte, oficinas o servicios de catering para sus empleados y conservar el principio de beneficio mutuo (Haile, 2013).

Por su parte, los principales inconvenientes para el éxito de los enlaces de SI son la proximidad geográfica, la confianza y la estabilidad a largo plazo. Hay un gran volumen de estudios publicados que describen la importancia de la proximidad geográfica para el éxito de los esquemas de SI (Shi et al., 2010), pues los esquemas de SI no solo necesitan generar ahorros de costos, sino que también deben ser factibles, y las largas distancias aumentan los impactos ambientales. La estabilidad a largo plazo es una barrera realmente difícil de superar porque en algunos casos las empresas no saben qué va a pasar con la economía nacional, nueva legislación o requisitos que puedan llevar a algunas empresas a la quiebra (Pajunen et al., 2012). Finalmente, los flujos de desechos pueden cambiar con el tiempo, lo que

puede dificultar el establecimiento de vínculos a largo plazo (Tudor et al., 2007).

Ahora, a pesar de todos los beneficios de la implementación de SI, la brecha entre la realidad y el ideal es enorme. Históricamente, algunos de los mejores y más exitosos esquemas de SI a largo plazo son los que se generan espontáneamente porque, como se discutió, uno de los principales factores importantes para la implementación de SI es la confianza y la cooperación entre empresas y estas relaciones son más sólidas cuando se generan espontáneamente (Desrochers, 2002).

En Ecuador, durante las últimas décadas, el modelo de Economía Circular ha cobrado mayor relevancia, en un mundo que busca con urgencia lograr un desarrollo económico que vaya de la mano con el desarrollo social y la preservación del medio ambiente. La simbiosis industrial comparte muchos de los principios y fundamentos de la Economía Circular y se ha convertido en una excelente herramienta para lograrlo (Silva et al., 2018). En enero de 2020, en la búsqueda de incentivar el cambio de modelo económico en el país, Ecuador propuso un proyecto de ley orgánica de economía circular; este proyecto fue finalmente aprobado en 2021 como: Ley Orgánica de Economía Circular Inclusiva (Sucozhañay, et al., 2022). Adicionalmente, en 2020 se lanzó la plataforma Simbiosis Industrial EC, una alianza interinstitucional entre CERES, UNACEM Ecuador y las empresas integrantes de la Mesa de Trabajo ODS 9:

Industria, Innovación e Infraestructura del Pacto Global de las Naciones Unidas. La plataforma busca identificar oportunidades de simbiosis industrial entre empresas que voluntariamente acceden a compartir sus datos en la plataforma (Simbiosis Industrial ec, s.f). Aunque en Ecuador la implementación de modelos de Economía Circular o SI son actuales en el campo empresarial, las prácticas basadas en el respeto a la naturaleza, la cooperación, reutilización e intercambio de los recursos son normales para las comunidades indígenas. En Ecuador, prácticas ancestrales como el trueque ayudaron a consolidar relaciones entre comunidades indígenas de diferentes regiones, al mismo tiempo que establecieron los beneficios de acceder a productos de todas las regiones del país (Rojas et al., 2019).

A continuación, el presente capítulo expone la implementación exitosa de SI entre la Pontificia Universidad Católica del Ecuador (PUCE) y un laboratorio de análisis ambiental en Quito, Ecuador.

Experiencia de simbiosis industrial en la PUCE

Los laboratorios de ensayos ambientales son empresas dedicadas a ofrecer servicios de análisis en diferentes áreas como la contaminación ambiental, la seguridad alimentaria y la calidad del suelo, entre otras. Las mediciones en diferentes tipos de fuentes, desde el aire hasta los alimentos, se realizan utilizando instrumentación específica y costosa, que debe ser manejada por personal

capacitado. Estas organizaciones, en los últimos años, por la necesidad de desarrollar métodos de análisis más sensibles, más la constante evolución de la instrumentación que, como parte del mundo tecnológico, han reducido su vida útil más rápido que en el pasado, tienen la necesidad de renovar la instrumentación con mayor frecuencia. También, en el Ecuador, como en la mayoría de los países de América Latina, faltan políticas adecuadas que regulen la disposición final de los desechos electrónicos, que, en algunos casos, terminan contaminando las fuentes de agua o el aire.

El laboratorio involucrado en esta iniciativa (Actor A) es una empresa con altos estándares de calidad, medio ambiente y seguridad con una filosofía de fomentar el cuidado del medio ambiente puertas adentro y afuera. Por otro lado, la universidad es un servicio complejo con diferentes necesidades de insumos según cada facultad, por ejemplo, una facultad de ciencias requiere insumos diferentes a una facultad de derecho. En esta experiencia particular, se estableció el vínculo con la Carrera de Química (Actor B), parte de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, en la sede matriz en Quito de la PUCE. Además, como universidad Pontificia, la experiencia se desarrolló siguiendo los principios fundamentales de la Ecología Integral, propuestos en la Laudato Sí', encíclica del Papa Francisco (2015) sobre la crisis socio-ambiental, en la cual hace un llamado a la adopción de estilos

de vida sostenibles como una de las metas Laudato Sí' promovidas por la Plataforma de Acción Laudato Sí', a la que pertenece la universidad.

La propuesta de SI busca motivar una conciencia colectiva entre los actores involucrados, reflexionando sobre el impacto de cada acción y decisión para el otro y el medio ambiente. De esta manera, la experiencia de SI descrita es parte del modelo de compromiso de la universidad con la comunidad basado en el Paradigma de la Pedagogía Ignaciana (PPI), que desafía a los estudiantes a reflexionar sobre sus aprendizajes, cómo aprenden y los impactos de sus aprendizajes como individuos y como miembros de una comunidad. Por lo tanto, dar una nueva vida a los desechos electrónicos de laboratorio y transformarlos en material didáctico y material de aprendizaje práctico promueve una reflexión sobre diferentes estrategias para una forma de vida sostenible, como el Paradigma de Economía Circular como un modelo alternativo para la extracción, transformación, distribución, uso y valorización material de productos y servicios, garantizando su reintroducción al sistema como recursos biológicos o técnicos, reduciendo la explotación de recursos, el daño ambiental y aumentando la cadena de valor (Prieto-Sandoval et al., 2022).

Evaluación de las oportunidades para la implementación de SI

Las diferentes publicaciones y estudios en la implementación de SI recomiendan aplicar una metodología que involucra algunos de los siguientes pasos para identificar y evaluar el potencial de SI: 1) Identificar y caracterizar los flujos de entradas y salidas de materiales y prácticas de gestión; 2) Evaluar el potencial y los posibles destinos de los excedentes; 3) Evaluar los pros y contras de la implementación, incluyendo ingresos, requisitos legales, estabilidad a largo plazo, entre otros (Azevedo et al., 2021).

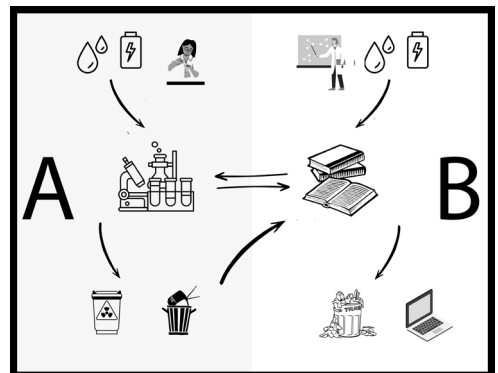
En esta experiencia particular de SI, el vínculo se estableció de manera espontánea, es decir, no hubo intención formal de los dos actores de establecer un vínculo de SI. Sin embargo, existía una relación previa, ya que muchos de los trabajadores de este laboratorio son egresados de la Carrera de Química; adicionalmente, algunos profesores actuales son exgerentes técnicos o de calidad de este laboratorio; lo que ha permitido establecer un fuerte vínculo de cooperación y confianza entre ambas entidades.

La Figura 1 resume las entradas y salidas de las relaciones principales identificadas del laboratorio (A) y la carrera de química (B). Tanto las salidas como las entradas parecen similares, lo que significa que la posibilidad de SI se reduce porque A y B necesitan las mismas entradas y desechan salidas

similares. Se encontró una oportunidad con respecto a los desechos electrónicos: A tiene una cantidad considerable de instrumentación obsoleta debido a la renovación tecnológica constante. Esta instrumentación ocupa una cantidad importante de espacio y A no tiene la opción de deshacerse de estos desechos electrónicos de manera adecuada. Adicionalmente, en Ecuador, a pesar de la existencia del CODA, las leyes de responsabilidad del productor no se aplican; reduciendo la obligación del fabricante de ofrecer y fomentar alternativas para la disposición adecuada de los desechos electrónicos una vez que la instrumentación es obsoleta o imposible de reparar. No ocurre lo mismo en otros países con leyes más estrictas que obligan a los productores a manipular el producto desde la cuna hasta la tumba, donde las marcas fomentan y facilitan la devolución de los equipos al final de su vida (Agilent. s.f.).

Figura 1

Entrada de recursos y salidas de residuos



Las carreras de ciencia y tecnología están obligadas a invertir en instrumentación para proyectos de investigación y para laboratorios de enseñanza. En la mayoría de los casos, esta instrumentación es costosa y difícil de adquirir, por estas razones, cuando se puede comprar uno de estos costosos equipos es difícil permitir que los estudiantes practiquen con ellos, especialmente en Ecuador, donde el precio de estos instrumentos es dos o tres veces mayor que el precio del país de origen. Además, no hay mano de obra calificada que pueda dar mantenimiento, lo que provoca que cualquier avería de uno de estos instrumentos limite su funcionamiento durante meses hasta que, primero, se obtenga el presupuesto para la reparación y, segundo, se reciba la visita técnica que suele ser del exterior por la falta de técnicos calificados en el país. Este es un círculo vicioso porque con la limitada oportunidad para que los estudiantes manipulen la instrumentación, no se puede mejorar la mano de obra calificada.

Así, se encontró una oportunidad para SI. A necesita resolver su problema de desechos electrónicos y B necesita tener instrumentación disponible para que los estudiantes aprendan la operación, el funcionamiento de las partes principales y la adquisición de las habilidades necesarias para la manipulación adecuada del instrumento sin incurrir en costos por repuestos y reparación asociada con manejo por parte de personal no calificado.

El proceso: dar nueva vida a los desechos electrónicos

A da un cromatógrafo de gases acoplado a un espectrómetro de masas (CGMS, por sus siglas en inglés), Figura 2. Este instrumento es uno de los más utilizados en los laboratorios de química analítica, principalmente, por su sensibilidad y versatilidad. Tiene una amplia gama de aplicaciones, desde el análisis ambiental hasta las investigaciones forenses. El instrumento donado por A fue utilizado por B para construir un museo interactivo, en donde los estudiantes de Ciencias Químicas, estudiantes de otras carreras y visitantes de colegios de secundaria y primaria pueden aprender jugando con el CGMS, sus componentes principales, su funcionalidad e incluso los estudiantes más avanzados pueden aprender a reemplazar las principales partes susceptibles a romperse o dañarse.

El diseño del sitio fue realizado por estudiantes de la Carrera de Diseño Gráfico y el video para la

Figura 2

Cromatógrafo de gases acoplado a espectrometría de masas obsoleto



muestra interactiva fue producido por estudiantes de la Carrera de Química, quienes elaboraron el contenido con los estudiantes de la Carrera de Comunicación en la producción. Todas las actividades se realizaron en el marco del proyecto de vinculación denominado PUCE VIVA.

El montaje definitivo: de residuo a experiencia de aprendizaje

El museo CGMS (Figura 3) se construyó en un pasillo de la Carrera de Química, el cual es un lugar de paso obligatorio al ingresar al edificio de esta forma queda al alcance de todos. Tiene tres componentes principales:

1. Panel visual: está compuesto por un panel de yeso con una gigantografía que sintetiza las partes principales del instrumento y sus aplicaciones. Fue construido en material de larga duración y de fácil limpieza.

2. Instrumento CGMS: está montado en un soporte de hierro cubierto por una pared de yeso. El espectrómetro de masas está montado en un riel que permite el acceso a todos los componentes del equipo. Este componente busca que los estudiantes de la carrera de química conozcan en profundidad cuál es la función principal de los diferentes componentes del CGMS; como la física, la matemática y la ingeniería, quienes se unen para dar vida a esta técnica instrumental (Figura 4).

3. Exposición digital: se dispone de una exposición audiovisual para las visitas programadas, que muestra la historia y la evolución de este instrumento a lo largo del tiempo. En el futuro se espera que el contenido audiovisual esté disponible en el sitio.

Figura 3

Montaje final, panel visual



Figura 4

Ensamblaje final, CGMS partes accesibles



En esta experiencia de SI, la universidad y el laboratorio de servicios ambientales se convirtieron en facilitadores de una actividad de capacitación práctica que mejorará la educación STEM y brindará a los estudiantes la oportunidad de practicar con equipos especializados reales que utilizarán en sus futuros trabajos. La experiencia centrada en el aprendizaje de los estudiantes “cambió el papel de los educadores STEM de brindar información a brindar estructura, apoyo y conexiones con los recursos” (Glasglow citado en Ejiwale, 2012).

Las actividades de trabajo práctico que propone el museo interactivo fomentan la participación y la autoexploración del equipamiento, así como de la difusión de la información proporcionada en el panel visual de la exposición. Esta experiencia educativa se lleva a cabo como parte de una asignatura o como una experiencia educativa informal, ya que el museo está ubicado en un corredor para que todos lo usen e interactúen. Además, la experiencia propuesta en el museo interactivo se centra en la idea de que el aprendizaje debe estar conectado con la realidad. Este es uno de los factores que pueden influir positivamente en la facilitación de las actividades de los estudiantes en la experiencia STEM (Ejiwale, 2012).

Las actividades propuestas en torno al cromatógrafo reciclado están diseñadas para motivar a los estudiantes a resolver problemas de la vida real, incluidos los desafíos y demandas ambientales. La

nueva vida del CGMS, en las instalaciones de la PUCE, evita que 65 kilos de residuos electrónicos vayan a parar a un vertedero. Un CGMS contiene materiales como hierro, aluminio, plástico y acero.

La SI como un nuevo tipo de relación basada en la ética ambiental

La Agenda de Desarrollo Sostenible 2030 considera que las universidades tienen la responsabilidad de incorporar los ODS en sus funciones centrales como objetivo para abordar la sostenibilidad. Para lograr esto, las universidades deben comenzar a pensar en enfoques holísticos para liderar compromisos comunitarios capaces de establecer marcos sostenibles para la acción y la educación.

Las universidades deben pensarse a sí mismas como parte de un sistema integral-holístico en el que uno de sus propósitos principales, para apuntar a la sostenibilidad local y global, sea crear y actuar en asociación con otros actores de la comunidad, por lo que la educación en sostenibilidad debe ser elaborada teóricamente y aplicada en la práctica (Matthews & Garlick, 2013, p. 148) liderando nuevos tipos de relaciones basadas en la ética ambiental.

Garlick y Palmer (como se cita en Matthews & Garlick, 2013) proponen específicamente el término ‘Sp-ethics para referirse a la interacción combinada de valores y principios relevantes para un lugar local; el concepto involucra la noción de aprendizaje comunitario colectivo y cooperativo, resumido en la forma de

‘juntos’, que puede entenderse como una simbiosis en la que las partes interesadas de la universidad y la comunidad se involucran y brindan beneficios éticos mutuos. Una apreciación de la ética especial surge a través de la identificación de valores y principios mutuos a través de conversaciones que determinan un sentido común de propósito, comprensión y control (p. 153).

Asimismo, la experiencia de SI puede entenderse como un ejercicio de ética aplicada (Cortina, 1996) en organizaciones de la sociedad civil como la universidad y el laboratorio privado que se reconocen como interlocutores válidos capaces de proponer un marco de actuación ético de beneficio mutuo, reconociendo también al medio ambiente como un interlocutor más cuyas necesidades se toman en cuenta en este intercambio simbiótico que exige comprender la compleja relación entre la naturaleza y los agentes sociales.

Conclusiones

La experiencia de SI propuesta proporciona un ejemplo de cómo es posible extender la vida útil de algunos equipos eléctricos y electrónicos a partir de la integración del aprendizaje como componente en el ciclo de vida del equipo. Experiencias como esta ayudan a reducir la huella ecológica a través de una menor producción de desechos electrónicos y ayudan a los centros de aprendizaje que tienen limitaciones en la adquisición de equipos nuevos para sus laboratorios, o que debido a los altos

costos no permiten que los estudiantes los manipulen libremente, limitando de esta manera su aprendizaje. Además, el caso presentado es una experiencia que puede ser replicada fácilmente por otras instituciones académicas.

Las universidades deben predicar con el ejemplo y convertirse en instituciones capaces de liderar y responder a las necesidades de sostenibilidad, así como a las necesidades de educación para enseñar haciendo. Significa que las universidades deben tratar de promover este tipo de compromiso como el que propone la SI, para vincular a los actores comunitarios y la responsabilidad sostenible en todos sus niveles: pedagógico, institucional y estructural.

La gestión de residuos electrónicos necesita un papel activo de todos los actores involucrados, por lo tanto, los programas de extensión comunitaria en la Academia deben promover acciones y campañas que involucren a diferentes miembros de la sociedad para desarrollar iniciativas de gestión de residuos electrónicos y comunicarlas para colaborar en la consolidación de la narrativa de sostenibilidad para aumentar la conciencia ambiental.

Bibliografía

Agilent. (s.f). *Sustainability Through Lab Optimization*. Obtenido de: <https://www.agilent.com/about/features/en/sustainability-through-lab-optimization.html>

Azevedo, J., Ferreira, I., Dias, R., Ascenço,

C., Magalhães, B., Henriques, J., & Cunha, F. (2021). *Industrial symbiosis implementation potential—An applied assessment tool for companies*. *Sustainability*, 13(3), 1420. <https://doi.org/10.3390/su13031420>

Baldé, C. P., Wang, F., Kuehr, R., & Huisman, J. (2015). *The Global E-Waste Monitor 2014*. United Nations University, IAS – SCYCLE, Bonn, Germany.

Bichraoui, N., Guillaume, B., & Halog, A. (2013). *Agent-based modelling simulation for the development of an industrial symbiosis: Preliminary results*. *Procedia Environmental Sciences*, 17, 195-204. <https://doi.org/10.1016/j.proenv.2013.02.029>

Chopra, S. S., & Khanna, V. (2014). *Understanding resilience in industrial symbiosis networks: Insights from network analysis*. *Journal of Environmental Management*, 141, 86-94. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2013.12.038>

Cortina, A. (1996). *El estatuto de la ética aplicada. Hermenéutica crítica de las actividades humanas*. *Isegoría*, (13), 119-127. <https://doi.org/10.3989/isegoria.1996.i13.228>

Desrochers, P. (2001). *Cities and industrial symbiosis: Some historical perspectives and policy implications*. *Journal of Industrial Ecology*, 5(4), 29-44. <https://doi.org/10.1162/10881980160084024>

Ejiwale, J. A. (2012). Facilitating teaching and learning across STEM fields. *Journal of STEM Education: Innovations and Research*, 13(3).

Forti V., Baldé C.P., Kuehr R., Bel G. *The Global E-waste Monitor 2020: Quantities, flows and the circular economy potential*. United Nations University (UNU)/United Nations Institute for Training and Research

(UNITAR) – co-hosted SCYCLE Programme, International Telecommunication Union (ITU) & International Solid Waste Association (ISWA), Bonn/Geneva/Rotterdam. <https://collections.unu.edu/view/UNU:7737>

Francisco, P. (2015). *Laudato Si': Carta encíclica sobre el cuidado de la casa común*. Palabra.

Frosch, R. A., & Gallopoulos, N. E. (1989). Strategies for manufacturing. *Scientific American*, 261(3), 144-153. <https://www.jstor.org/stable/24987406>

Haile, S. (2013). *Industrial Ecology: Sustainable Design and Manufacture*. Newcastle University.

Lombardi, D. R., Lyons, D., Shi, H., & Agarwal, A. (2012). *Industrial symbiosis: Testing the boundaries and advancing knowledge*. *Journal of Industrial Ecology*, 16(1). <https://doi.org/10.1111/j.1530-9290.2012.00455.x>

Martin, M., Svensson, N., & Eklund, M. (2015). *Who gets the benefits? An approach for assessing the environmental performance of industrial symbiosis*. *Journal of Cleaner Production*, 98, 263-271. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.06.024>

Matthews, J., & Garlick, S. (2013). *The role of the university in a world of crisis: Environmental sustainability and the ecoversity*. In *Inside the New University: Prerequisites for a Contemporary Knowledge Production* (pp. 147-161). Bentham Science Publishers Ltd.

Pajunen, N., Watkins, G., Husgafvel, R., Heiskanen, K., & Dahl, O. (2013). *The challenge to overcome institutional barriers in the development of industrial residue-based novel symbiosis products: Experiences from Finnish*

process industry. *Minerals Engineering*, 46, 144-156. <https://doi.org/10.1016/j.mineng.2013.03.008>

Pajunen, N., Watkins, G., Wierink, M., & Heiskanen, K. (2012). Drivers and barriers of effective industrial material use. *Minerals Engineering*, 29, 39-46. <https://doi.org/10.1016/j.mineng.2011.12.008>

Prieto-Sandoval, V. P., Jaca-García, M. C. J., & Ormazabal, M. (2017). *Economía circular: relación con la evolución del concepto de sostenibilidad y estrategias para su implementación*. Memoria Investigaciones en Ingeniería, (15), 85-95.

Rojas, J. R. A., Andrade, R. I. M., Espinoza, M. S. M., & Tirado, P. S. O. (2017). *El trueque como sistema de comercialización-Desde lo ancestral a lo actual*. *Revista Uniandes Episteme*, 4(3), 288-300.

Shi, H., Chertow, M., & Song, Y. (2010). *Developing country experience with eco-industrial parks: A case study of the Tianjin Economic-Technological Development Area in China*. *Journal of Cleaner Production*, 18(3), 191-199. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2009.10.002>

Simbiosis Industrial ec. (s.f). *Los residuos de una empresa pueden ser el tesoro de otra*. <https://simbiosisindustrialec.com/>

Silva, F. C., Shibao, F. Y., Kruglianskas, I., Barbieri, J. C., & Sinisgalli, P. A. A. (2019). *Circular economy: Analysis of the implementation of practices in the Brazilian network*. *Revista de Gestão*, 26(1), 39-60.

Sucozhañay, G., Vidal, I., & Vanegas, P. (2022). *Towards a model for analyzing the circular economy in Ecuadorian companies: A conceptual framework*. *Sustainability*, 14(7), 4016. <https://doi.org/10.3390/su14074016>

Tudor, T., Adam, E., & Bates, M. (2007). *Drivers and limitations for the successful development and functioning of EIPs (eco-industrial parks): A literature review*. *Ecological Economics*, 61(2-3), 199-207. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2006.10.010>

Vanegas, P., Martínez-Moscoso, A., Sucozhañay, D., Paño, P., Tello, A., Abril, A., & Craps, M. (2020). *E-waste management in Ecuador, current situation and perspectives*. En *Handbook of Electronic Waste Management* (pp. 479-515). Butterworth-Heinemann

Transmedia para el Transporte

Xavier Barriga Abril ¹⁶

Ana Aulestia ¹⁷

Andrés Basantes ¹⁸

José Antonio Vivanco ¹⁹

Jaime Guzmán ²⁰

Introducción

A inicios del siglo XX, las ciudades se transformaron de una manera radical y, junto a la llegada del automóvil, los espacios que fueron diseñados inicialmente para las personas empezaron a ser ocupados por vehículos de combustión. La mayoría de las ciudades modificaron sus dinámicas invitando a que cada vez más personas prefieran este medio de transporte frente a otros (Norton, 2007). Aparentemente, la transformación de las urbes significó un avance en cuanto a comodidad, eficiencia y progreso (Norton, 2015), sin embargo, trajo repercusiones a la manera en la que habitamos la ciudad (Debord, 1959), problemas de salud pública (Secretaría de Movilidad, 2021) y secuelas medioambientales (Joireman et al., 2004). En este capítulo, se analizará especialmente este último aspecto, así como, propuestas para abordar esta problemática.

Contexto

Las emisiones de gases de efecto invernadero generadas por la intervención del ser humano han desencadenado consecuencias irreversibles para el medio ambiente. Debido a la alta concentración de estos gases en la superficie de la Tierra, la temperatura del planeta ha incrementado su temperatura media (Venkataramanan, 2011). La International Energy Agency (2017) reconoce que la quema de combustibles fósiles es uno de los factores antropogénicos que más impacto han causado al aumento de la cantidad de gases de efecto invernadero. La quema de petróleo, de gas natural y de carbón se encuentran vinculados a actividades como transporte, agricultura, procesos industriales, entre otros.

Ecuador, en 2021 registró un total de 2'361.175 vehículos circulando en el país, de los cuales el 93 % pertenecen a propietarios privados (Secretaría de

¹⁶ MSc. *Human-Computer Interaction*. Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Facultad de Arquitectura, Diseño y Artes. Correo: cxbarrigaa@puce.edu.ec

¹⁷ Mst. en Estudios Avanzados en Historia del Arte. Universidad San Francisco de Quito, Colegio de Artes Liberales. Correo: aaulestia@usfq.edu.ec

¹⁸ MFA. in *Product Design*. Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Facultad de Arquitectura, Diseño y Artes. Correo: aebasantesf@puce.edu.ec

¹⁹ MSc. *Transport and City Planning*. Universidad de las Américas, Facultad de Arquitectura y Diseño. Correo: jose.vivanco.viladot@udla.edu.ec - Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Facultad de Arquitectura, Diseño y Artes. Correo: javivanco@puce.edu.ec

²⁰ Mst. en Administración de empresas, gerencia de calidad y productividad. Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Facultad de Arquitectura, Diseño y Artes. Correo: joguzman@puce.edu.ec

Movilidad, 2021). Sin embargo, aunque esta cifra suene alarmante, en Quito únicamente el 24,2 % de los viajes diarios se realizan en vehículos privados, y la mayoría de los viajes se realizan en modos de transporte sostenibles: 57,6 % en transporte público, colectivo y masivo, y 15,4 en bicicleta y a pie (Municipio de Quito, 2023). Esto determina que pese a la amplia cantidad de usuarios de vehículo privado y al aumento de estos a raíz de la pandemia, la mayoría de los ciudadanos todavía utilizan transportes masivos.

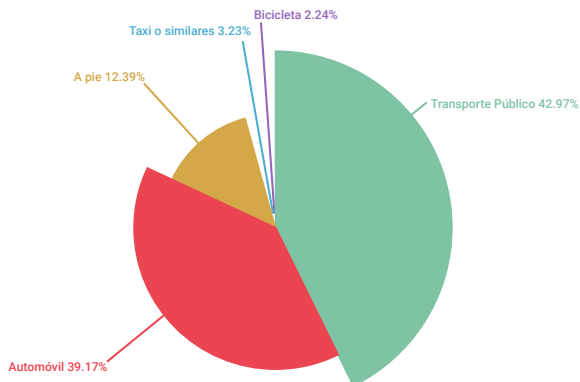
Por otro lado, observamos que, en la PUCE, más del 90 % de la generación de gases de efecto invernadero está vinculado con la forma de transporte. La medición realizada con base en el tipo de transporte y al tiempo de viaje informó que la huella anual, relacionada con el transporte, es de 4.274 toneladas de CO₂ (Sánchez-Balseca, 2022). El equivalente a plantar 80.000 árboles y mantenerlos

vivos por 10 años, ya que un árbol puede absorber anualmente, en promedio, 0.05 toneladas de CO₂ (FAO, 2020).

Según Sánchez-Balseca (2022), en la PUCE, el medio de transporte más utilizado para realizar viajes hacia o desde el campus, es el transporte público. El segundo transporte más usado es el automóvil con un 39 %. Si a la cantidad de automóviles se le suma el uso de taxi, vehículo con un impacto ambiental similar, las cifras serían muy parecidas a la cantidad de personas que se movilizan en transporte público. Mientras que quienes se movilizan en bicicleta son apenas el 2.24 % de la comunidad universitaria (Figura 1). Frente a la problemática socioambiental, el Papa Francisco (2015) propone la Encíclica Laudato Si', como un documento para reflexionar y actuar. A partir del estudio de ese documento, en este proyecto se han identificado principios claves que

Figura 1

Distribución de los medios de transporte usados por la comunidad universitaria PUCE-Quito



Elaborado por Sanchez-Balseca, 2022.

acompañan esta propuesta: (i) clamor de la Tierra, (ii) adoptar estilos de vida sencillos, (iii) la educación ecológica y (iv) la economía ecológica. En paralelo, se han tomado en cuenta a los Objetivos de Desarrollo Sostenibles 2030 como referentes para la construcción de una propuesta enfocada en: (i) salud y bienestar, (ii) educación de calidad, (iii) energía asequible y no contaminante, (iv) ciudades y comunidades sostenibles y (v) acción por el clima (UN, 2015).

Tras observar las repercusiones sociales, psicológicas y ambientales relacionados con el uso de automóvil, en las ciudades se ha motivado la propuesta de modelos sostenibles, sanos y seguros que transformen las urbes (ONU Habitat,

2022). En Quito, pese a su complejidad en distintos aspectos geográficos y sociales; este camino se ha comenzado a recorrer (Figura 2). Según el Plan Maestro de Movilidad (2023), existen 133 km de ciclovías en la ciudad, entre vías recreativas y utilitarias; además, aproximadamente 20.000 personas se mueven a diario en bicicletas y scooters. Con respecto a la universidad, los exteriores de la PUCE forman parte de la red de ciclovías de la ciudad. Por tanto, se ha contemplado como una acción clave generar propuestas comunicacionales que acompañen la transformación de la ciudad.

Figura 2

Contexto Legal sobre la movilidad alternativa en Quito

2008	La Constitución establece una participación activa de colectivos de peatones y ciclistas
2009	Se establece la bicicleta como un medio de transporte en la ciudad
2012	Primer sistema de bicicleta pública Bici-Q con 25 estaciones y 425 bicicletas
2014	Carta Internacional del Caminar La participación de viajes a pie es de 15.3 % y de bicicleta de 0.3 %
2015	Se establece la Visión Estratégica para la Movilidad 2015-2030
2016	Ratificación de los Objetivos de Desarrollo Sostenible Hábitat III
2017	Ordenanza 194 sobre modos no motorizados Se crea la Dirección de Modos de Transporte Sostenibles dependiente de la Autoridad

Elaborado por Velandia, 2022.

Revisión de Literatura

Varios autores han explorado las variables necesarias a tomar en cuenta para transformar la movilidad en ciudades y campus universitarios. Por ejemplo, Wilson et al. (2018) recogen elementos claves sobre la disposición a pedalear como: la ciclo infraestructura, iluminación, señalización, educación, y el conocimiento de la ley. Por otro lado, Nawaz y Ali (2020) señalan que los parámetros sociales son esenciales al momento de determinar la disposición a usar la bicicleta o caminar como medio de transporte. Los autores consideran de gran importancia la percepción del impacto de estos medios de transporte en la salud y el medio ambiente, así como su capacidad de reducir accidentes de tránsito, como factores decisivos. Bonham and Koth (2010), de igual manera refuerzan la preocupación por el medio ambiente como un índice positivo hacia optar por una movilización en bicicleta. Es importante acotar que, Parra-Saldías et al. (2019) mencionan que las intervenciones que se realicen deben ser de carácter público y privado.

De igual forma, la Liga de las Bicicletas (s.f.), movimiento que busca crear calles más seguras y comunidades más fuertes, trabaja alrededor de la educación y promoción del uso de bicicletas en Estados Unidos. Han determinado un marco metodológico denominado 5E (por sus siglas en inglés) para evaluar la forma en la que las instituciones aportan al objetivo que han planteado. Los criterios son:

- Equidad y accesibilidad: lugares amigables y accesibles para todos los ciclistas sin importar su género, etnia, discapacidad, orientación sexual, etc.
- Ingeniería: infraestructura física que permita el desplazamiento seguro de todos los participantes y que cubra todas sus necesidades.
- Educación: programas para promover las habilidades y confianza para montar en bicicleta.
- Estímulo: Actividades y eventos que promuevan una cultura ciclista sólida que dé la bienvenida y celebre el uso de la bicicleta
- Evaluación y planificación: planes que contemplen la movilización en bicicleta como una opción de transporte seguro y viable.

Bajo estos parámetros, la liga ha reportado 221 instituciones de educación reconocidas y categorizadas como amigables con la bicicleta (*League of American Bicyclists*, 2022). La Universidad de California, reconocida con premios de platino y de oro en sus diferentes campus, menciona las trece mejoras realizadas en sus instalaciones que le han permitido convertirse en una universidad amigable con las bicicletas, entre las que se detallan: (i) mejoras a la infraestructura como: ciclovías internas, señalización, caminos accesibles, parqueaderos; (ii) recursos y herramientas como: estaciones de reparación de bicicletas, contadores de bicis, servicio de mecánica de bicicletas, renta de bicicletas y (iii) actividades y eventos como: día en bici, festivales con

promociones, clubs e incentivos (UCLA, 2015). Con respecto a esto, Ibrahim et al., (2022) han identificado que las consideraciones sobre características físicas, educativas y económicas son elementos claves para promover el uso de bicicletas en instituciones universitarias.

Algunos proyectos han trabajado con nuevas tecnologías para promover cambios en torno a la movilidad. Barreto et al., (2023) mencionan la importancia de sentirse parte del proceso como incentivo para el cambio, haciendo referencia a sistemas interactivos. Los autores analizan aplicaciones como *trafficO2*, *Bella Mossa*, *Viaggia Play&Go* y *greenApes*, servicios que son capaces de mejorar las condiciones de tráfico, reducir el uso de autos o promover selecciones más ecológicas. De igual manera, Kazhamiakin et al., (2015) presentan un marco basado en sistemas de gamificación para incentivar el cambio voluntario de modos de transporte hacia soluciones amigables con el medio ambiente. Mientras que, Guo et al., (2021) hablan de un videojuego, por ejemplo, *Pokemon Go*, que influencia el modo de movilización de sus usuarios. Los autores sugieren que este tipo de sistemas tienen la capacidad de transformar a largo plazo la manera de transportarse de las personas. Y en relación con medios de difusión Karatsoli y Nathanail (2023) explican como la distribución de contenido, información y noticias también puede promover la movilidad sostenible.

Proyecto Transmedia

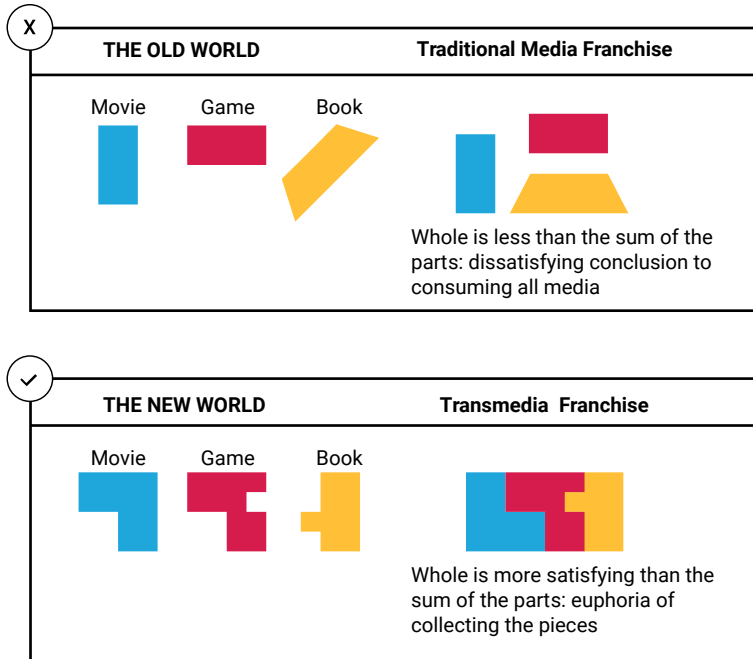
Transmedia para el Transporte es un sistema de productos multimedia con una estrategia común: motivar a las personas a optar por alternativas de movilidad menos contaminantes. En este proyecto se trabajó con la lógica transmediática, esto quiere decir varios medios de comunicación que se conectan a través de un objetivo y universo común; por ejemplo: un videojuego que promueve el uso de scooters eléctricos, una aplicación que invita a compartir el auto entre amigas, filtros de redes sociales que impulsan a usar el espacio de los parqueaderos del campus para fines no convencionales, o inclusive una serie de recompensas que animan a las personas a caminar más. Es así como este proyecto pretende orquestar una serie de acciones comunicacionales para presentar alternativas de transporte no contaminante a los diferentes públicos de la comunidad universitaria.

Jenkins (2006) menciona que la cultura de medios también ha sufrido una transformación en donde la línea que separa al mecanismo de consumo y producción de contenido se vuelve cada vez más fácil de cruzar. A este fenómeno se lo ha descrito como cultura participativa y está relacionado con: la presencia en distintos tipos de comunidades; la promoción de la expresión artística; el apoyo para la creación y distribución de contenido a través de distintos medios; y con nuevos formatos para la resolución de problemas, incluidos los procesos de enseñanza/aprendizaje.

En este escenario, se vuelve necesario reflexionar sobre cómo los contenidos se han acoplado a las características de la cultura participativa. Algunos pioneros realizaron sus primeras aproximaciones a este análisis a partir de la importancia de la selección de los medios y los mensajes que se reproducen en ellos (McLuhan, 1964). En otros casos, la discusión gira en torno a la constante evolución de algunos medios para satisfacer una misma necesidad, por ejemplo: carta, telégrafo, email, WhatsApp (Pool, 1983) y en algunos hasta de la propia muerte de algunos medios (Sterling, 1995).

No obstante, aunque Negroponte (1996) reflexiona sobre el valor de los bits y los átomos de los productos, con un énfasis en las características convergentes y divergentes del software y el hardware, es realmente Jenkins, de nuevo, quien acuña el término *transmedia* a las historias que para ser contadas deben ser co-construidas y consumidas a través de múltiples plataformas, que invitan a la audiencia a su participación (Figura 3).

Figura 3
Qué es el Transmedia



Elaborado por Pratten, 2015.

Sin embargo, para generar una propuesta narrativa transmedia, es importante tomar en cuenta varios elementos vinculados a la selección de los medios con los que se piensa trabajar. Por ejemplo, es importante diseñar en función de los distintos tipos de audiencias: jugadores vs mundo, actuar vs interactuar; o en función de la característica del medio (experiencia social vs experiencia individual, participación activa vs. participación pasiva). Inclusive, será necesario reflexionar sobre los momentos en los que los productos serán presentados y su conexión con otras plataformas (Pratten, 2015).

El proyecto *Transmedia para el Transporte* toma en cuenta la problemática socioambiental y de ese modo, entendiendo el complejo escenario mediático, plantea una propuesta para aportar a la transformación de la cultura de modos de transporte. En este capítulo, se revisarán algunos de los productos que se están desarrollando y algunas actividades que se han empezado a implementar. Al final, se presentará un análisis de cómo se articulan estos proyectos en el tiempo y en función de algunos criterios que han sido tomados en cuenta para conseguir balancear la propuesta narrativa y estratégica.

Ecós

Este proyecto se construye a partir de un proceso participativo en el que se han involucrado miembros de la comisión PUCE sustentable y también

representantes de las carreras de diseño, comunicación, ingeniería en sistemas, geografía y economía.

El proyecto fue trabajado inicialmente desde el ámbito docente con una metodología de aprendizaje basada en proyectos (Botella y Ramos, 2019) de estudiantes y docentes de la carrera de Diseño Gráfico de la PUCE. En este proceso participaron las asignaturas de Taller de Diseño para Nuevos Medios, Edición de Medios Audiovisuales, Modelado y Animación 3D y Análisis de Costos y Presupuestos, en conjunto (Figura 4). Al final del proceso, una de las propuestas fue seleccionada como punto de partida para un trabajo más guiado; esta vez, a través de las prácticas preprofesionales, uno de los componentes de vinculación con la comunidad que propone la universidad. Con esta metodología se ha conseguido articular equipos interdisciplinarios que se sucedan en el tiempo: al momento han participado cuatro generaciones de estudiantes provenientes de las facultades de Arquitectura, Diseño y Artes; Comunicación, Lingüística y Literatura; y Sistemas.

Ecós es una propuesta que nace del equipo de estudiantes de la PUCE. El producto central es un videojuego que cuenta la historia de un personaje del futuro que se llama Ecós, quien junto a su cerdo Ponk, enviarán un mensaje de esperanza a su pasado: el presente. Para el diseño de este juego se tomó en cuenta la construcción de elementos formales (Fullerton, 2008); este *platformer*

está diseñado para que una persona se enfrente al sistema, en donde con la ayuda de las flechas del teclado se comanda al personaje para evitar los obstáculos del entorno y desplazarse a través del escenario. En cada nivel, la mecánica principal puede variar o volverse más complicada, puesto que el personaje cambia durante el recorrido, su manera de moverse por la ciudad, también modifica la lógica de la jugabilidad. Ecos empieza caminando por las calles de Quito, luego se mueve en patines, scooter, bicicleta e incluso en nuevos modos de transporte no contaminantes del futuro. En la experiencia se potencian principalmente las características de dificultad, descubrimiento, simpatía (Costello & Edmonds, 2007) que buscan aumentar el grado de diversión del juego.

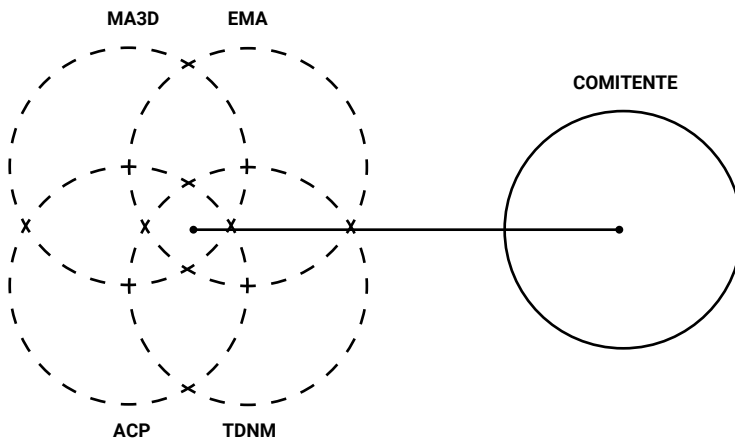
En este juego, los elementos dramáticos (Fullerton, 2008) hacen

referencia a un Quito distópico, por lo que el recorrido de Ecos será también importante para reconocer a través de las pistas la apreciación eudaimónica (Oliver y Raney, 2011). Ecos comienza su viaje camino a la PUCE (Figura 5), y durante este se encontrará con referentes del mundo real: las papas de balde, la Casa de la Cultura o las torres de la universidad. Durante el juego, Ecos recorrerá otros escenarios de la ciudad: como el Panecillo, el teleférico, el parque de La Carolina o el parque Bicentenario. Los lugares por los que Ecos recorre fueron seleccionados porque son hitos de la ciudad que se encuentran dentro de la zona de influencia de la ciclovía que se conecta con la PUCE.

El personaje recorre la ciudad para enviar un mensaje, y los lugares que visita hacen referencia a las acciones que tiene que cumplir en la narrativa.

Figura 4

Metodología de Aprendizaje Basado en Proyectos aterrizada a Proyectos Integradores.



Por ejemplo, para conseguir energía tendrá que robarla del nacimiento del Panecillo, o para amplificar su mensaje, Ecos deberá hackear las antenas del Pichincha. El elemento principal que utiliza Ecos para enviar su mensaje es un dispositivo biotecnológico; en un futuro donde no existe la vegetación, Ecos utilizará el último diente de león, que estará ubicado en el Jardín Botánico del parque La Carolina, para enviar su

mensaje. El diente de león, en Quito, es una planta que crece, incluso en la mitad de la acera, y a su vez es un artefacto que utilizan las niñas y niños para pedir deseos cuando lo soplan. Es por esto que al finalizar el juego, el personaje envía un mensaje desde el Quito del 2050 hacia los jugadores; así es como rompe la idea de la cuarta pared. El mensaje pide a los jóvenes reflexionar sobre la crisis socioambiental.

Figura 5

Captura de pantalla del videojuego ECOS



Bicimonstruo

Al iniciar el primer semestre del año 2023, organizamos un ejercicio introductorio que involucre a todos los estudiantes de la carrera de Diseño de Productos de la PUCE. Esta sería una gran excusa para empezar el semestre con aprendizajes prácticos, pero también permitiría a los estudiantes conocerse entre diferentes cursos y niveles. Ideamos un reto particular: Diseñar y construir bicicletas-monstruos; partimos de la idea

de Will Zenga, que entre risas lanza una afirmación sumamente seria: la *tall-bike* es el vehículo más revolucionario en el mundo (*Redbull, Tall Bikes Will Save The World*, 2018).

Se pidieron diez bicicletas-monstruos funcionales a construirse en cuatro días, en grupos de cinco o seis personas y que cumpla cinco características mínimas:

- Que tenga dirección.: La bicicleta debía tener la capacidad de ser controlada por el usuario: manubrios, volantes, timones, cualquier interfaz de control era válida.
- Que pueda hacer un recorrido de 100m: no debería desarmarse durante ese trayecto.
- Que traslade mínimo a una persona.
- Que no se vea como chatarra.
- Que pueda salvar el mundo.

Además, cada grupo de estudiantes tendría que cumplir con una característica particular adicional y asignada al azar; por ejemplo, que la bicicleta logre freír un huevo en su trayecto, que mida más de 3 metros de alto o que sea lo más ineficiente posible.

Para llevar a cabo el reto, conseguimos en una chatarrería cercana a la ciudad 20 bicicletas en pésimas condiciones (incompletas, destruidas, oxidadas y muy económicas), las cuales transportamos al espacio de talleres metalmecánicos de la Facultad. Entendiendo que la actividad en los talleres iba a ser intensa, organizamos un horario para que estén presentes al menos dos docentes que acompañen a los participantes en los talleres durante el evento. Esto permitió habilitar un espacio de uso asistido en los talleres de 9h00 a 20h00. El equipo de docentes se organizó también para reservar auditorios, sacar fotografías y organizar exhibiciones para presentar los resultados.

Figura 6

Las 10 bicicletas-monstruo alineadas en el patio de la FADAOS



Fotografía de Denis Ismael Chavez O.

El ejercicio era ambicioso debido al tiempo y a la exigencia de trabajo, pero luego de cuatro días intensos, fue una grata sorpresa encontrar a todos los grupos con sus bicicletas terminadas y con todos los requerimientos cumplidos. Al finalizar, se realizó un pequeño desfile de bicicletas (Figura 6). Así, el semestre inició con estudiantes y docentes bastante motivados.

Hacer visible lo invisible

Hacer Visible lo Invisible es un proyecto que observa las rutas de los ciclistas en la ciudad para convertir estos datos en esculturas tridimensionales que son a su vez estaciones de reparación de bicicletas. Estos objetos, además de embellecer el espacio público y ser puntos necesarios de referencia en la navegación por la ciudad, invitan a que los ciclistas observen el ritmo de los ciclistas por Quito, mientras parchan la llanta de su

bicicleta. El sistema está integrado por una aplicación que registra el movimiento de los ciclistas por la ciudad, contadores de bicicletas DIY incrustados en el espacio público, estaciones de reparación de bicicletas como hitos escultóricos y un terminal web con un nuevo mapa de la ciudad recreándose en tiempo real.

En Quito, la cultura de la bicicleta se empieza a dinamizar a partir de la implementación del ciclopaseo dominical en el 2003 (El Hoy, 2003). Posteriormente se implementaron algunas ciclovías permanentes y temporales, parqueaderos de bicicletas, e inclusive servicio de bicicleta pública. No obstante, las estaciones públicas de reparación de bicicletas son inexistentes, y una necesidad para todos los ciclistas de la ciudad (Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador, 2022).

Figura 7

Primera estación de reparación de bicicletas

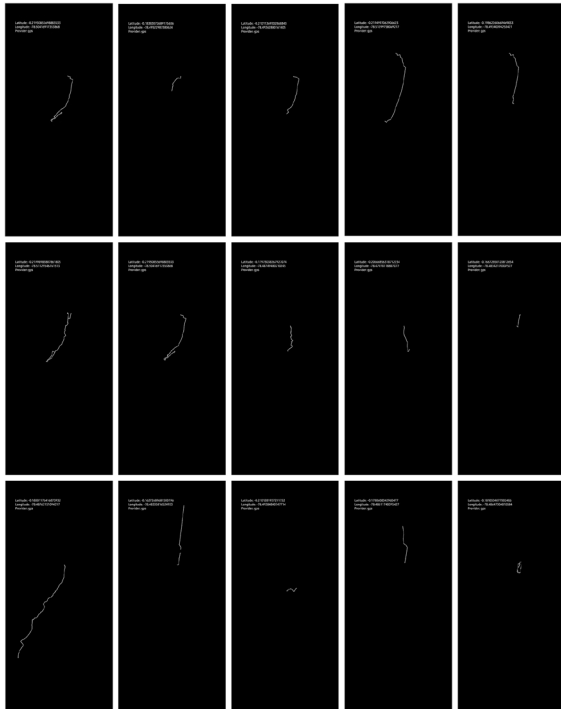


A través de este componente, se busca reflexionar sobre el imaginario de la ciudad mientras se descubre la manera en la que los ciclistas la transitan. En estos tiempos, pensamos en la ciudad a través de mapas que han sido diseñados en Silicon Valley (Google Maps principalmente). Sin embargo, los recorridos que realizamos revelan una ciudad particular para cada persona o para cada grupo. En la primera iteración de Hacer Visible lo Invisible (i) diseñamos un diario que incluía un mapa de Quito y que requiere ser completado a cada hora;

(ii) recopilamos los datos de movilidad de distintos miembros de la comunidad de la PUCE; (iii) elaboramos un perfil de cada participante que incluye un retrato, una reflexión y su registro de movimiento por la ciudad y cargamos la información en una web; (iv) identificamos una ruta generadora que nos permitió crear una visualización tridimensional de estos datos (Figura 6). De esta forma, este hito se convirtió en un sistema físico de visualización de información, que tenía una conexión con una plataforma virtual.

Figura 8

Registros de la Trayectoria Histórica en la aplicación móvil



Para la elaboración de este hito se aplicaron herramientas no convencionales de registro de datos. En primer lugar, se diseñó un diario para que los participantes registren sus rutas dentro de la ciudad y se alentó a los participantes a reflexionar acerca de cómo los hacía sentir el modo de transporte que habían escogido. Posteriormente, para la segunda iteración se diseñó una app que utiliza el GPS del celular para dibujar el movimiento de una ciudad. Al mismo tiempo, el autor de este texto realizó un seguimiento durante un año de sus trayectorias históricas (Benford y Gianacchi, 2008), redibujando las rutas de bicicleta más trascendentales de su vida (Figura 8). Finalmente, la tercera iteración de esta herramienta contempla la construcción de una plataforma colaborativa (Lara, 2014) que dibuje y combine los mapas de todos los ciclistas. La aplicación invita a que las personas dibujen sus propias versiones de mapa de la ciudad, mientras aportan a la construcción de un mapa general de los ciclistas de Quito.

Posterior a su presentación y uso en el Foro Mundial de la Bici 8, la estación se implementó junto a la Federación de Estudiantes, frente a uno de los parqueaderos de bicicletas de la PUCE. El producto ha facilitado que estudiantes de la universidad brinden mantenimiento y reparación a sus bicicletas y ha formado parte del ecosistema de elementos que incentivan a que cada vez más ciudadanos opten por formas de movilidad sostenibles.

Día sin auto PUCE

El Día Sin Auto es una actividad que se había realizado previamente en la universidad, y debido a su gran acogida decidimos retomar la iniciativa para vincularla a las actividades del sistema transmedia. Junto a la cicleada masiva, se realizaron actividades complementarias en uno de los parqueaderos ubicados en los subsuelos.

Para esta actividad, fue necesario realizar un requerimiento de apoyo a la Agencia Municipal de Tránsito (AMT), quienes se comprometieron a revisar en conjunto los recorridos definidos, así como a enviar agentes en bicicleta. Junto a un equipo de la AMT se revisaron las primeras definiciones de rutas en formato virtual, posteriormente se realizó una visita a las rutas definidas en un horario similar al de la convocatoria para realizar una validación. Finalmente, se definieron dos rutas (Figura 9) (i) norte: desde la Cruz del Papa; y (ii) sur-centro: desde la Tribuna del sur, atravesando la Plaza Grande.

En la ciudad, la mayoría del espacio público está destinado a los vehículos, mientras que plazas, bulevares, parques, ciclovías u otros espacios suelen ser los más escasos (Ministerio de Obras Públicas, 2022). Por esta razón se decidió ocupar durante un día una de las zonas de parqueo del campus como un acto subversivo que devuelva a las personas espacios que les han sido arrebatados. Por lo que, a través de las direcciones de la PUCE se organizaron actividades de

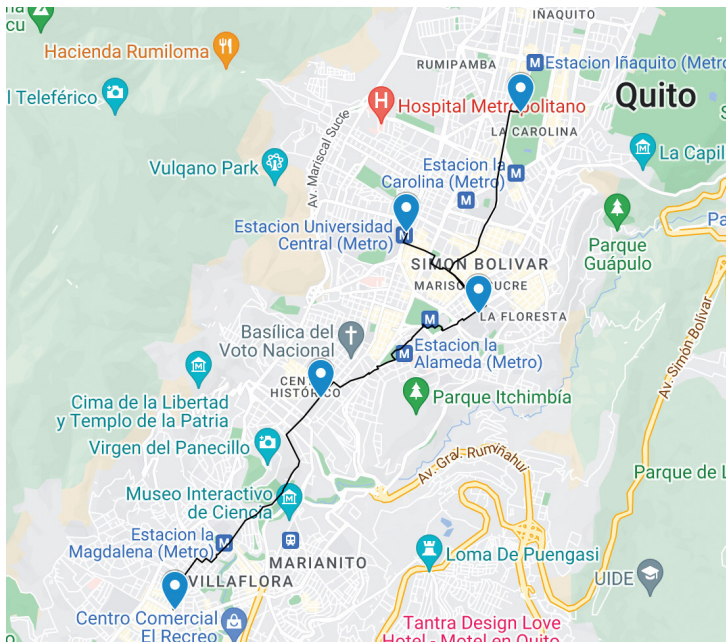
esparcimiento que aporten a construir una cultura de movilidad alternativa.

Juntamente con Ciclo PUCE se armaron *critteriums*, que son carreras de bicicleta en espacios inusuales, en este caso el parqueadero de la universidad. Además, se adecuó una sala de cine para un ciclo de películas y documentales dedicados a la bicicleta, y también se armaron estaciones de Arcade con el demo del 1er nivel del videojuego.

Para la convocatoria a este evento se contó con el apoyo de la dirección de comunicación de la universidad. Se elaboraron varios comunicados: post en redes sociales, fotografías de bicicletas, formularios y grupos de comunicación. Este evento se ha construido como una actividad que se repite cada semestre y se recomienda hacer coincidir con la semana de la movilidad alternativa, en septiembre; y con el día de la bicicleta, en abril.

Figura 9

Mapa de los recorridos realizados desde el Norte, Sur y Centro hacia la PUCE



Discusión

Finalmente, para este capítulo será importante tener una visión holística alrededor de los diferentes componentes del sistema Transmedia para el Transporte. Por esta razón, desde la planificación, será necesario revisar la relación de las actividades con su tiempo de duración e implementación; y también, desde la experiencia, entender cómo se sitúan en los ejes social vs colectivo, y pasivo vs activo (Pratten, 2015). Mientras que, desde la estrategia se pretende observar los aportes que realizan los cuatro componentes descritos a la consecución de un campus

sostenible a partir de los cinco criterios planteados por la *League of American Cyclists*. Finalmente, se considera necesario reflexionar alrededor de las lecciones aprendidas del proceso vivido.

En relación al tiempo (Figura 10), se han categorizado las actividades en tres formatos distintos: (i) aquellas que tienen un inicio y un fin específico, y que no duran más de una semana (taller de bici monstruo, sin auto cinema); (ii) actividades que están pensadas para ser implementadas durante un largo periodo y que su implementación tiene tanta importancia como su proceso de desarrollo (videojuego Ecos, Hacer

Figura 10
Distribución de componentes en el tiempo

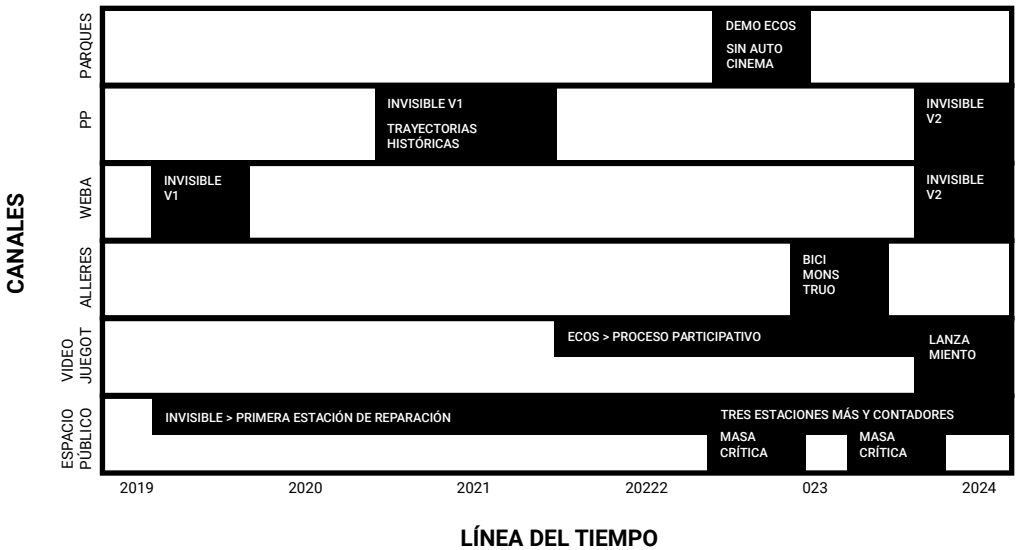
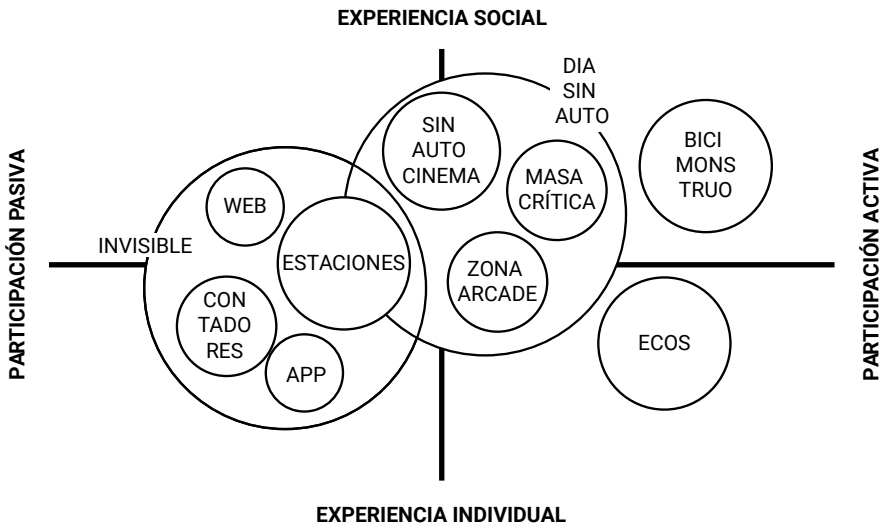


Figura 11
Mapa de Experiencias



Visible lo Invisible); (iii) actividades cortas que serán aplicadas en varias ocasiones (día sin auto).

Por otro lado, podemos validar que las actividades han sido mapeadas (Figura 10) en función de una distribución equilibrada en relación con la experiencia de la audiencia. En la zona 1, actividades con participación pasiva y de experiencia social, encontramos componentes implementados en el espacio público para ser observados o atravesados. En la zona 2, actividades con participación pasiva y de experiencia individual que serán consumidos a través de la web donde la audiencia no realiza una participación significativa al observar estos productos. En la zona 3, participación y experiencia social,

observamos componentes físicos que solo pueden ser desarrollados a través de la interacción de los participantes y en la que intervienen grandes grupos de personas. En la zona 4, participación y experiencia individual, se encuentran actividades que están diseñadas para una persona que interactúa con el sistema, principalmente digital o en escenarios mixtos.

Sobre la relación entre el proyecto Transmedia para el transporte y su aporte a la generación de un campus y una ciudad más amigable con el uso de transporte alternativo, se ha elaborado un mapa que desglosa en el eje horizontal las 5E y en el eje vertical, los cuatro componentes descritos en este capítulo.

En el análisis (*Tabla 1*) se muestra que no todos los componentes aportan a todos los criterios con la misma regularidad. Aunque inicialmente no se considera problemático que los componentes aporten de forma irregular, si será necesario prestar atención a los criterios más desatendidos, en este caso *Equidad y Accesibilidad*, *Ingeniería y Evaluación y Planificación*. Especialmente sobre la *Ingeniería*, el más desatendido, se evidencia la necesidad de generar un programa específico que revise el estado de la infraestructura relacionada al uso de bicicletas en la PUCE y que en colaboración con los departamentos correspondientes generen acciones orquestadas al objetivo de promover la movilidad alternativa en el campus. De igual forma, se recomienda revisar los resultados de la implementación de los componentes *Ecos* y *Hacer Visible lo Invisible*, observando cuidadosamente la respuesta alrededor de los criterios de *Equidad y Accesibilidad*, y *Evaluación y Planificación*, para evitar que se conviertan en puntos vulnerables.

Asimismo, es importante revisar que el componente *Bicimonstruo* presenta la menor cantidad de aportes a los criterios seleccionados. Lo que, desde una visión simplista, invita a pensar en la validez de la creación de proyectos que presenten impactos limitados. Sin embargo, un análisis más complejo puede solventar la duda de si la inversión de recursos realizada sobre el componente genera el impacto suficiente a partir del aporte a los otros tres criterios definidos, y a la vez abre la pregunta, ¿se deberían

diseñar componentes, aunque aporten a la consecución de pocos criterios? En este caso, la lectura sistémica de los resultados permite responder que sí, se pueden diseñar componentes que aporten a criterios particulares, tomando en cuenta el nivel de especialización que puede tener cada actividad para la obtención de objetivos específicos. Sin embargo, a la vez, abre la posibilidad de reflexionar sobre los criterios carentes desde la perspectiva de cada actividad o componente. En el caso del componente *Ecos*, un sistema totalmente virtual, no se identifica como problemático que el videojuego no realice un aporte al criterio de *Ingeniería*. No obstante, analizando al componente *Día Sin Auto* PUCE se observa que la falta de un aporte al criterio de *Equidad y Accesibilidad* puede ser problemático, puesto que el componente debería garantizar una participación más inclusiva a todas las personas que estén interesadas en realizar los recorridos que se propongan. En ese escenario esta herramienta se convierte en la posibilidad de reflexión y replanteamiento de los componentes a partir de los problemas detectados.

Finalmente, la experiencia en la realización del proyecto *Transmedia* para el transporte entrega algunas lecciones claves que invitan a una implementación más institucionalizada del proyecto. En primer lugar, la continuidad: aunque existen componentes del proyecto que se han resuelto de manera efímera, por su naturaleza y forma de impacto, la tendencia de las actividades debería empujar a la construcción de procesos

que sean replicables y que brinden a los participantes la seguridad de a través de su regularidad. En segundo lugar, la comunidad: el diseño, desarrollo y aplicación de los componentes empiezan a generar pequeñas comunidades, online y offline, interesadas de diferente manera en la movilidad alternativa, es importante no desaprovechar esa motivación y promover el criterio de *Estímulo* mediante la consolidación de estos grupos. La tercera lección son los

recursos: la falta de recursos puede ser un problema, sin embargo, la falta de financiamiento no lo es. Las comunidades universitarias tienen una gran cantidad de recursos internamente que manejados de manera estratégica pueden permitir dar los primeros pasos sin demasiado financiamiento. Al mismo tiempo, la universidad es una buena plataforma para conseguir financiamiento externo y aliados colaboradores que participen de proyectos o componentes.

Tabla 1

Aporte de los componentes a los criterios de las 5E

	Equidad y Accesibilidad	Ingeniería	Educación	Estímulo	Evaluación y planificación
Ecos	El protagonista es un personaje no binario capaz de utilizar diferentes medios de transporte.	N/A	Promueve el uso de modos de transporte alternativos a todos los estudiantes universitarios.	Ecos, envía un mensaje a los estudiantes para promover una cultura eco sustentable.	Se relaciona con lugares icónicos de la ciudad ubicados en la zona de influencia de las ciclovías.
Biciminsutro	Invita a cuestionar la seguridad de los ciclistas al observar o manejar bicicletas extremas.	N/A	Muestra infinitas posibilidades en la experimentación y construcción de bicicletas.	Celebra con alegría, diversión y desfiles el uso de la bicicleta.	N/A
Hacer Visible lo Invisible	Muestra en formato virtual como personas diversas usan la bicicleta para movilizarse.	Complementa la infraestructura existente con estaciones de reparación.	Educa en la mecánica básica para el mantenimiento de las bicicletas.	Las estaciones son a la vez hitos artísticos que se ubican en lugares estratégicos y visibles.	Revisa las formas en las que se mueven los ciclistas por la ciudad.
Día sin auto	N/A	Presenta a los estudiantes la infraestructura de la ciudad y de la universidad.	Los recorridos están ideados para acompañar a principiantes en sus primeras salidas.	Apoya a la construcción de una comunidad interesada en modos de transporte alternativos.	Ejecuta una evaluación constante de las rutas definidas para presentar modos de transporte seguros.

Conclusiones

En este texto se han revisado actividades y componentes que ya han sido implementados, pilotados, o se encuentran en desarrollo vinculados al proyecto Transmedia para el transporte. Se ha analizado la relación de los componentes en el marco de un sistema transmedia teniendo en cuenta su implementación a través del tiempo, y en función del tipo de experiencia que cada componente plantea. Adicionalmente, se ha discutido sobre su impacto a partir del cruce con los criterios de las 5E, que permiten evaluar el estado de los campus universitarios en torno al uso de transporte alternativo. Este proyecto continúa a partir de la reflexión generada en este espacio.

Bibliografía

Barreto, L., Amaral, A., Pereira, T., & Paiva, S. (2023). *A review of use cases of gamification in mobility systems and services*. Lecture Notes in Intelligent Transportation and Infrastructure.

Benford, S., & Giannachi, G. (2008). *Temporal trajectories in shared interactive narratives*. Leonardo, 41(4), 341-347. <https://doi.org/10.1162/leon.2008.41.4.341>

Bonham, J. y Koth, B. (2010). *Universities and the cycling culture*. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 15(2), 94-102.

Botella Nicolás, A. M., & Ramos Ramos, P. (2019). *Investigación-acción y aprendizaje basado en proyectos. Una revisión bibliográfica*. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 24(80), 127-152. Recuperado de: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-26982019000100127

Debord, G. (1959). *Posiciones situacionistas sobre la circulación*. *Internationale Situationniste*, 3, 11-14. Recuperado de: <http://www.cddc.vt.edu/sionline/si/circulation.html>

Fullerton, T. (2008). *Game design workshop: A playcentric approach to creating innovative games*. CRC Press.

Francisco. (2015). *Laudato Si'*. Recuperado de: http://www.vatican.va/content/francesco/es/encyclicals/documents/papa-rancesco_20150524_enciclica-laudato-si.html

Costello, B., & Edmonds, E. (2007). *A study in play, pleasure and interaction design*. In *Proceedings of the 2007 conference on Designing pleasurable products and interfaces*. <https://doi.org/10.1145/1314161.1314166>

FAO. (2022). *Manual para la estimación de la captura de carbono en proyectos de restauración de bosques tropicales*. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Recuperado de <http://www.fao.org/3/cb0393es/CB0393ES.pdf>

Guo, Y., Peeta, S., Agrawal, S., & Benedyk, I. (2021). *Impacts of Pokémon GO on route and mode choice decisions: Exploring the potential for integrating augmented reality, gamification, and social components in mobile apps to influence travel decisions*. Transportation Amsterdam.

Ibrahim, A. N. H., Borhan, M. N., Darus, N. S., Yunin, N. A. M., & Ismail, R. (2022). *Understanding the willingness of students to use bicycles for sustainable commuting in a university setting: A structural equation modeling approach*. Mathematics.

International Energy Agency. (2017). *CO2 emissions from fuel combustion 2017-highlights*. International Energy Agency.

Joireman, J. A., Van Lange, P. A. M., & Van Vugt, M. (2004). *Who cares about the environmental impact of cars? Those with an eye toward the future*. Environment and Behavior.

Jenkins, H. (2006). *Convergence culture: Where old and new media collide*. New York University Press.

Karatsoli, M., & Nathanail, E. (2023). *Social media and urban mobility choices: How a transport-related content could be influential in social media*. In E. G. Nathanail, N. Gavanas, & G. Adamos (Eds.), *Smart energy for smart transport*. CSUM 2022. Lecture Notes in Intelligent Transportation and Infrastructure. Springer.

Kazhamiakina, R., Marconi, A., Perillo, M., Pistore, M., Valetto, G., Piras, L., Avesani, F., & Perri, N. T. (2015). *Using gamification to incentivize sustainable urban mobility*. IEEE First International Smart Cities Conference (ISC2).

Hoy. (2003, 21 de mayo). *Ciclopaseo con el alcalde bogotano*. Hoy. Recuperado de: <http://www.hoy.com.ec/noticias-ecuador/ciclopaseo-con-el-alcalde-bogotano-147213.html>

League of American Bicyclists. (s.f.). *Awards criteria*. Recuperado de <https://bikeleague.org/bfa/5-es/>

League of American Bicyclists. (2022). *Bicycle friendly university all current BFU awards through 2022*. Recuperado de https://bikeleague.org/sites/default/files/BFU_Award_List_2022_ALL_BY_STATE.pdf

Lara, T. (2014). *Crowdsourcing. Cultura compartida*. Anuario Digital. Disponible en <https://www.anuariodigital.es/artef/crowdsourcing-cultura-compartida/>

McLuhan, M. (1964). *Understanding media: The extensions of man*. Routledge & Kegan Paul.

Ministerio de Transporte y Obras Públicas. (2022). *Manual de cicloinfraestructura y micromovilidad para Ecuador*. Recuperado de <https://www.obraspublicas.gob.ec/manual-de-cicloinfraestructura-y-micromovilidad-de-ecuador/>

Municipio de Quito. (2022). *Plan maestro de movilidad sostenible del Distrito Metropolitano de Quito - PMMS DMQ. Formulación Plan Maestro de Movilidad Sostenible DMQ 2022 - 2042.*

Naciones Unidas. (2015). *Transformando nuestro mundo: la agenda 2030 para el desarrollo sostenible.* Recuperado de <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/2015/09/transformar-nuestro-mundo-la-agenda-2030-para-el-desarrollo-sostenible-2/>

Nawaz, S., & Ali, Y. (2020). *Analyzing the influence of social, cultural, behavioral traits on cycling and walking in Pakistan. Transportation Research Interdisciplinary Perspectives.*

Negroponte, N. (1995). *Being digital.* Knopf.

Norton, D. (2015). *Going faster in the wrong direction? History's lessons for the future of roads and streets.* Transportation Research Part A: Policy and Practice.

Norton, P. D. (2007). *Street rivals: Jaywalking and the invention of the motor age street.* Technology and Culture.

Oliver, M. B., & Raney, A. A. (2011). *Entertainment as pleasurable and meaningful: Identifying hedonic and eudaimonic motivations for entertainment consumption.* Journal of Communication.

Parra-Saldías, M., Castro-Piñero, J., Castillo Paredes, A., Palma Leal, X., Díaz Martínez, X., & Rodríguez-Rodríguez, F. (2019). *Active commuting behaviors from high school to university in Chile: A retrospective study.* International Journal of Environmental Research and Public Health.

Pool, I. (1983). *Technologies of freedom.* Harvard University Press.

Pratten, R. (2015). *Getting started in transmedia storytelling. Second edition: A practical guide for beginners.* CreateSpace Independent Publishing Platform.

Red Bull. (2017, 23 de mayo). *Tall bikes will save the world* [Video]. Vimeo. <https://vimeo.com/218705523> (consulta el 15 de abril del 2023).

Rybarczyk, G. y Gallagher, L. (2014). *Measuring the potential for bicycling and walking at a metropolitan commuter university.* Journal of Transport Geography.

Sanchez-Balseca, J. (2022). *Medición de la huella de carbono en la Pontificia Universidad Católica del Ecuador.* Línea base. PUCE: Quito.

Secretaría de Movilidad. (2021). *Anuario de seguridad vial de Quito.* Recuperado de <https://www.ant.gob.ec/anuario/>

Sterling, B. (1995). *Death media project.* Recuperado de <http://web.archive.org/web/>

UCLA. (2015). *13 improvements that make UCLA a Bicycle Friendly University*. Recuperado de <https://newsroom.ucla.edu/stories/13-improvements-that-make-ucla-a-bicycle-friendly-university>

Velandia, X. (2022). *Breve síntesis del diagnóstico del PMMS, Movilidad Sostenible para Quito* [Ponencia]. Quito, Ecuador.

Venkataramanan, S. (2011). *Causes and effects of global warming*. Indian Journal of Science and Technology.

Wilson, O., Vairo, N., Bopp, M., Sims, D., Dutt, K., & Pinkos, B. (2018). *Best practices for promoting cycling amongst university students and employees*. Journal of Transport and Health.

Propuesta metodológica para el cálculo de la Huella de Carbono en Instituciones de Educación Superior

Joseph Jahir Sánchez Balseca²¹

Huella de carbono

La definición de huella de carbono se construye en el contexto del cambio climático antropogénico. A pesar de mencionar el término carbono, no se limita solamente a la medición y/o estimación de CO₂. Para definirla se utilizará un enfoque generalista: “La huella de carbono de una unidad funcional, es el impacto climático bajo una métrica específica que considera todas las fuentes de emisión, sumideros y almacenamiento relevantes tanto en el consumo como en la producción dentro del límite del sistema espacial y temporal especificado” (Peters, 2010).

Los gobiernos, desde el nivel local hasta el regional, han propuesto estrategias para reducir las emisiones de GEI (Ottelin et al., 2018; Tukker et al., 2020). Una de estas estrategias es la huella de carbono, que es la medida de dióxido de carbono equivalente, en unidades de masa, de todas las actividades realizadas dentro de una empresa o institución (Peters, 2010; Ridhosari y Rahman, 2020; Zhang et al., 2020).

Los métodos utilizados para determinar la huella de carbono no son descritos en la definición, es decir, el método debe cumplir satisfactoriamente con los requisitos de la definición. En la

práctica, el método depende de la unidad funcional a través del nivel de aplicación. Los productos de consumo generalmente utilizarían un análisis de ciclo de vida de abajo hacia arriba, mientras que los estudios a gran escala aplicarían un análisis de arriba hacia abajo. Existen muchas metodologías para medir la huella de carbono en empresas o instituciones, que se explican en tres alcances. El primero está relacionado con los GEI emitidos por fuentes bajo la jurisdicción de la empresa o institución; el segundo está relacionado con la energía eléctrica comprada (emisiones fuera del sitio); y el último está relacionado con las emisiones indirectas (Puertas y Marti, 2021; García-Alaminos et al., 2022). La metodología de Huella de Carbono tiene carácter cuantitativo, por lo que se expresa como una magnitud acompañada de unidades de masa de CO₂ equivalente (kg CO₂-eq, ton CO₂-eq). La metodología propuesta en este capítulo será aplicada en un caso de estudio en el siguiente capítulo.

Metodología

La presente metodología se basó en las distintas metodologías convencionales consultadas, tales como (i) Estándar ISO 14064-1:2006, (ii) Protocolo GHG, y (iii) Guía para el diseño de programas de informes de contabilidad de GEI. Estas metodologías convencionales fueron

²¹ Doctor dentro del Programa de Ingeniería Ambiental. Pontificia Universidad Católica del Ecuador
Correo: jsanchez450@puce.edu.ec

ajustadas al contexto de una Institución de Educación Superior (IES). Cada uno de los factores de emisión usados en el presente documento son recomendados en la guía metodológica UNE-ISO 14064 (Ihobe, 2012). La descripción general del método para el cálculo de la huella de carbono en instituciones de educación superior se describe en la Figura 1.

Alcance de la metodología – I parte

En este apartado se calculará el CO₂-equivalente emitido a la atmósfera por fuentes administradas directamente por la universidad. Estas fuentes pueden ser agrupadas por (i) consumo de combustibles y (ii) pérdidas de químicos refrigerantes. En la Tabla 1 se describen los factores de emisión usados en el cálculo de CO₂-equivalente para el alcance I.

Figura 1

Mapa conceptual del método propuesto para el cálculo de la huella de carbono en Instituciones de Educación Superior

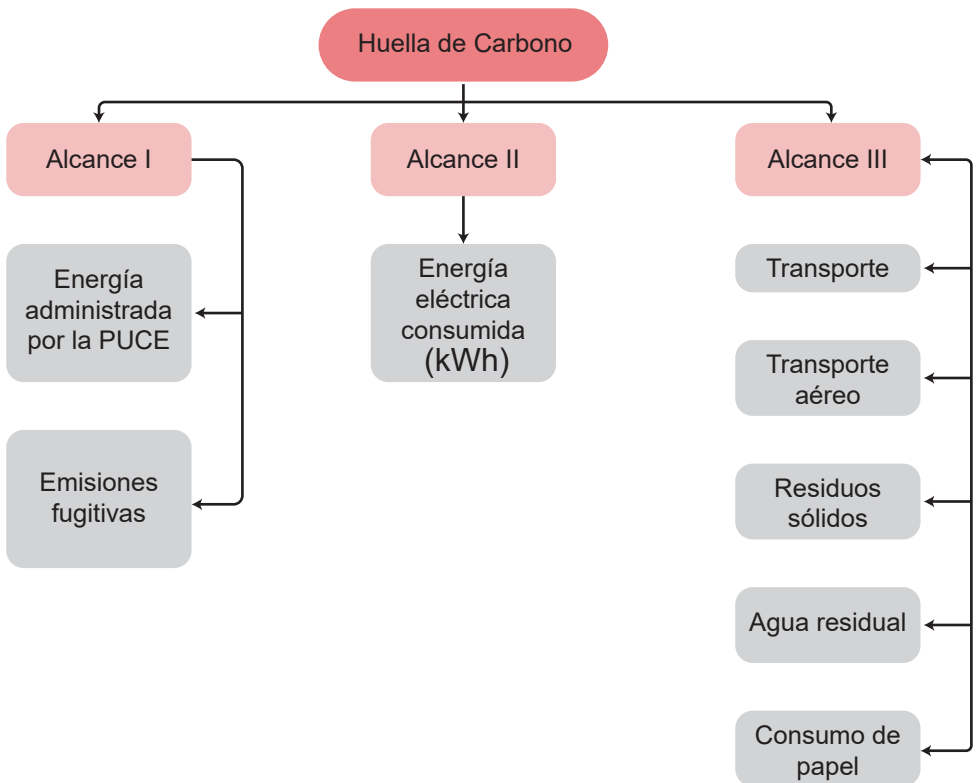


Tabla 1
Factores de emisión para el cálculo de CO₂-equivalente en el alcance I

Descripción	Factor de emisión	Unidades	Fuente
GLP	1.611	KgCO ₂ /L combustible	Instituto Meteorológico Nacional, 2020
CFC-12	10.900	Kg CO ₂ /kg de refrigerante	UNEP, 2022
R-134a	1.430	Kg CO ₂ /kg de refrigerante	UNEP, 2022

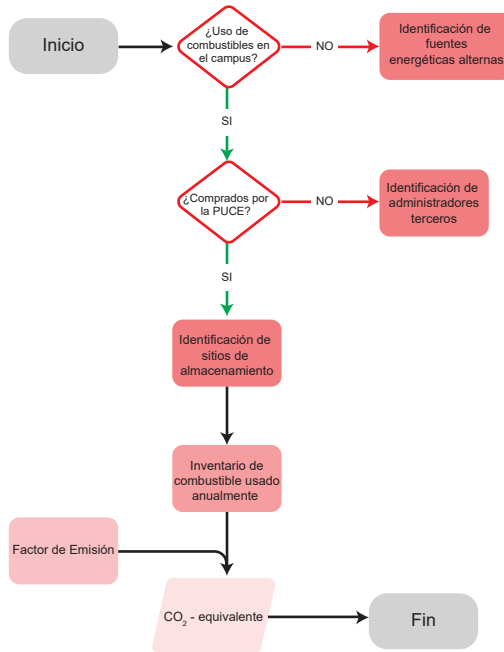
Consumo de combustibles dentro del campus universitario

La primera fuente abarcará el uso de vehículos institucionales en el campus, uso de combustibles en generadores eléctricos, combustibles para prácticas de laboratorio (docencia y/o investigación). Una vez identificados todos los combustibles usados en la universidad, se localizará su almacenamiento dentro del campus y su utilización. A continuación, se entrevistará a las personas encargadas de administrar los combustibles: técnicos de laboratorio, ayudantes de laboratorio, técnicos de mantenimiento, administradores; con el fin de determinar la cantidad de combustible usado anualmente: facturas anuales, estimados de consumo.

Una vez obtenida la cantidad anual consumida de combustibles dentro del campus universitario, se estimará la emisión de GEI a la atmósfera utilizando factores de emisión descritos en la Tabla 2. El algoritmo sugerido para estimar el CO₂-equivalente por consumo de combustibles administrados por la universidad se detalla en la Figura 2.

Figura 2

Algoritmo de estimación de CO₂-equivalente para el Alcance I



Consumo de refrigerantes dentro del campus universitario

Para el cálculo de las emisiones fugitivas de GEI por productos refrigerantes, se realizará un inventario de todos los equipos de refrigeración presentes en el campus universitario (refrigeradoras, congeladores, y ultracongeladores). Se identificaron todos aquellos equipos fabricados antes y después de 1996. Antes de 1996 era muy común utilizar CFC-12 como producto refrigerante, después de este año (Protocolo de Montreal) se comienza a utilizar el HC-600a y el HFC-134a (R-134a). Los refrigeradores contienen

entre 50 y 250 g de refrigerante con una pérdida menor del 1 % anual. Para congeladores y ultracongeladores la cantidad de refrigerante varía entre 50 y 1000 g, con una pérdida anual entre 3 y 30 % (Agarwal et al., 2005). Las pérdidas pueden ser mayores dependiendo del estado en el que se encuentre el equipo de refrigeración. Para fines prácticos se sugiere utilizar los valores medios de cantidad de refrigerante por tipo de equipo de refrigeración y la máxima pérdida anual de cada equipo. Por último se obtuvo el CO₂-equivalente emitido, usando la cantidad perdida anualmente y el factor de emisión descrito en la Tabla 2.

Alcance de la metodología – II parte

El Alcance II abarca todas las emisiones de CO₂-equivalentes por el consumo de energía eléctrica comprada

(fuente fija). La Tabla 2 describe el factor usado para el cálculo de GEI en este alcance.

Tabla 2

Factores de emisión para el cálculo de CO₂-equivalente en el alcance II

Descripción	Factor de emisión	Unidades	Fuente
Energía eléctrica	0.4509	Ton CO ₂ /MWh	CTFE, 2020

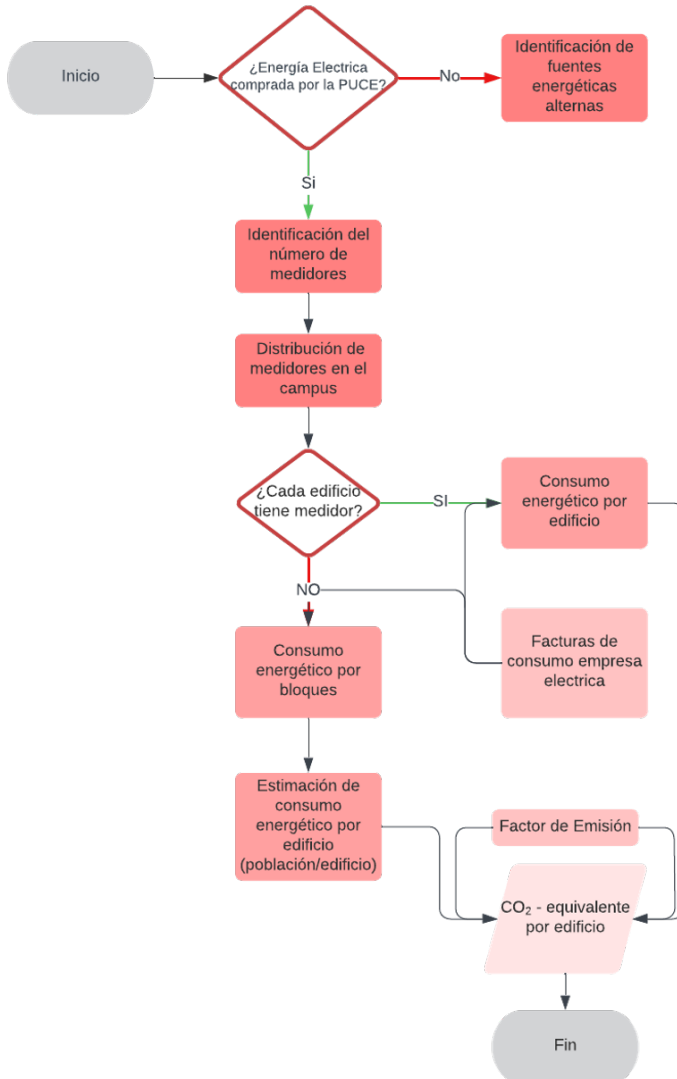
Consumo de energía eléctrica

La energía eléctrica usada en la universidad es comprada. Por lo tanto, se identificó el número y distribución de medidores de consumo en el campus. Esto permite definir si los medidores funcionan por bloques o han sido instalados en cada edificio (escenario óptimo). A continuación, se realiza un análisis del consumo mensual y anual de cada medidor; en este punto se requiere de las facturas anuales o mensuales de energía consumida. Si los medidores fueron instalados por bloques de edificios, se requiere estimar el consumo de energía eléctrica por cada edificio. Para la estimación de consumo de energía eléctrica por edificio se necesita el número de estudiantes, profesores, y trabajadores a tiempo completo; en el caso de los estudiantes nos referiremos a los matriculados en carreras de grado.

A partir de estos datos se calcula la tasa de consumo per cápita de energía eléctrica. A continuación, se multiplica esta tasa por el número de personas en cada edificio para determinar el consumo de energía eléctrica. Finalmente, usando el factor de emisión descrito en la Tabla 3, se determina la cantidad de CO₂-equivalente emitido a la atmósfera. El algoritmo usado para hallar el CO₂-equivalente por consumo de energía eléctrica por la universidad se detalla en la Figura 3.

Figura 3

Algoritmo de estimación de CO₂-equivalente para el Alcance II: Consumo de energía eléctrica



Alcance de la metodología – III parte

El alcance III abarca a aquellas emisiones de GEI a la atmósfera producto de (i) transporte desde y hacia la universidad, (ii) viajes aéreos con carácter académico, (iii) generación

de residuos comunes, (iv) producción de aguas residuales, y (v) consumo de papel. La Tabla 4 describe los factores de emisión usados en el alcance III.

Tabla 3

Factores de emisión para el cálculo de CO₂-equivalente en el alcance III

Descripción	Factor de emisión	Unidades	Fuente
Transporte	8.78	kg of CO ₂ / galón de combustible	UNEP, 2022
Transporte aéreo	0.0198	Pasajero×Km	(Reino Unido, 2019)
Generación de Residuos comunes	1.92	kgCO ₂ /kgRS	Chavarro y Cabezas, 2020
Producción de aguas residuales	41.114	g CO ₂ /m ³	Nevado et al., 2016
Consumo de papel	3	kgCO ₂ /kg papel	Fondo Europeo de Desarrollo Regional, 2010

Emisiones por transporte desde y hacia el campus universitario

La huella de carbono mide las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) de las diferentes actividades realizadas en una industria, empresa o institución. Una de estas actividades está relacionada con la movilización de sus miembros. Comúnmente se usa el producto entre la distancia y la tasa económica de combustible para estimar el consumo de combustible y, por lo tanto, las emisiones de dióxido de

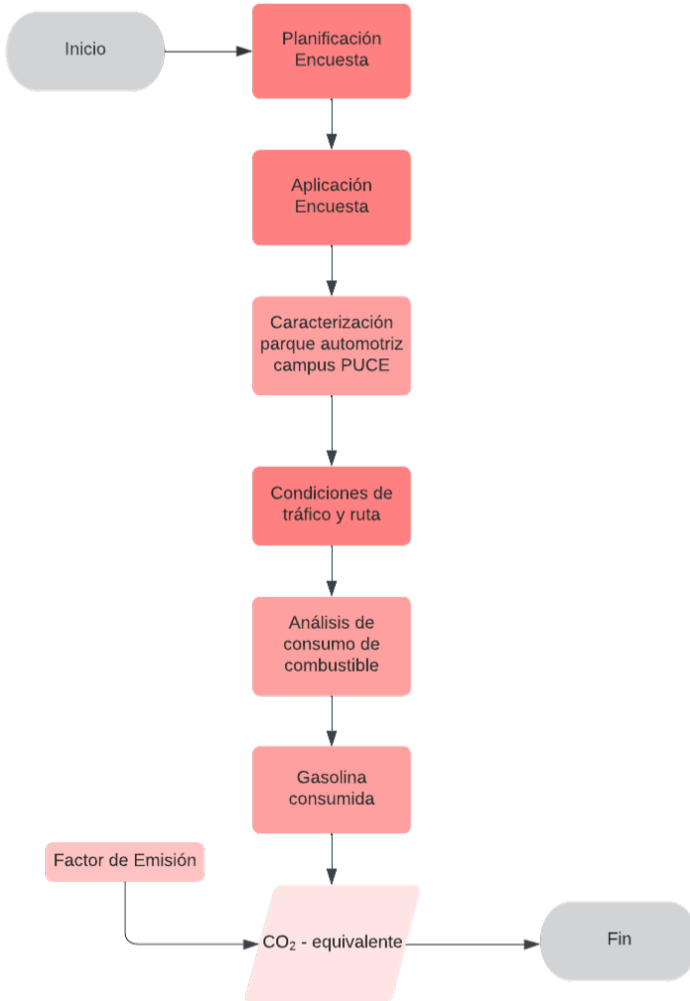
carbono (CO₂). Sin embargo, la distancia es una variable constante en una ruta específica, generando valores constantes de consumo de combustible y emisiones de CO₂. El presente trabajo utilizó un enfoque físico, a través de la influencia de la variable tiempo en el consumo de combustible por cada tramo de una ruta completa, y el tipo de vehículo utilizado. La variable tiempo fue un indicador de las condiciones del tráfico. Para más detalle de la metodología desarrollada en este apartado ver Sánchez-Balseca

et al. (2023). La Figura 4 describe el algoritmo utilizado para determinar las emisiones de CO₂ emitidas al momento

de movilizarse desde y hacia el campus en Quito.

Figura 4

Algoritmo de estimación de CO₂-equivalente para el Alcance II: Transporte desde y hacia el campus PUCE



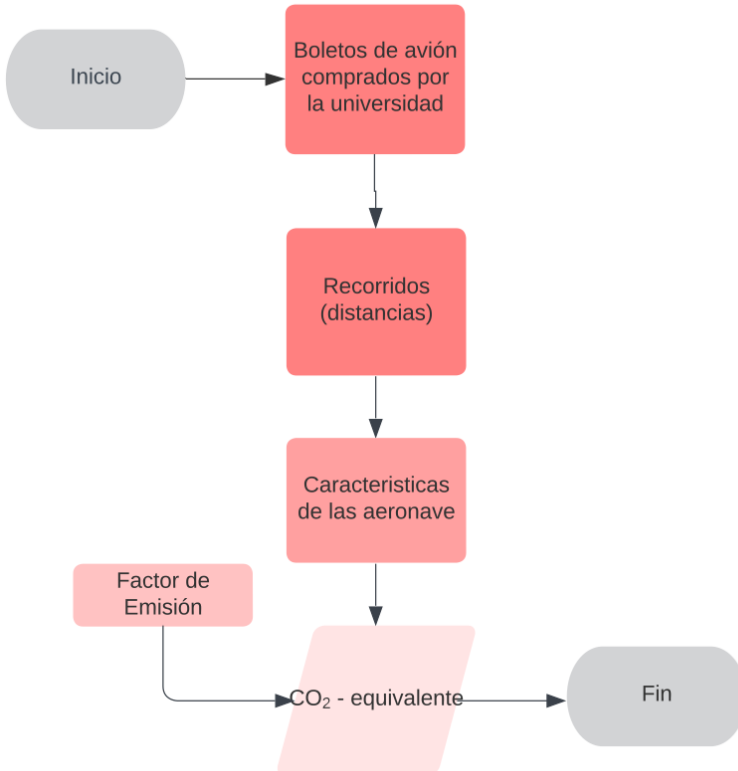
Emisiones por transporte aéreo por fines académicos

Las distancias entre aeropuertos se basan en la fórmula de distancia del gran círculo de Haversine, que asume una tierra esférica. Se pueden calcular utilizando el paquete airports en Rstudio.

Las estimaciones de las emisiones de GEIs por transporte aéreo se derivaron del Departamento de Medio Ambiente, Alimentación y Asuntos Rurales (Reino Unido, 2019). El algoritmo usado para estimar el CO₂-equivalente por viajes aéreos se detalla en la Figura 5.

Figura 5

Algoritmo de estimación de CO₂-equivalente para el Alcance II: Transporte aéreo



Emisiones por la generación de residuos comunes

Para la estimación de GEI desde la generación de residuos comunes se caracteriza la cantidad de residuos generados por la universidad. Se propone pesar diariamente, durante dos semanas, los residuos generados por cada uno de los edificios en cada uno de los turnos en los que trabaja el servicio de recolección. Las bolsas deberán ser etiquetadas indicando el edificio de origen, el turno de recolección, origen de los residuos (oficina, aula, y pasillos), el día de recolección. El origen de los residuos permite calcular la tasa per cápita de generación de residuos por estudiante y por profesor/trabajador. A continuación, se pesa la cantidad de residuos recolectada por día y turno (vaciando la cantidad de líquido que puedan tener los envases). Aleatoriamente se escogen las bolsas de los edificios con mayor población para, a través de la técnica del cuarteo, realizar la clasificación de residuos en plástico, metales, vidrio, papel y cartón, y otros (madera, textiles, y otros). La Figura 6 muestra el algoritmo usado para la estimación de CO₂ por generación de residuos sólidos.

Emisiones por la producción de aguas residuales

Para el cálculo de las emisiones de GEI por la producción de aguas residuales se asume que toda el agua potable consumida es igual a la cantidad generada de aguas residuales. Se sugiere

usar las facturas mensuales de consumo provistas por la empresa de agua potable. Para el cálculo de la tasa per cápita de producción de aguas residuales se requiere el número de la población de la comunidad universitaria. Con la tasa de producción per cápita se calcula la producción por edificio. Finalmente, se multiplica la cantidad de aguas residuales producidas en unidades de volumen por el factor de emisión descrito en la Tabla 4. A continuación se presenta en la Figura 7 el algoritmo usado para estimar el CO₂-equivalente por la producción de aguas residuales.

Emisiones por consumo de papel

Para el cálculo del CO₂-equivalente por el consumo de papel se utiliza el registro que tiene la universidad de papel A4, impreso por cada unidad académica y administrativa en el campus. Este registro suele estar dado por el número de resmas usadas para impresión. Si cada resma tiene 500 hojas con un peso total aproximado de 5 lb (FedrigoniClub, 2014), entonces se puede estimar en peso el papel consumido. Utilizando el factor de emisión en la Tabla 4, se estimó el CO₂-equivalente por consumo de papel por edificio en la universidad (agregando las unidades académicas y administrativas por cada edificio). El algoritmo usado para hallar el CO₂-equivalente por consumo de papel se detalla en la Figura 8.

Figura 6

Algoritmo de estimación de CO₂-equivalente para el Alcance II: Generación de residuos comunes

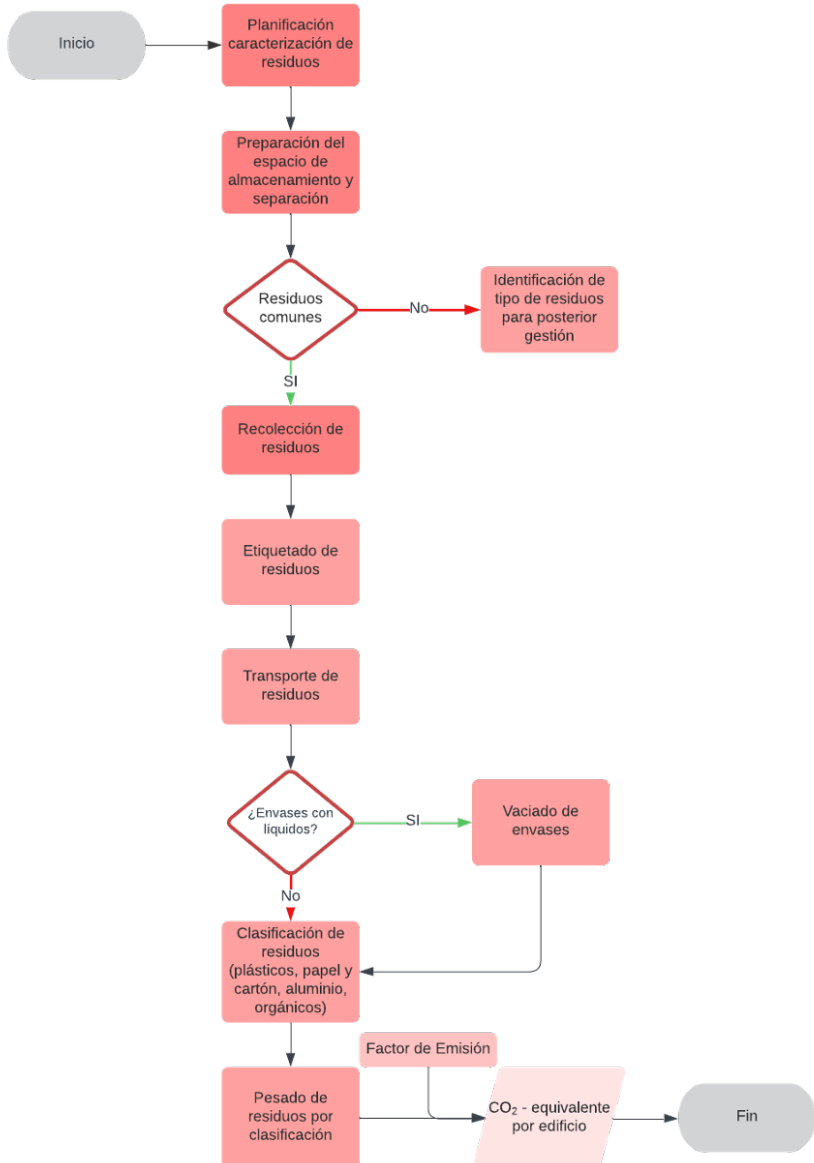


Figura 7

Algoritmo de estimación de CO₂-equivalente para el Alcance II: Consumo de agua potable

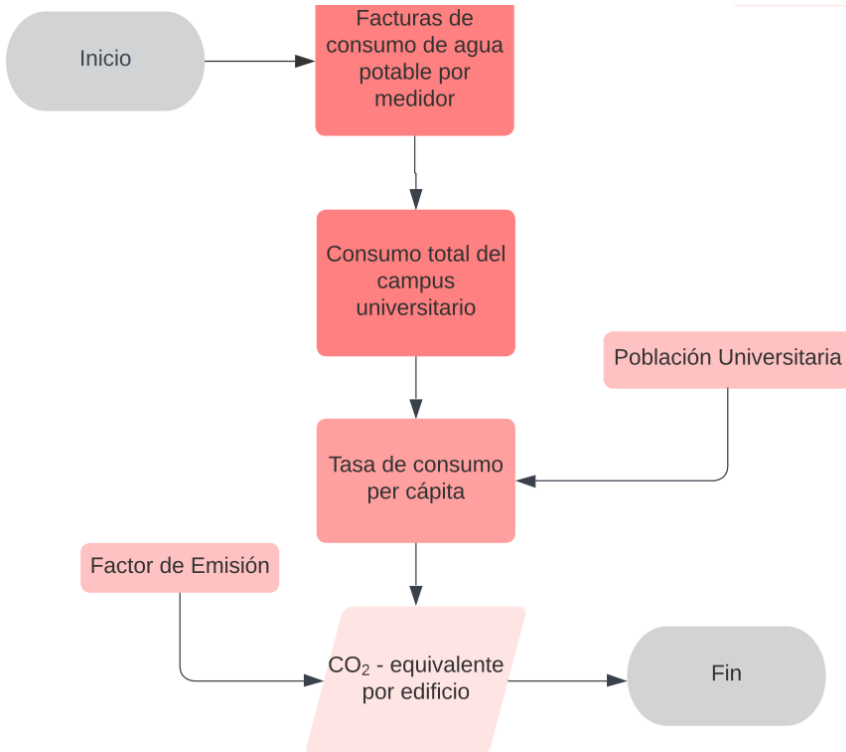
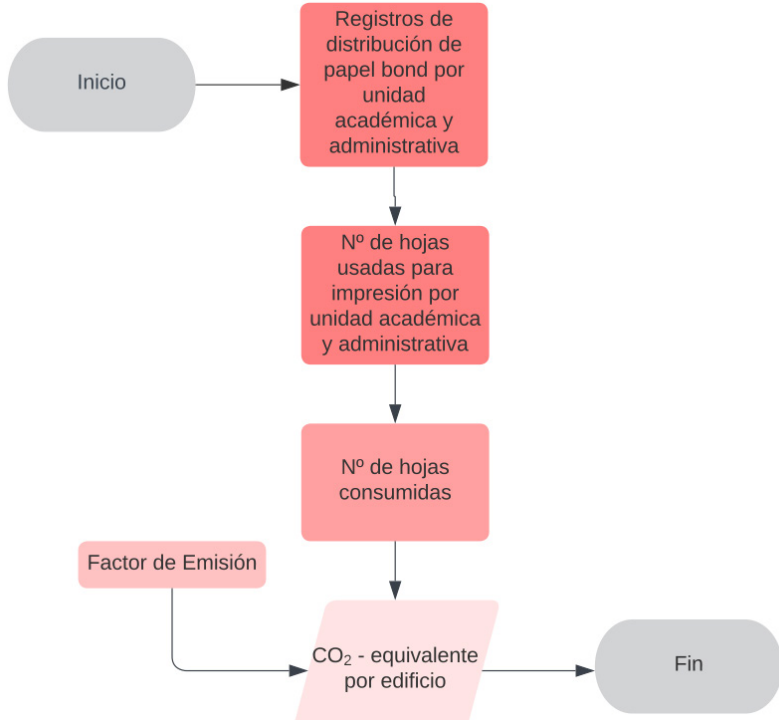


Figura 8

Algoritmo de estimación de CO₂-equivalente para el Alcance II: Consumo de papel



Bibliografía

Adam, M., & Sean, T. (2011). *A reassessment of carbon content in tropical trees*. PLOS ONE.

Agarwal, R., Anderson, J., Bivens, D., Colbourne, D., Hundy, G., König, H., & Neksá, P. (2005). *Special report: Safeguarding the ozone layer and the global climate system: Refrigeration*. Cambridge.

Al-Ghussain, L. (2018). *Global warming: Review on driving forces and mitigation*. Environmental Progress & Sustainable Energy.

Anderson, T., Hawkins, E., & Jones, P. (2016). *CO₂, the greenhouse effect and global warming: From the pioneering work of Arrhenius and Callendar to today's Earth System Models*. Endeavour.

Cabezas, J., & Chavarro, M. (2020). *Cálculo de huella de carbono en la Universidad de La Salle sede Norte para la formulación de propuestas de prevención y mitigación de gases de efecto invernadero*. Bogotá: La Salle.

Comisión Técnica de Determinación de Factores de Emisión de Gases de Efecto Invernadero - CTFE. (2020). *Factor de emisión de CO₂ del Sistema Nacional Interconectado de Ecuador Informe 2019*. Quito: CTFE.

Dávila, F., & Varela, D. (2014). *Determinación de la Huella de Carbono en la Universidad Politécnica Salesiana*. Sede Quito, Campus Sur. Quito: UPS.

Duc, K., Ancev, T., & Randall, A. (2019). *Evidence of climatic change in Vietnam: Some implications for agricultural production*. Journal of Environmental Management.

Ferrer-Gutierrez, J., Vera-Infante, T., Blacio, S., & Gadvay, K. (2021). *Huella de carbono de la Universidad Técnica de Machala período 2018-2020*. Dominio de las Ciencias.

Fondo Europeo de Desarrollo Regional. (2010). *Estrategia Aragonesa de cambio climático y energías Limpias*. Bilbao: EACCEL.

Forster, P., Ramaswamy, P., Artaxo, T., Bernsten, R., Betts, R., Fahey, J., & Van Dorland, R. (2007). *Changes in atmospheric constituents and in radiative forcing*. In P. Forster et al. (Eds.), *Climate change 2007: The physical science basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (pp. 129-234). Cambridge University Press.

García, S. (2021). *Determinación de la Huella de Carbono en la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, provincia de Los Ríos*. Quevedo: UTEQ.

Haddad, S., Barker, A., Yang, J., Mohan, D., Garshasbi, S., Paolini, R., & Santamouris, M. (2020). *On the potential of building adaptation measures to counterbalance the impact of climatic change in the tropics*. Energy and Buildings, 229, 110494.

Houghton, J., Ding, Y., Griggs, D., Noguer, M., van der Linden, P., Dai, X., & Johnson, C. (Eds.). (2001). *Climate Change 2001: The Scientific Basis*. Cambridge: Cambridge University Press.

Ihobe. (2012). *Guía metodología para la aplicación de la norma UNE-ISO 14064-1:2006 para el desarrollo de inventarios de Gases de Efecto Invernadero en organizaciones*. Bilbao: IHOBE S.A.

Illescas, M., & Josselyn, M. (2019). *Cálculo de la huella de carbono del Campus Central de la Universidad de Cuenca en el período enero - diciembre 2017*. Cuenca: UCuenca.

Aplicación de la metodología para el cálculo de la Huella de Carbono en Instituciones de Educación Superior. Caso de estudio Pontificia Universidad Católica del Ecuador.

Joseph Jahir Sánchez Balseca²²

Para empezar con la aplicación del marco metodológico del cálculo de la huella de carbono en el campus Quito de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador se consideró, para fines de cálculo, el valor promedio de los datos recolectados entre 2018 y 2019. Los años 2020 y 2021 fueron irregulares respecto a las actividades académicas, producto de la pandemia COVID-19. Algunos datos fueron recolectados considerando normalidad en las actividades académicas durante el año 2022 (caracterización de residuos comunes y transporte).

Descripción del campus universitario

La Pontificia Universidad Católica del Ecuador (PUCE) fue fundada en 1946 y es la primera universidad privada de Ecuador. El campus en Quito cuenta con aproximadamente 72 000 m² de área y 1 325 m de perímetro. Localizada en la Avenida 12 de octubre y Roca, 17012184 (X = 779276.9; Y = 9976876.9) a 2 800 metros sobre el nivel del mar. Para el año base de cálculo de la huella de carbono (2019) contaba con 11 726 estudiantes (10 230 de grado y 1 494 de posgrado), 850 trabajadores administrativos (39 directivos, 678 administrativos, y 133

trabajadores), y 1 555 docentes (967 de grado y 588 de posgrado) (PUCE, 2022).

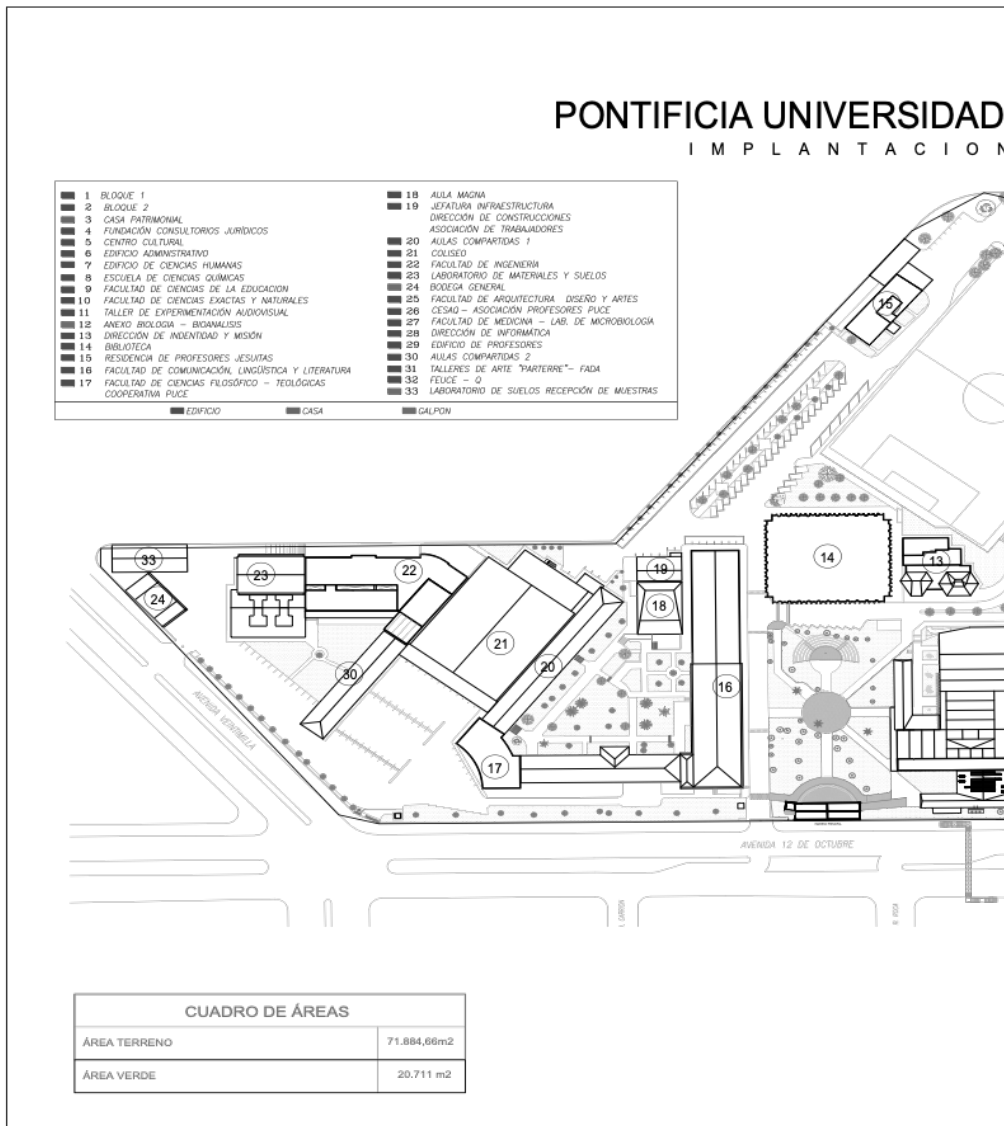
El campus en Quito cuenta con 33 edificaciones (29 edificios y 4 casas y/o galpones). La Figura 1 muestra la distribución de las 33 edificaciones a lo largo del área del campus universitario. Los datos recolectados para el cálculo de la huella de carbono, para cada uno de los alcances agrupa ciertas edificaciones por razones de significancia y/o practicidad. Por ejemplo, el bloque I agrupa los datos recolectados del Centro de Estudios Aplicados en Química (CESAQ). La Tabla 1 describe la agregación de edificaciones en el cálculo de la huella de carbono en el presente trabajo. Se han omitido los edificios: (i) residencia de sacerdotes jesuitas, (ii) bodega general, (iii) FEUCE-Q, y (iv) laboratorio de suelos recepción de muestras; principalmente por la falta de datos recolectados.

²¹ Doctor dentro del Programa de Ingeniería Ambiental. Pontificia Universidad Católica del Ecuador
Correo: jsanchez450@puce.edu.ec

Tabla 1
Agregación de edificios para el cálculo de la Huella de Carbono.

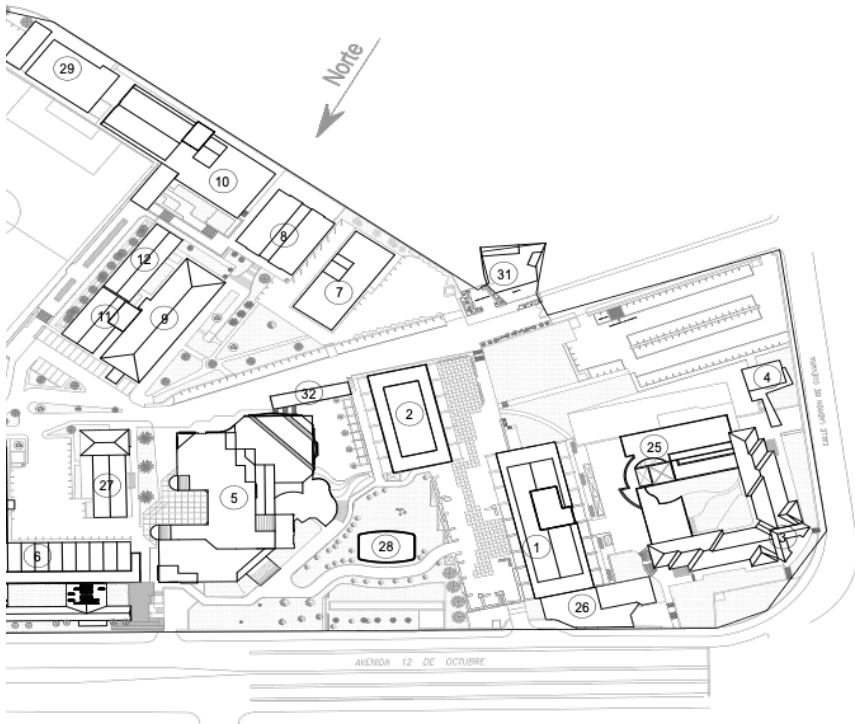
ID	Edificio	ID implantación general
1	ARQUITECTURA	25, 3, 31
2	CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN	9, 11
3	CIENCIAS HUMANAS	7
4	CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES	10, 12
5	ESCUELA DE CIENCIAS QUÍMICAS	8
6	INGENIERÍA	22
7	COMUNICACIÓN, LINGÜÍSTICA Y LITERATURA	16
8	FILOSOFÍA Y TEOLOGÍA	17
9	BLOQUE I	1, 26
10	BLOQUE II	2
11	BIBLIOTECA CENTRAL	14
12	CENTRO CULTURAL	5
13	FUNDACIÓN CONSULTORIOS JURÍDICOS	4
14	ADMINISTRATIVO	6
15	DIRECCIÓN DE INFORMÁTICA	28
16	JEFATURA DE INFRAESTRUCTURA	18, 19
17	FACULTAD DE MEDICINA LAB.	27
18	DIRECCIÓN DE IDENTIDAD Y MISIÓN	13
19	LAB. DE MATERIALES Y SUELOS	23
24	EDIFICIO DE PROFESORES	29
25	COLISEO	21
26	AULAS COMPARTIDAS	20, 30

Figura 1
Distribución de edificios en la PUCE-Quito.



CATOLICA DEL ECUADOR

GENERAL



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR			
IMPLANTACIÓN GENERAL			
	Fecha: ENERO / 2022	Escala: 1:1500	Responsable de Planta Física: _____ Ara Fernanda Escoto T.
IMPLANTACIÓN GENERAL			1 de 1

Fuente: Departamento de Planta General

La PUCE consumió anualmente 12 tanques de 45 kg de GLP; distribuidos en el edificio de Ciencias Exactas y Naturales (5 tanques: laboratorios), en el edificio de Ciencias Humanas (5 tanques: laboratorio nutrición), y en el edificio de Ciencias Químicas (2 tanques: laboratorios). Por lo tanto, se emitieron a la atmósfera 1.60 toneladas de CO₂-equivalente debido al consumo de

combustibles en el campus PUCE-Quito. En la estimación de gases refrigerantes fugitivos se contabilizaron 196 equipos de refrigeración (refrigerador, congelador, y ultracongelador). La distribución de los equipos se muestra en la Tabla 2, el edificio de Ciencias Exactas y Naturales presentó la mayor cantidad de equipos de refrigeración (mayor cantidad de laboratorios).

Tabla 2

Distribución de equipos de refrigeración en el campus PUCE-Quito (refrigeradora, congelador, ultracongelador).

Edificio	Refrigeradora	Congelador	Ultracongelador	TOTAL
CENTRO CULTURAL	1	1	0	2
CENTRO MÉDICO UNIVERSITARIO	1	0	0	1
CESAQ	1	0	1	2
ADMINISTRATIVO	4	0	0	4
JEFATURA DE INFRAESTRUCTURA	1	0	0	1
INGENIERÍA	3	0	0	3
EDIFICIO DISERLAB	11	9	0	20
CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES	72	41	15	128
ESCUELA DE CIENCIAS QUÍMICAS	14	10	0	24
CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN	1	0	0	1
FILOSOFÍA Y TEOLOGÍA	1	0	0	1
COMUNICACIÓN, LINGÜÍSTICA Y LITERATURA	2	0	0	2
CIENCIAS HUMANAS	0	1	0	1
GIMNASIO	0	1	0	1
BLOQUE 1	2	2	0	4
TOTAL	114	65	17	196

La Tabla 3 muestra la cantidad de CO₂-equivalente que cada edificio aportó por gases refrigerantes fugitivos. Como es consecuente, el edificio con mayor número de equipos de refrigeración

aportó más a la emisión de GEI (10.39 toneladas). Las emisiones fugitivas por equipos de refrigeración fueron iguales a 13 toneladas de CO₂-equivalente anuales.

Tabla 3

CO₂-equivalente calculado a partir de las emisiones de GEI fugitivas

Edificio	Refrigeradora	Congelador	Ultracongelador	TOTAL
CENTRO CULTURAL	0,001	0,001	-	0,003
CENTRO MÉDICO UNIVERSITARIO	0,001	-	-	0,001
CESAQ	0,001	-	0,172	0,173
ADMINISTRATIVO	0,005	-	-	0,005
JEFATURA DE INFRAESTRUCTURA	0,01	-	-	0,01
INGENIERÍA	0,004	-	-	0,004
EDIFICIO DISERLAB	0,014	0,927	-	0,941
CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES	0,186	7,631	2,574	10,391
ESCUELA DE CIENCIAS QUÍMICAS	0,027	1,03	-	1,056
CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN	0,001	-	-	0,001
FILOSOFÍA Y TEOLOGÍA	0,01	-	-	0,01
COMUNICACIÓN, LINGÜÍSTICA Y LITERATURA	0,003	-	-	0,003
CIENCIAS HUMANAS	-	0,103	-	0,103
GIMNASIO	-	0,103	-	0,103
BLOQUE 1	0,003	0,206	-	0,208
TOTAL	0,27	10	2,92	13,008

La cantidad de CO₂-equivalente emitido a la atmósfera por las actividades que abarca el alcance I es igual a 14.6 toneladas anuales. El consumo de

combustibles aportó con el 11 % de las emisiones calculadas para el alcance I, en tanto que 89 % restante correspondió a emisiones fugitivas de GEI (ver Tabla 4).

Tabla 4

Cantidades de combustibles consumidos y refrigerantes fugitivos en el campus PUCE-Quito.

Tipo de combustible o refrigerante	Cantidad anual usada	CO ₂ -equivalente (toneladas)
GLP	12 tanques de 45 kg (996 litros)	1.60
CFC-12	0,37 kg	4.04
R-134 ^a	6,3789 kg	8.96
TOTAL		14.6

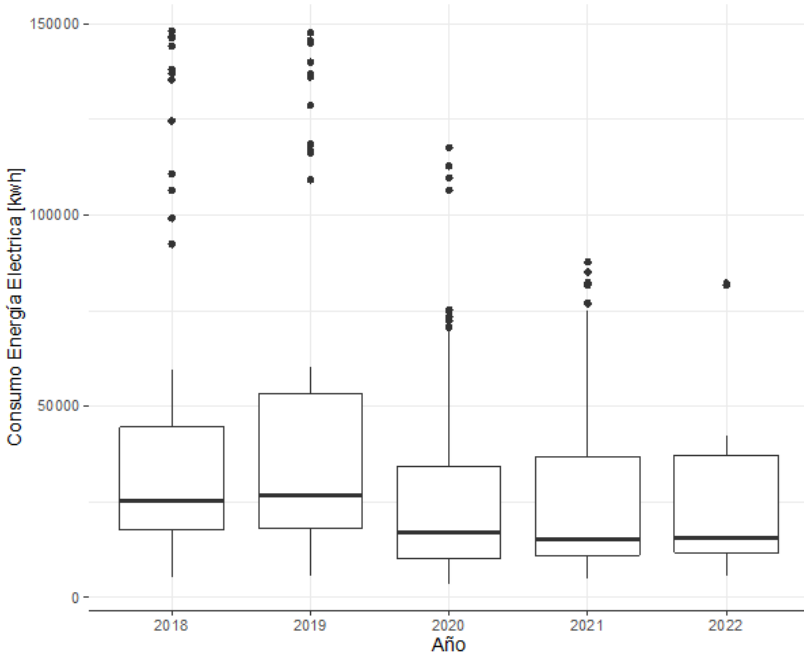
Resultados - Alcance II: Consumo de energía eléctrica

Debido a la pandemia COVID-19 y sus restricciones, el período 2020-2021 se tomó como años base para el cálculo de la huella de carbono de la PUCE el periodo 2018-2019 (prepandemia). Como se muestra en la Figura 2 para el 2020 y posteriores años hay un descenso en el consumo de energía eléctrica (debido a la no-presencialidad).

El consumo medio de energía eléctrica por persona en la PUCE fue de 0.928 kwh/día. Anualmente, el campus PUCE-Quito consumió en media 3 400 905 kwh, lo que equivale a 1 533.5 toneladas de CO₂-equivalente emitidos a la atmósfera (0.021 toneladas CO₂-equivalente/m²).

Figura 2

Boxplot del consumo de energía eléctrica anual del campus PUCE-Quito.

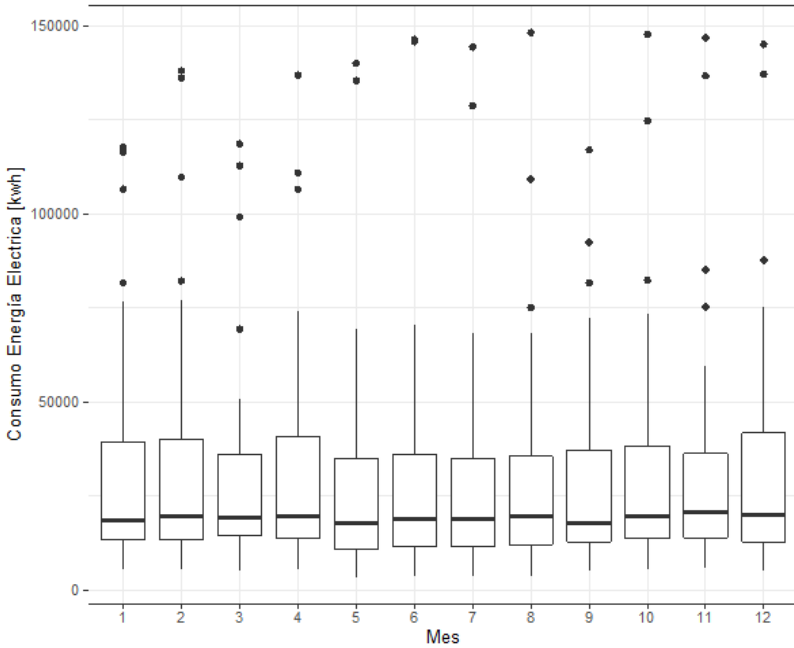


El consumo energético interanual presenta poca variación, sin embargo, se evidencia un ligero descenso en el consumo de energía eléctrica para los meses de mayo, junio, y julio (meses de vacaciones de verano). Los meses que presentan máximos valores en el consumo energético son diciembre, enero, y febrero. La Figura 3 muestra el comportamiento interanual del consumo de energía eléctrica en el campus PUCE-Quito.

El campus PUCE-Quito tiene instalados 7 medidores de luz eléctrica. Cada uno de estos medidores abastece del servicio a un bloque de edificios, a excepción del medidor que abastece solamente al edificio de la Biblioteca Central. A continuación, se describe la distribución de medidores en el campus universitario, así como los edificios a los que cada medidor provee del servicio eléctrico.

Figura 3

Boxplot del consumo de energía eléctrica interanual del campus PUCE-Quito



- El medidor 1: Edificio de Ciencias de la Educación, Audio Visuales, Residencia Jesuita, Destrezas Médicas, y Diserlab
- El medidor 2: Edificio de Administrativo, FCLL, Planta Física, Centro Médico, y Pastoral
- El medidor 3: Edificio de Ingeniería I, Laboratorio de Suelos, Edificio de Teología, Coliseo, Bodega General, Aulas Compartidas, y Fisioterapia
- El medidor 4: Biblioteca General

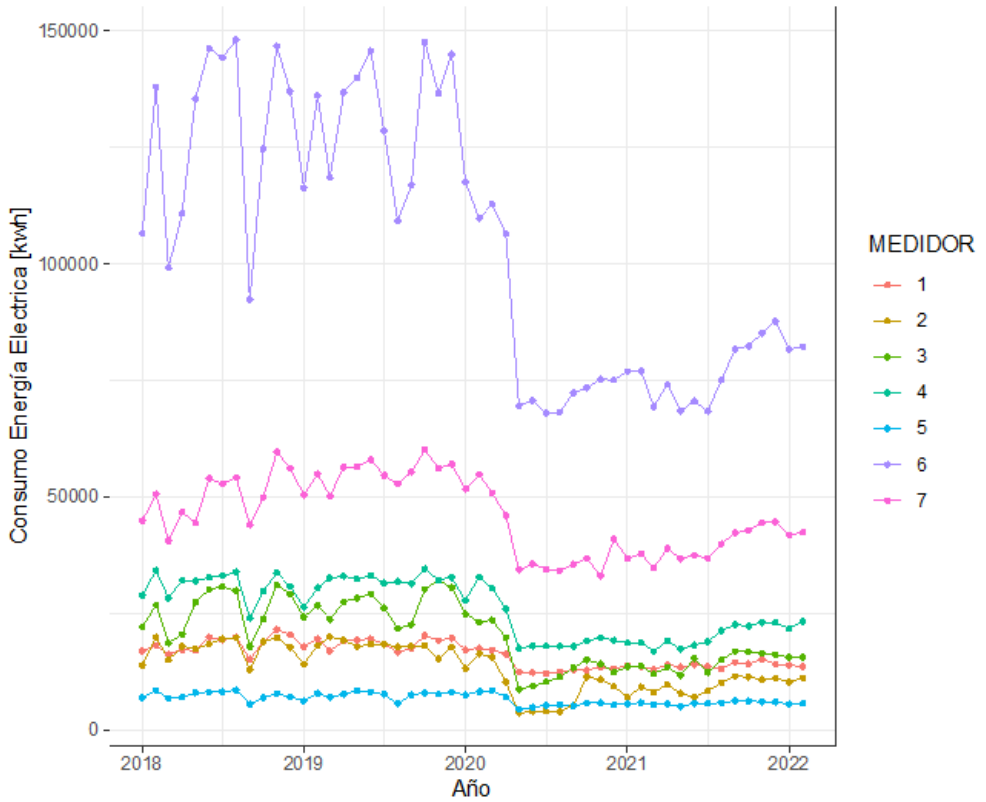
- El medidor 5: Centro de Psicología Aplicada, FADA-Casa Vieja, APPUCE, y CESAQ
- El medidor 6: Centro Cultural, Comedor Cc, Centro de Copiado En Cc, Edificio de Dirección Informática, Edificio de Bloque I, FADA, Consultorio Jurídicos, Talleres, Edificio de Bloque II, FEUCE, y Ascensores Nuevos Bloque 2
- El medidor 7: Edificio de Ciencias de la Educación, Audio Visuales

El sexto medidor tuvo el mayor consumo de energía eléctrica en todo el campus a lo largo de la serie de tiempo. Este comportamiento es debido a que el sexto medidor entrega energía eléctrica a

varios edificios con gran capacidad para estudiantes, profesores, y trabajadores (Bloque I, Bloque II, FADA, Centro Cultural, etc.). La Figura 4 muestra el comportamiento mensual del consumo de energía eléctrica por medidor a lo largo del tiempo.

Figura 4

Series de tiempo del consumo de energía eléctrica por medidor del campus PUCE-Quito.



El quinto medidor tuvo el menor consumo de energía eléctrica en el campus PUCE-Quito (abarca el centro psicología aplicada, FADA-casa vieja,

APPUCE, y CESAQ). La Tabla 5 muestra el comportamiento medio mensual del consumo de energía eléctrica por medidor.

Tabla 5
Consumo de electricidad mensual por medidor (kwh)

Mes	Medidor						
	1	2	3	4	5	6	7
1	17404	13990	23158	27606	6588	111447	47647
2	18828	19011	26741	32344	8154	137069	52757
3	16574	17501	21173	30443	6908	108871	45357
4	18124	18599	24009	32534	7334	123872	51566
5	18162	17617	27827	32161	8208	137687	50455
6	19729	18418	29667	32915	8125	146022	55973
7	18883	18926	28485	32329	7921	136491	53751
8	18251	18833	25793	32851	7079	128681	53459
9	16362	15417	20204	27698	6520	104675	49665
10	19523	18551	26973	32143	7434	136154	55009
11	20348	17530	31595	32919	7737	141689	57906
12	20027	17733	29844	31746	7548	141062	56583
TOTAL	222216	212126	315470	377689	89556	1553718	630129

El consumo per cápita por cada medidor es calculado y presentado en la Tabla 6, si bien es cierto el sexto medidor tiene el mayor consumo energético la tasa per cápita para este mismo medidor es una

de las más bajas del campus (apoyando la idea de que hay más personas que son beneficiadas por este medidor).

Tabla 6
Consumo de energía eléctrica diario per cápita (kwh)

Mes	Medidor						
	1	2	3	4	5	6	7
1	1,93	1,35	0,52	48,43	0,20	0,44	1,93
2	2,13	1,84	0,60	56,74	0,25	0,54	2,13
3	1,84	1,69	0,47	53,41	0,21	0,43	1,84
4	2,07	1,80	0,54	57,08	0,22	0,49	2,07
5	2,04	1,70	0,62	56,42	0,25	0,54	2,04
6	2,25	1,78	0,66	57,75	0,25	0,58	2,25
7	2,16	1,83	0,64	56,72	0,24	0,54	2,16
8	2,13	1,82	0,58	57,63	0,21	0,51	2,13
9	1,96	1,49	0,45	48,59	0,20	0,41	1,96
10	2,21	1,79	0,60	56,39	0,22	0,54	2,21
11	2,32	1,69	0,70	57,75	0,23	0,56	2,32
12	2,28	1,71	0,67	55,70	0,23	0,56	2,28
Prom	2,11	1,71	0,59	55,22	0,23	0,51	2,11

El bloque I fue el edificio con mayor consumo anual energético, con 975 142 kWh, lo que genera aproximadamente 440 toneladas de CO₂-equivalente a la atmósfera. En segundo lugar, se encuentra el edificio de la Biblioteca Central con 377 689 kWh y 170.30 toneladas de CO₂-

equivalente emitidos a la atmósfera. La estimación para el consumo de energía eléctrica por cada edificio tiene un error relativo del 0.02 %. La Tabla 7 muestra el aporte de CO₂-equivalente a la atmósfera por cada edificio por consumo de energía eléctrica.

Tabla 7

CO₂-equivalente por edificio calculado a partir del consumo de energía eléctrica

ID	Edificio	Consumo anual (kwh)	CO ₂ -equivalente (toneladas)
1	ARQUITECTURA	168606	76,02
2	CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN	186751,365	84,21
3	CIENCIAS HUMANAS	164594,424	74,22
4	CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES	281076,631	126,74
5	ESCUELA DE CIENCIAS QUÍMICAS	75333,6015	33,97
6	INGENIERÍA	204471,426	92,2
7	COMUNICACIÓN, LINGÜÍSTICA Y LITERATURA	73553,4045	33,17
8	FILOSOFÍA Y TEOLOGÍA	33609,3308	15,15
9	BLOQUE I	975141,89	439,69
10	BLOQUE II	303810,737	136,99
11	BIBLIOTECA CENTRAL	377689	170,3
12	CENTRO CULTURAL	245368,776	110,64
13	FUNDACIÓN CONSULTORIOS JURÍDICOS	1381,6557	0,62
14	ADMINISTRATIVO	155764,189	70,23
15	DIRECCIÓN DE INFORMÁTICA	5833,6574	2,63
16	JEFATURA DE INFRAESTRUCTURA	6660,9686	3
17	FACULTAD DE MEDICINA LAB.	12661,1095	5,71
18	DIRECCIÓN DE IDENTIDAD Y MISIÓN	4099,0576	1,85
19	LAB. DE MATERIALES Y SUELOS	123892,778	55,86
	TOTAL	3400300	1533,19

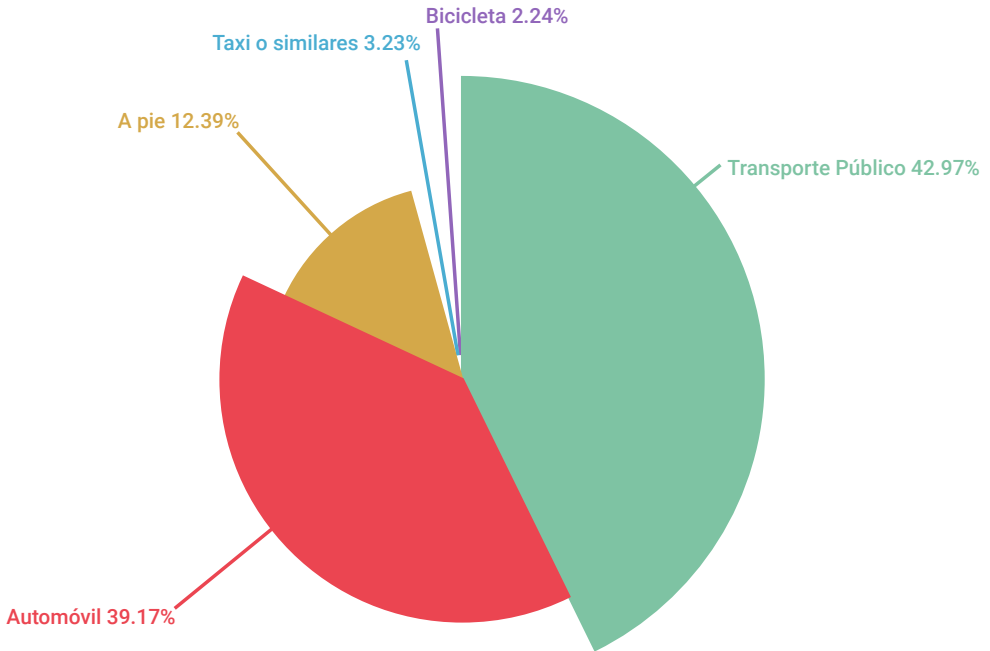
Resultados - Alcance III: Emisiones por transporte desde y hacia el campus PUCE-QUITO

Se estimó intersemanalmente que la comunidad académica se moviliza mayoritariamente en transporte público (43 %) y automóvil (39 %). El uso de taxi o similares (3.23 %) y bicicleta (2.24 %) son

los medios de transporte menos usados. La Figura 5 muestra la distribución de medios de transporte que se utilizan desde y hacia el campus universitario en Quito.

Figura 5

Distribución de los medios de transporte usados por la comunidad universitaria PUCE-Quito



La Tabla 8 muestra el comportamiento intersemanalmente de la comunidad académica en cuanto al medio de transporte usado. El día jueves se reduce el uso de automóvil, aumentando así el uso de transporte público.

En promedio, la comunidad académica (40 %) inicia su viaje hacia la PUCE-Quito a las 06h00 y retorna (48 % de la comunidad) desde el campus-Quito entre las 16h00 y las 18h00.

Tabla 8

Porcentajes del tipo de medio de transporte que utiliza la comunidad académica PUCE-Quito intrasemanalmente.

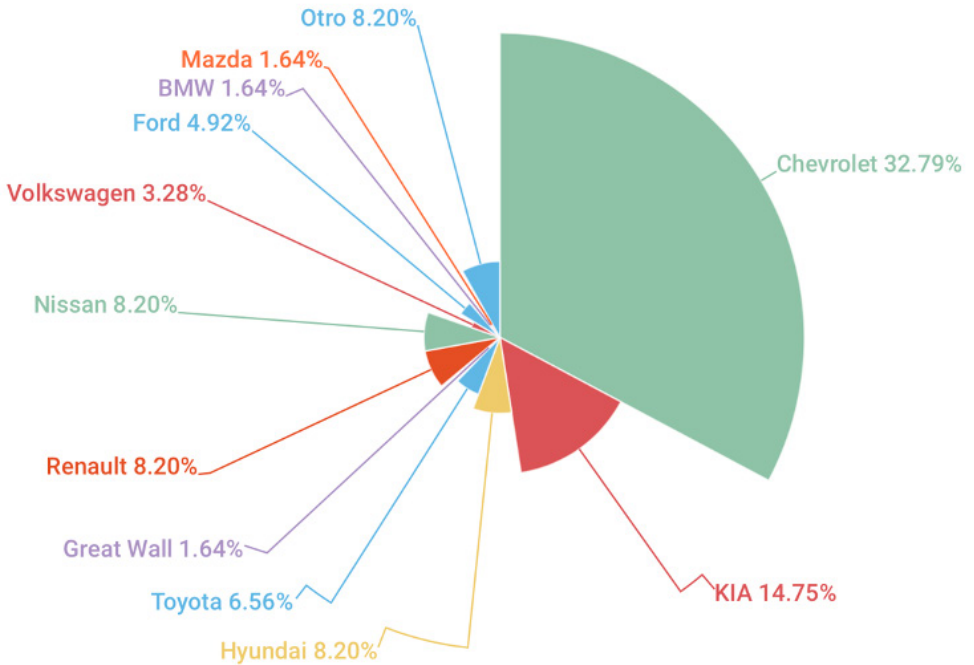
Medio de Transporte	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
Automóvil	42 %	39 %	38 %	3 %	42 %
Taxi o similares	3 %	2 %	5 %	3 %	3 %
Transporte Público	41 %	45 %	42 %	46 %	41 %
Bicicleta	2 %	2 %	2 %	3 %	2 %
A pie	12 %	12 %	1 %	13 %	12 %

La comunidad universitaria del campus PUCE-Quito tuvo en su mayoría las marcas de automóviles Chevrolet, KIA, y Hyundai. La Figura 6 muestra la distribución del parque automotriz dentro del campus PUCE-Quito. En cuanto a la edad del parque automotriz usado por la comunidad universitaria en

su mayoría (16 %) se encuentran vehículos fabricados entre el 2018 y el 2020. Los cilindradas de vehículos más utilizados varían entre 1.4 a 2.2 litros (37 %). El 86 % de los automóviles funcionan con gasolina, 8 % con Diésel, y el 6 % son vehículos híbridos.

Figura 6

Distribución del parque automotriz del campus PUCE-Quito



La Tabla 9 muestra la distribución de medios de transporte usados por cada uno de los edificios presentes en el campus-Quito.

Tabla 9

Número de usuarios por medios de transporte y por edificio en PUCE-Quito

Edificio	Automóvil	Taxi o similares	Transporte Público	Bicicleta	A pie	Total
ARQUITECTURA	432	35	474	24	137	1102
CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN	116	9	127	6	37	295
CIENCIAS HUMANAS	102	8	112	6	32	260
CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES	174	14	191	10	55	444
ESCUELA DE CIENCIAS QUÍMICAS	47	4	51	3	15	119
INGENIERÍA	456	37	500	26	144	1162
COMUNICACIÓN, LINGÜÍSTICA Y LITERATURA	164	13	180	9	52	418
FILOSOFÍA Y TEOLOGÍA	75	6	82	4	24	191
BLOQUE I	2490	203	2731	140	788	6352
BLOQUE II	776	63	851	44	245	1979
BIBLIOTECA CENTRAL	7	1	8	1	2	20
CENTRO CULTURAL	7	1	8	1	2	19
FUNDACIÓN CONSULTORIOS JURÍDICOS	4	1	4	1	1	11
ADMINISTRATIVO	119	10	131	7	38	304
DIRECCIÓN DE INFORMÁTICA	15	1	16	1	5	38
JEFATURA DE INFRAESTRUCTURA	5	1	6	1	2	14
FACULTAD DE MEDICINA LAB.	8	1	9	1	2	21
DIRECCIÓN DE IDENTIDAD Y MISIÓN	3	1	3	1	1	10
LAB. DE MATERIALES Y SUELOS	5	1	6	1	2	14
TOTAL	5003	412	5489	286	1583	12 773

El uso de medios de transporte por parte de la comunidad académica del campus PUCE-Quito emitió 4 247 toneladas de CO₂-equivalente anuales

a la atmósfera. La Tabla 10 muestra la cantidad de CO₂-equivalente emitido por cada edificio del campus PUCE-Quito.

Tabla 10

CO₂-equivalente emitidos a la atmósfera por medios de transporte usados por la comunidad académica PUCE-Quito.

Edificio	Automóvil	Taxi o similares	Transporte Público	Total
ARQUITECTURA	312,08	25,48	28,91	366,46
CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN	83,54	6,82	7,74	98,10
CIENCIAS HUMANAS	73,63	6,01	6,82	86,46
CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES	125,74	10,26	11,65	147,65
ESCUELA DE CIENCIAS QUÍMICAS	33,70	2,75	3,12	39,57
INGENIERÍA	329,07	26,86	30,48	386,42
COMUNICACIÓN, LINGÜÍSTICA Y LITERATURA	118,38	9,66	10,96	139,00
FILOSOFÍA Y TEOLOGÍA	54,09	4,42	5,01	63,52
BLOQUE I	1798,86	146,85	166,61	2112,32
BLOQUE II	560,44	45,75	51,91	658,10
BIBLIOTECA CENTRAL	5,38	0,72	0,50	6,60
CENTRO CULTURAL	5,10	0,72	0,47	6,29
FUNDACIÓN CONSULTORIOS JURÍDICOS	2,55	0,72	0,24	3,51
ADMINISTRATIVO	86,09	7,03	7,97	101,09
DIRECCIÓN DE INFORMÁTICA	10,76	0,88	1,00	12,64
JEFATURA DE INFRAESTRUCTURA	3,68	0,72	0,34	4,74
FACULTAD DE MEDICINA LAB.	5,66	0,72	0,52	6,91
DIRECCIÓN DE IDENTIDAD Y MISIÓN	2,27	0,72	0,21	3,20
LAB. DE MATERIALES Y SUELOS	3,68	0,72	0,34	4,74
TOTAL	3614,71	297,82	334,80	4247,33

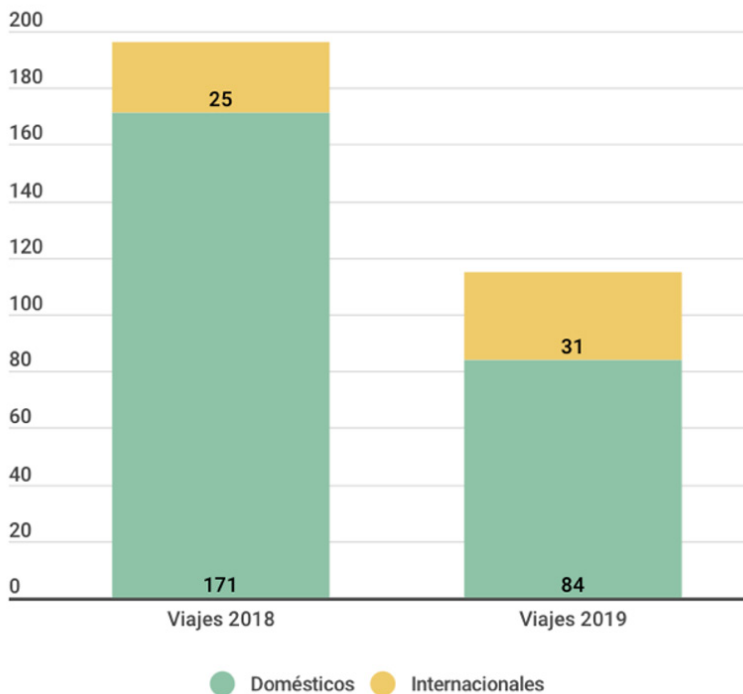
Emisiones por viajes en avión

Para el año 2018 se realizaron 196 viajes en avión (87 % domésticos y 12 % internacionales). Estos viajes emitieron 48 toneladas de CO₂-equivalente a la atmósfera. Para el año 2019 se realizaron 115 viajes en avión (73 % domésticos y 27 % internacionales) generando 104

toneladas de CO₂-equivalente a la atmósfera. En promedio para el año base se ha generado 81.5 toneladas de CO₂-equivalente. La Figura 7 muestra la distribución de los viajes aéreos usados por la comunidad académica campus PUCE-Quito.

Figura 7

Distribución del número de viajes aéreos para la comunidad académica PUCE-Quito



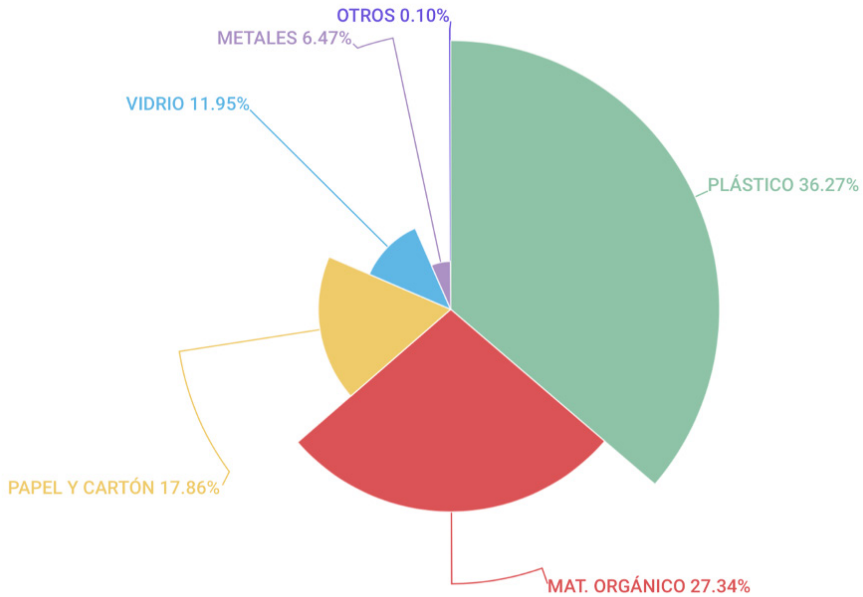
Generación de residuos comunes

Respecto a generación de residuos sólidos la PUCE campus en Quito produjo aproximadamente 59 toneladas anuales y, por lo tanto, emitió 113 toneladas de CO₂-equivalente a la atmósfera. La tasa de generación per cápita general diaria de la universidad fue de 0.015 kg/persona. Del análisis de clasificación de residuos por origen se obtuvo una tasa de generación de residuos por persona diaria para estudiantes igual a 0.013 kg, y para profesores/trabajadores es igual a 0.058 kg. La mayor tasa en

trabajadores/profesores se debe a que pasan más tiempo que los estudiantes en el campus universitario. Los residuos se caracterizaron por tener en su mayoría plástico (36.27 %), después material orgánico (27.34 %), papel y cartón (17.86 %), vidrio (11.95 %), metales (6.4 %), y finalmente otros (0.1 %).

La figura 8 muestra la clasificación de residuos presentes en el campus PUCE-Quito.

Figura 8
Clasificación de los residuos sólidos recolectados en el campus PUCE-Quito



El edificio de arquitectura aportó la mayor cantidad de residuos sólidos (5.2 toneladas) en el campus PUCE-Quito. Le siguió el edificio de Ciencias Humanas (4.93 toneladas).

El primer edificio se caracterizó por la producción de residuos por el material usado para maquetas, trabajos y representaciones propias de la carrera de arquitectura. El segundo edificio tiene en su última planta el laboratorio de nutrición (cocinas industriales). En general, los edificios se caracterizan por producir plástico, son pocos los edificios con baja producción de plásticos (por ejemplo, edificio de infraestructura). El material orgánico fue el segundo residuo con mayor producción en los edificios del campus PUCE-Quito. Otro tipo de clasificación de residuos en los edificios es baja e inferior a 0.005 toneladas anuales. La Tabla 11 muestra la caracterización por tipo de residuo

generado por cada edificio en el campus universitario PUCE-Quito.

El cuadro de barras de la Figura 9 describe la cantidad de residuos producidos por cada edificio, así como la clasificación de residuos en cada uno de ellos. Sin embargo, es importante mencionar la cantidad que se genera por la recolección de residuos en las áreas comunes del campus, ya que cada área representa el tercer productor más grande de residuos de la universidad (13.11 toneladas sumadas todas las áreas comunes).

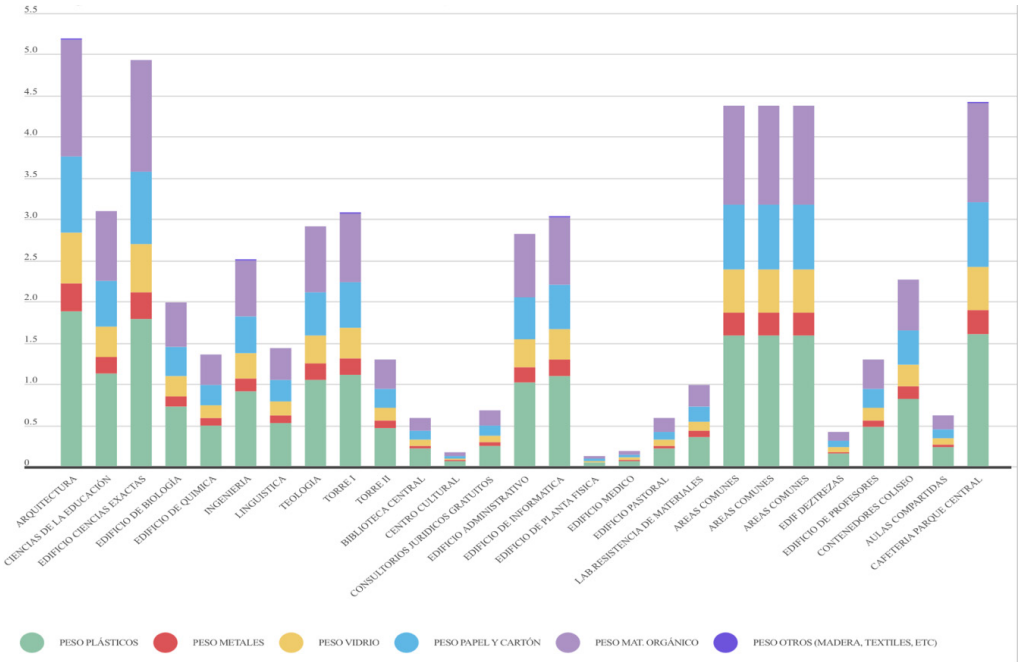
En este análisis se añadieron los resultados de la cafetería del parque central, solo para fines informativos, es decir, no se considerará en el cálculo de huella de carbono debido a que no está bajo la administración directa de la universidad.

Tabla 11

*Caracterización anual de residuos por edificio del campus PUCE-Quito
(unidades en toneladas de residuos)*

EDIFICIO	PESO PLÁSTICOS	PESO METALES	PESO VIDRIO	PESO PAPEL Y CARTÓN	MATERIAL ORGÁNICO	OTROS (MADERA, TEXTILES, ETC.)	TOTAL
ARQUITECTURA	1,881	0,336	0,619	0,926	1,418	0,005	5,184
CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN	1,126	0,201	0,371	0,554	0,849	0,003	3,103
CIENCIAS HUMANAS	1,790	0,319	0,589	0,881	1,349	0,005	4,934
CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES	0,721	0,129	0,237	0,355	0,543	0,002	1,986
ESCUELA DE CIENCIAS QUÍMICAS	0,492	0,088	0,162	0,242	0,371	0,001	1,356
INGENIERÍA	0,908	0,162	0,299	0,447	0,685	0,003	2,504
COMUNICACIÓN, LINGÜÍSTICA Y LITERATURA	0,521	0,093	0,172	0,257	0,393	0,001	1,436
FILOSOFÍA Y TEOLOGÍA	1,055	0,188	0,347	0,519	0,795	0,003	2,907
BLOQUE I	1,115	0,199	0,367	0,549	0,841	0,003	3,073
BLOQUE II	0,469	0,084	0,155	0,231	0,354	0,001	1,293
BIBLIOTECA CENTRAL	0,214	0,038	0,070	0,105	0,161	0,001	0,588
CENTRO CULTURAL	0,061	0,011	0,020	0,030	0,046	0,000	0,167
FUNDACIÓN CONSULTORIOS JURÍDICOS	0,244	0,044	0,080	0,120	0,184	0,001	0,671
ADMINISTRATIVO	1,024	0,183	0,337	0,504	0,772	0,003	2,823
DIRECCIÓN DE INFORMÁTICA	1,099	0,196	0,362	0,541	0,828	0,003	3,029
JEFATURA DE INFRAESTRUCTURA	0,044	0,008	0,014	0,022	0,033	0,000	0,120
FACULTAD DE MEDICINA LAB.	0,067	0,012	0,022	0,033	0,051	0,000	0,185
DIRECCIÓN DE IDENTIDAD Y MISIÓN	0,211	0,038	0,069	0,104	0,159	0,001	0,581
LAB. DE MATERIALES Y SUELOS	0,360	0,064	0,118	0,177	0,271	0,001	0,991
ÁREAS COMUNES (Parque Central)	1,588	0,283	0,523	0,782	1,197	0,005	4,377
ÁREAS COMUNES (Parque Teología)	1,588	0,283	0,523	0,782	1,197	0,005	4,377
ÁREAS COMUNES (Estadio)	1,588	0,283	0,523	0,782	1,197	0,005	4,377
EDIFICIO DE DESTREZAS MÉDICAS	0,150	0,027	0,049	0,074	0,113	0,000	0,414
PROFESORES	0,470	0,084	0,155	0,232	0,355	0,001	1,296
COLISEO	0,821	0,147	0,270	0,404	0,619	0,002	2,264
AULAS COMPARTIDAS	0,224	0,040	0,074	0,110	0,169	0,001	0,617
CAFETERIA PARQUE CENTRAL	1,602	0,286	0,528	0,789	1,208	0,005	4,416

Figura 9
Caracterización anual de residuos en toneladas por cada edificio del campus PUCE-Quito



La cantidad de CO₂-equivalente emitido a la atmósfera por producción de residuos sólidos es directamente proporcional a la cantidad de residuos en peso. La Tabla 12 muestra el aporte de GEI por edificio por residuos sólidos generados.

Tabla 12

CO2-equivalente por edificio calculado a partir de la generación de residuos comunes

ID	Edificio	Generación RS anual (toneladas)	CO2-equivalente (toneladas)
1	ARQUITECTURA	5,184	9,9546
2	CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN	3,103	5,9579
3	CIENCIAS HUMANAS	4,934	9,4737
4	CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES	1,986	3,815
5	ESCUELA DE CIENCIAS QUÍMICAS	1,356	2,6047
6	INGENIERÍA	2,504	4,8079
7	COMUNICACIÓN, LINGÜÍSTICA Y LITERATURA	1,436	2,7582
8	FILOSOFÍA Y TEOLOGÍA	2,907	5,582
9	BLOQUE I	3,073	5,9019
10	BLOQUE II	1,293	2,4844
11	BIBLIOTECA CENTRAL	0,588	1,1303
12	CENTRO CULTURAL	0,167	0,3209
13	FUNDACIÓN CONSULTORIOS JURIDICOS	0,671	1,2901
14	ADMINISTRATIVO	2,823	5,4203
15	DIRECCIÓN DE INFORMATICA	3,029	5,8168
16	JEFATURA DE INFRAESTRUCTURA	0,120	0,2318
17	FACULTAD DE MEDICINA LAB.	0,185	0,3566
18	DIRECCIÓN DE IDENTIDAD Y MISIÓN	0,581	1,1156
19	LAB. DE MATERIALES Y SUELOS	0,991	1,9034
20	AREAS COMUNES (Parque central)	4,377	8,405
21	AREAS COMUNES (Parque Teología)	4,377	8,405
22	AREAS COMUNES (Estadio)	4,377	8,405
23	EDIF DEZTREZAS	0,414	0,7954
24	PROFESORES	1,296	2,4892
25	COLISEO	2,264	4,3478
26	AULAS COMPARTIDAS	0,617	1,1865
27	CAFETERIA PARQUE CENTRAL	4,416	8,4797
	TOTAL	59,083	113,4397

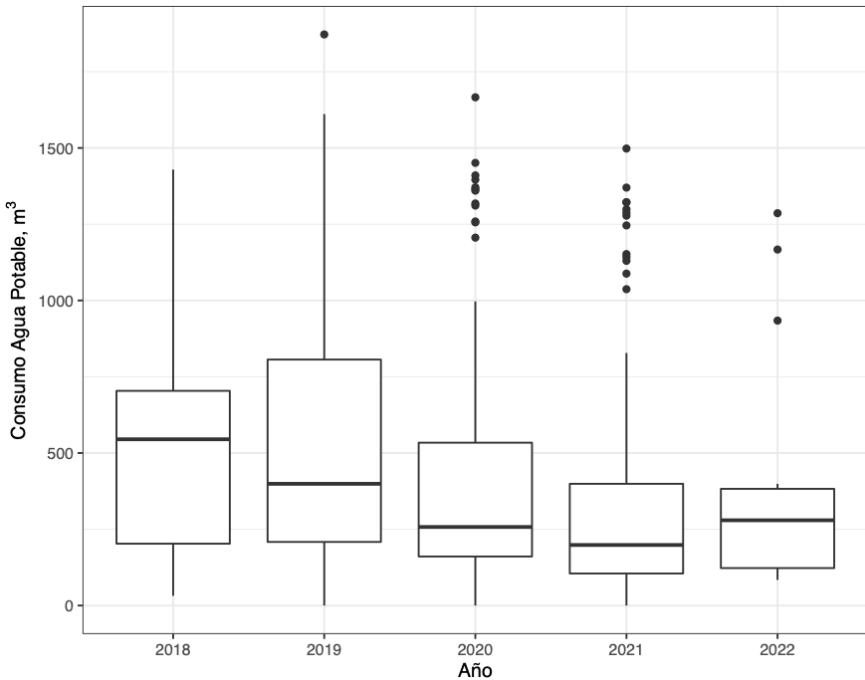
Producción de aguas residuales

La producción media anual de aguas residuales en la PUCE fue de 53 073 m³, lo que representa a 2.18 toneladas de CO₂-equivalente emitidas a la atmósfera. La producción per cápita de aguas residuales diaria en el campus de Quito fue de 0.0145 m³

o 14.5 litros. Existe una reducción de consumo para los años 2020-2021 debido a la pandemia Covid-19. Para lo transcurrido del año 2022 se evidencia incremento, debido al retorno de la presencialidad (ver figura 10).

Figura 10

Producción de aguas residuales anual en el campus PUCE-Quito

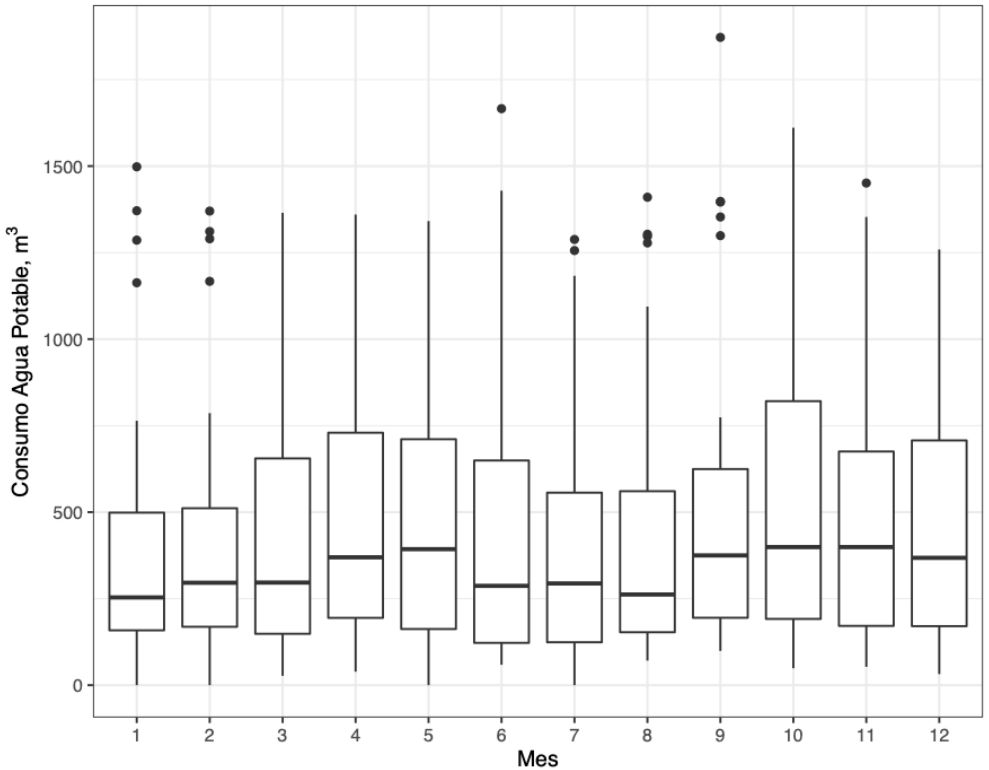


En relación al comportamiento interanual de producción de aguas residuales, es más variable que el consumo de energía eléctrica, observándose que, en media, los meses próximos y posteriores al verano se incrementa la producción de aguas

residuales. Se observa que, durante los meses de vacaciones, la producción de aguas residuales disminuye. La figura 11 muestra el comportamiento interanual de la producción de aguas residuales del campus PUCE-Quito.

Figura 11

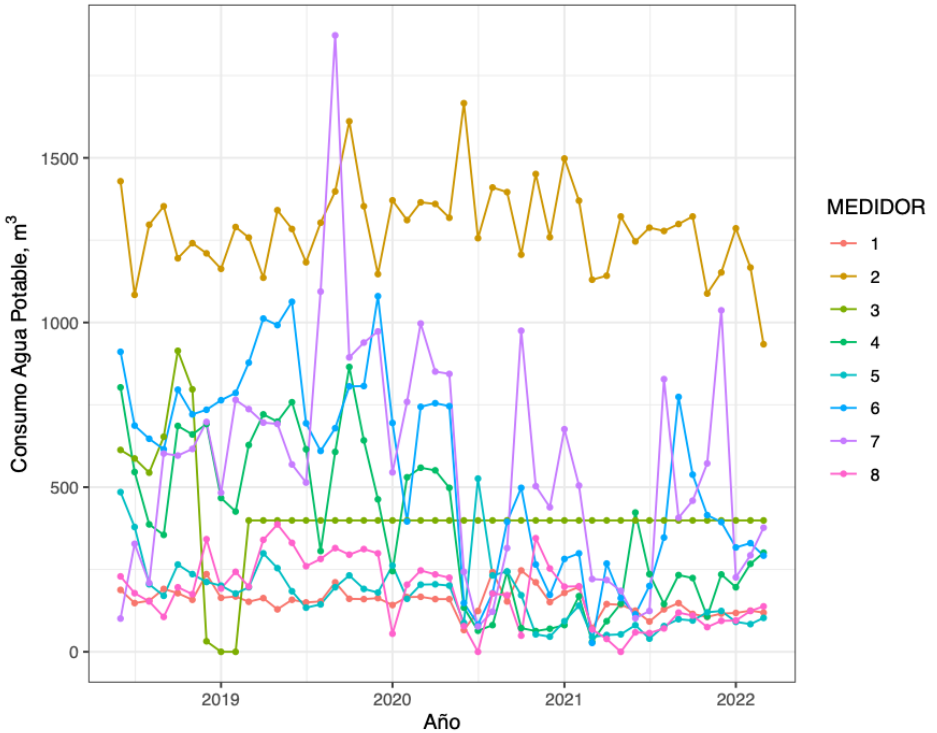
Producción de aguas residuales interanual en el campus PUCE-Quito



La Figura 12 muestra el comportamiento de las series de tiempo de consumo de agua potable por cada medidor. El medidor dos tiene los niveles de consumo más altos respecto al resto de medidores.

Figura 12

Series de tiempo de la producción de aguas residuales interanual y por medidor en el campus PUCE-Quito



Los edificios con mayor producción de aguas residuales fueron el bloque I, bloque II, e ingeniería con 21 851, 11 522, y 5 114 m³ respectivamente. En la tabla 13 se muestra el aporte de CO₂-

equivalente emitido por cada edificio a la atmósfera por producción de aguas residuales.

Tabla 13

Producción de Aguas Residuales (m³) por cada edificio del campus PUCE-Quito

ID	Edificio	Generación AR anual (m ³)	CO ₂ -equivalente (toneladas)
1	ARQUITECTURA	4880,709	0,2007
2	CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN	1298,295	0,0534
3	CIENCIAS HUMANAS	3899,286	0,1603
4	CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES	1681,182	0,0691
5	ESCUELA DE CIENCIAS QUÍMICAS	523,719	0,0215
6	INGENIERIA	5113,962	0,2103
7	COMUNICACIÓN, LINGÜÍSTICA Y LITERATURA	1839,618	0,0756
8	FILOSOFÍA Y TEOLOGIA	840,591	0,0346
9	BLOQUE I	21850,965	0,8984
10	BLOQUE II	11521,818	0,4737
11	BIBLIOTECA CENTRAL	83,619	0,0034
12	CENTRO CULTURAL	79,218	0,0033
13	FUNDACIÓN CONSULTORIOS JURIDICOS	39,609	0,0016
14	ADMINISTRATIVO	1337,904	0,055
15	DIRECCIÓN DE INFORMATICA	167,238	0,0069
16	JEFATURA DE INFRAESTRUCTURA	57,213	0,0024
17	FACULTAD DE MEDICINA LAB.	88,02	0,0036
18	DIRECCIÓN DE IDENTIDAD Y MISIÓN	35,208	0,0014
19	LAB. DE MATERIALES Y SUELOS	57,213	0,0024
	TOTAL	55395	2,277

Consumo de papel para impresión

Los edificios que mayor consumo de papel A4 generaron son el edificio administrativo, bloque I, y el edificio de comunicación, lingüística y literatura con 2369, 1686, y 774 resmas anuales respectivamente. El consumo de papel para impresión en el campus PUCE-

Quito fue de 7900 resmas anuales, produciendo aproximadamente 215 toneladas de CO₂-equivalente. El consumo de papel para impresión por cada edificio se describe en la tabla 14.

Tabla 14

Consumo de resmas de papel A4 para impresión por edificio del campus PUCE-Quito.

ID	Edificio	Resmas Consumidas	CO2-equivalente (toneladas)
1	ARQUITECTURA	374	10,2
2	CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN	143	3,9
3	CIENCIAS HUMANAS	133	3,627
4	CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES	259	7,064
5	ESCUELA DE CIENCIAS QUÍMICAS	79	2,155
6	INGENIERIA	328	8,945
7	COMUNICACIÓN, LINGÜÍSTICA Y LITERATURA	774	21,109
8	FILOSOFÍA Y TEOLOGIA	99	2,7
9	BLOQUE I	1686	45,982
10	BLOQUE II	481	13,118
11	BIBLIOTECA CENTRAL	30	0,818
12	CENTRO CULTURAL	58	1,582
13	FUNDACIÓN CONSULTORIOS JURIDICOS	138	3,764
14	ADMINISTRATIVO	2369	64,609
15	DIRECCIÓN DE INFORMATICA	16	0,436
16	JEFATURA DE INFRAESTRUCTURA	38	1,036
17	FACULTAD DE MEDICINA LAB.	170	4,636
18	DIRECCIÓN DE IDENTIDAD Y MISIÓN	137	3,736
19	PROFESORES	573	15,627
20	BODEGA CENTRAL	2	0,055
21	CESAQ	6	0,164
22	GIMNASIO	7	0,191
	TOTAL	7900	215,454

Huella de carbono

La huella de carbono de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador para el año base (promedio de valores de datos entre 2018 y 2019) es 6 207 toneladas de CO₂-equivalente. El alcance I representó el 0.23 % de la huella de Carbono (14.61 toneladas), el alcance II representó el 24.69 % de la huella de carbono (1533.195 toneladas), y el alcance III representó el 75,07 % de la huella de carbono (4660 toneladas).

Evidentemente el alcance III representó la mayor parte de la huella de carbono. El transporte desde y hacia el campus PUCE-Quito aportó la mayor cantidad de CO₂-equivalente (91.14 %), después está el consumo de papel (4.62 %), sigue la generación de residuos sólidos (2,43 %), luego está el transporte aéreo (1.75 %) y por último la generación de aguas residuales (0.04 %). La tabla 15 muestra el aporte por cada edificio del campus PUCE-Quito, por cada actividad medida, y por cada alcance en la medición de huella de carbono. La Figura 13 muestra la distribución de las actividades desarrolladas por la PUCE-Quito en cada edificio.

Nota. Referirse a las tablas desagregadas para ver más detalles.

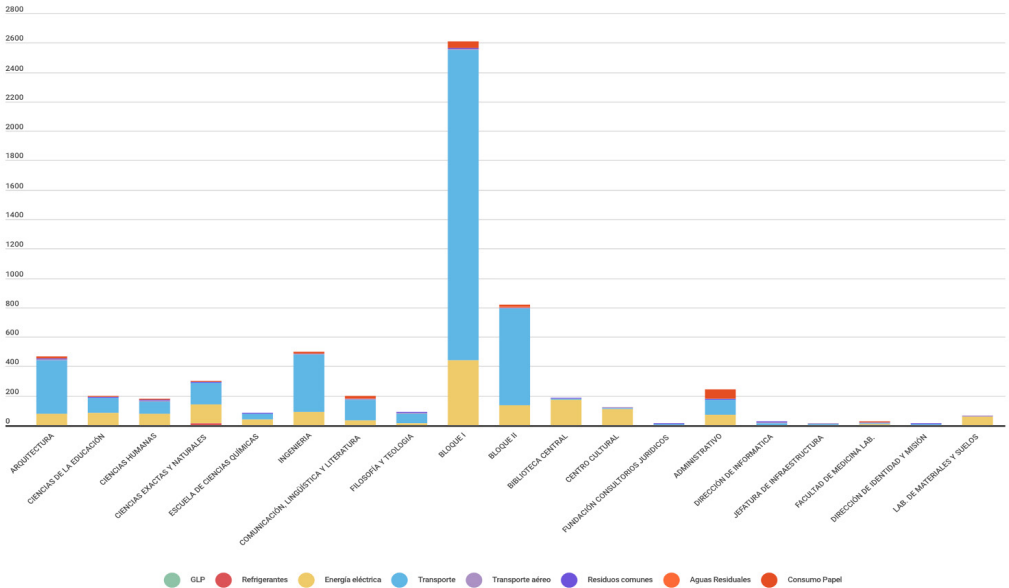
Tabla 15

*Huella de Carbono distribuido por edificio de la PUCE-Quito
(Toneladas de CO₂)*

ID	Edificio	ALCANCE I		ALCANCE II	ALCANCE III					TOTAL
		GLP	Refrigerantes		Energía eléctrica	Transporte	Transporte aéreo	Residuos comunes	Aguas Residuales	
1	ARQUITECTURA	-	-	76,02	366,46	4,29	9,954	0,2007	10,2	467,12
2	CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN	-	0,001	84,21	98,1	4,29	5,957	0,0534	3,9	196,51
3	CIENCIAS HUMANAS	0,67	0,103	74,22	86,46	4,29	9,473	0,1603	3,627	179
4	CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES	0,67	10,391	126,74	147,65	4,29	3,815	0,0691	7,064	300,68
5	ESCUELA DE CIENCIAS QUÍMICAS	0,26	1,056	33,97	39,57	4,29	2,604	0,0215	2,155	83,92
6	INGENIERIA	-	0,107	92,2	386,42	4,29	4,807	0,2103	9,136	497,17
7	COMUNICACIÓN, LINGÜÍSTICA Y LITERATURA	-	0,003	33,17	139	4,29	2,758	0,0756	21,109	200,4
8	FILOSOFÍA Y TEOLOGÍA	-	0,01	15,15	63,52	4,29	5,582	0,0346	2,7	91,28
9	BLOQUE I	-	0,381	439,69	2112,32	4,29	5,901	0,8984	45,982	2609,46
10	BLOQUE II	-	-	136,99	658,1	4,29	2,484	0,4737	13,118	815,45
11	BIBLIOTECA CENTRAL	-	-	170,3	6,6	4,29	1,13	0,0034	0,818	183,14
12	CENTRO CULTURAL	-	0,003	110,64	6,29	4,29	0,32	0,0033	1,582	123,12
13	FUNDACIÓN CONSULTORIOS JURÍDICOS	-	-	0,62	3,51	4,29	1,29	0,0016	3,764	13,47
14	ADMINISTRATIVO	-	0,005	70,23	101,09	4,29	5,42	0,055	64,609	245,69
15	DIRECCIÓN DE INFORMÁTICA	-	-	2,63	12,64	4,29	5,816	0,0069	0,436	25,81
16	JEFATURA DE INFRAESTRUCTURA	-	0,01	3	4,74	4,29	0,231	0,0024	1,036	13,3
17	FACULTAD DE MEDICINA LAB.	-	0,942	5,71	6,91	4,29	0,356	0,0036	4,636	22,84
18	DIRECCIÓN DE IDENTIDAD Y MISIÓN	-	-	1,85	3,2	4,29	1,115	0,0014	3,736	14,19
19	LAB. DE MATERIALES Y SUELOS	-	-	55,86	4,74	4,29	1,903	0,0024	-	66,79
	TOTAL I	1,6	13,012	1533,195	4247,33	81,5	113,439*	2,277	215,454*	
	TOTAL II	14,61		1533,195	4660					6207,805

Figura 13

Actividades aportantes a la huella de carbono por cada edificio PUCE-Quito



Para referencias prácticas, para almacenar la cantidad de CO₂-equivalente emitido por la Pontificia Universidad Católica del Ecuador (matriz-Quito) en un año se requiere 220 envases con las mismas dimensiones del edificio más alto del campus en estudio, la torre II. La torre II tiene 14 pisos, cada piso con una altura de 2.50 m y un área estimada de 851 m². En términos de compensación, se requieren aproximadamente 1000 hectáreas de árboles sembrados por 6000 toneladas de CO₂-equivalente emitido.

La medición de la huella de carbono en las instituciones de educación superior permitirá crear medidas de mitigación, compensación y adaptación al cambio climático adecuadas. Además, permitirá evaluar la aplicación de estas medidas anualmente, generando un ciclo de mejora continua, o en términos de la teoría de Huella de Carbono, la Carbono neutralidad. La Pontificia Universidad Católica del Ecuador en Quito emitió 6.207 toneladas de CO₂-equivalente a la atmósfera. El alcance III representa el mayor aporte de GEI a la atmósfera (75 %), después el alcance

II con 25.7 %, y por último el alcance I con 0.03 %. A partir de estos resultados los esfuerzos para mitigar la emisión de GEI deben ser enfocados en las actividades que componen el alcance III (transporte, transporte aéreo, residuos comunes, aguas residuales, y consumo de papel). El transporte desde y hacia el campus PUCE-Quito es el mayor aportante dentro del alcance III (91 % en el alcance III). El segundo alcance también necesita ser tratado para la reducción de las emisiones de GEI, es decir, el consumo de energía eléctrica. Es una buena oportunidad para estudiar la implementación de fuentes de energía alternativa dentro del campus universitario, con el objetivo de desarrollar conocimiento científico y tecnológico.

Los edificios que mayor aporte de GEI se encuentran en el campus PUCE-Quito, en orden decreciente son: Bloque I (42 %), Bloque II (13 %), Ingeniería (8 %), arquitectura (7.5 %), y el edificio de ciencias exactas y naturales (4.84 %). Las metodologías usadas para la medición de Huella de Carbono en cada IES debería ser estandarizada con el objetivo de definir las variables a medir. La estandarización de metodologías y de variables a medir permitirá realizar comparaciones y rankings de sostenibilidad universitaria. Además, apoyar las diferentes acciones de mitigación, compensación y adaptación (enfoque de mancomunidad).

Bibliografía

Adam, M., & Sean, T. (2011). *A Reassessment of Carbon Content in Tropical Trees*. PLOS ONE, 6(8), e23533.

Agarwal, R., Anderson, J., Bivens, D., Colbourne, D., Hundy, G., König, H., Nekså, P. (2005). *Special Report: Safeguarding the Ozone Layer and the Global Climate System: Refrigeration*. Cambridge: IPCC.

Al-Ghussain, L. (2018). *Global warming: review on driving forces and mitigation*. *Environmental Progress & Sustainable Energy*.

Anderson, T., Hawkins, E., & Jones, P. (2016). *CO₂, the greenhouse effect and global warming: from the pioneering work of Arrhenius and Callendar to today's Earth System Models*. Endeavour.

Cabezas, J., & Chavarro, M. (2020). *Cálculo de huella de carbono en la Universidad de La Salle sede Norte para la formulación de propuestas de prevención y mitigación de gases de efecto invernadero*. Bogotá: La Salle.

Comisión Técnica de determinación de Factores de Emisión de Gases de efecto invernadero –CTFE. (2020). *Factor de emisión de CO₂ del Sistema Nacional Interconectado de Ecuador Informe 2019*. Quito: CTFE.

Dávila, F., & Varela, D. (2014). *Determinación de la Huella de Carbono en*

la Universidad Politécnica Salesiana, Sede Quito, Campus Sur. Quito: UPS.

Duc, K., Ancev, T., & Randall, A. (2019). *Evidence of climatic change in Vietnam: Some implications for agricultural production*. Journal of Environmental Management.

Ferrer-Gutierrez, J., Vera-Infante, T., Blacio, S., & Gadway, K. (2021). *Huella de carbono de la Universidad Técnica de Machala período 2018-2020*. Dominio de las Ciencias.

Fondo Europeo de Desarrollo Regional. (2010). *Estrategia Aragonesa de cambio climático y energías Limpias*. Bilbao: EACCEL.

Forster, P., Ramaswamy, P., Artaxo, T., Berntsen, R., Betts, R., Fahey, J., Van Dorland, R. (2007). *Changes in Atmospheric Constituents and in Radiative Forcing. In: Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge: Cambridge University Press.

García, S. (2021). *Determinación de la Huella de Carbono en la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, provincia de Los Ríos*. Quevedo: UTEQ.

Haddad, S., Barker, A., Yang, J., Mohan, D., Garshasbi, S., Paolini, R., & Santamouris, M. (2020). *On the potential of building adaptation measures to counterbalance the impact of climatic*

change in the tropics. Energy and Buildings, 229, 110494

Houghton, J., Ding, Y., Griggs, D., Noguer, M., van der Linden, P., Dai, X., Johnson, C. (2001). *Climate Change 2001: The Scientific Basis*. Cambridge: Cambridge University Press.

Ihobe. (2012). *Guía metodológica para la aplicación de la norma UNE-ISO 14064-1:2006 para el desarrollo de inventarios de Gases de Efecto Invernadero en organizaciones*. Bilbao: IHOBE S.A.

Illescas, M., & Josselyn, M. (2019). *Cálculo de la huella de carbono del Campus Central de la Universidad de Cuenca en el período enero - diciembre 2017*. Cuenca: UCuenca.

International Energy Agency. (2017). *CO2 emissions from fuel combustion 2017-Highlights*. International Energy Agency.

Kroeze, C. (1994). *Nitrous oxide and global warming*. Science of The Total Environment.

Manabe, S., & Wetherald, R. (1975). *The Effects of Doubling the CO2 Concentration on the climate of a General Circulation Model*. Journal of the Atmospheric Sciences.

McCowan, T. (2020). *The impact of universities on climate change: a theoretical framework*. Transforming Universities for a Changing Climate. London: Institute of Education, UCL.

Melo, G. (2018). *Medidas de Reducción y Mitigación de la Huella de Carbono en la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Matriz Quito*. Quito: PUCE.

Murga-Menoyo, M. Á. (2017). *Universidades en transición. Hacia una transformación institucional orientada al logro de la sostenibilidad*. Revista Iberoamericana de Educación.

Naciones Unidas. (2021). *Impacto Académico*. Recuperado de: <https://www.un.org/es/impacto-academico/combatir-el-cambio-climatico-acciones-desde-las-universidades>

Nevado, S. G., Mena, E., & Castro, M. (2016). *Cálculo de la huella de carbono del ciclo urbano del agua*. La experiencia de Emuasa. TECNOAGUA.

Pérez, P. (2018). *Huella de Carbono de la Universidad San Francisco de Quito año 2017 y Plan de Mitigación de Emisiones de CO₂-eq*. Quito: USFQ.

Peters, G. (2010). *Carbon footprints and embodied carbon at multiple scales*. Current Opinion in Environmental Sustainability.

PUCE. (2022). *IGNATIUS*. Disponible en: <https://puceeduec.sharepoint.com/sites/ignatius/Paginas/Estudiantes.aspx>

Rahman, Z., Sabir, M., Qadeer, A., Naeem, A., Murtaza, G., & Yousaf, H. (2022). *Understanding the Causes of Climatic Change in the Environment*. Cham: Climate Change.

Sánchez-Balseca, J., Pineiros, J., Pérez-Foguet, A. (2023). *Influence of travel time on carbon dioxide emissions from urban traffic*. Transport Research Part D.

Shaheen, S., & Lipman, T. (2007). *Reducing Greenhouse Emission and Fuel Consumption: Sustainable Approaches for Surface Transportation*. IATSS Research.

Shields, R. (2019). *The Sustainability of International Higher Education: Student Mobility and Global Climate Change*. Journal of Cleaner Production.

Trenberth, K., Fasullo, J., & Kiehl, J. (2009). *Earth's Global Energy Budget*. Bulletin of the American Meteorological Society.

Venkataramanan, S. (2011). *Causes and Effects of Global Warming*. Indian Journal of Science and Technology.

PUCE LAUDATO SI'

La Pontificia Universidad Católica del Ecuador (PUCE) está comprometida con el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de las Naciones Unidas y de los principios de la Encíclica Laudato Si' propuesta por el Papa Francisco. La PUCE es una institución que ha emprendido el camino hacia la conversión ecológica de su comunidad universitaria. A través de sus funciones sustantivas: docencia, investigación y vinculación con la comunidad, debate y aplica los principios del desarrollo sostenible, de la ecología integral y de la justicia social.

La PUCE se ha preocupado por reconocer los impactos socioambientales que genera y por promover una adecuada gestión ambiental dentro del campus. A fin de compaginar los ideales institucionales entre su comunidad, ha implementado iniciativas para impulsar cambios de hábito y para promover empatía hacia el accionar sostenible. Predicando con el ejemplo, ha invertido en infraestructura sostenible para impulsar la adaptación de la PUCE al nuevo modelo de sostenibilidad, integrar los principios de economía circular y mejorar las condiciones ambientales en las que se realizan las actividades.

Las iniciativas impulsadas por los miembros de la Comisión de sustentabilidad y responsabilidad ambiental, han promovido la participación de docentes, estudiantes y administrativos en proyectos como el cálculo de las huellas ecológica, hídrica y de carbono y la definición de alternativas para su mitigación, compensación y adaptación. La necesidad de cumplir con los parámetros de los rankings internacionales a los que la universidad se ha adscrito ha motivado el desarrollo de nuevas líneas de investigación y la búsqueda de soluciones para el desarrollo de infraestructura sostenible y resiliente. Finalmente, los Proyectos: Universidad Sostenible, Campus Sostenible, Transmedia para el transporte y *Living Lab*, entre otros, han permitido planificar, diseñar, experimentar y crear soluciones innovadoras con potencial de que los conocimientos sean trasladados hacia la sociedad.

Agradecemos a quienes han contribuido con esta publicación, e invitamos a seguir debatiendo y contribuyendo al cuidado de la casa común.