

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS E INGENIERÍA
MAESTRÍA Y DOCTORADO EN CIENCIAS E INGENIERÍA



**“LA SUSTENTABILIDAD EN LA FORMACIÓN DE CAPITAL HUMANO EN
SISTEMAS DE EDUCACIÓN SUPERIOR EN BAJA CALIFORNIA”**

TESIS PARA OBTENER EL GRADO DE:
MAESTRO EN CIENCIAS

PRESENTA:
YANIRA JANNETH OCHOA LÓPEZ

DIRECTOR:
DRA. QUETZALLI AGUILAR VIRGEN

CODIRECTOR:
DR. PAUL ADOLFO TABOADA GONZÁLEZ

Universidad Autónoma de Baja California

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS E INGENIERÍA

FOLIO No. 303

Tijuana, B. C., a 3 de Diciembre del 2020

C. Yanira Janneth Ochoa López
Pasante de: Maestro en Ciencias
Presente

El tema de trabajo y/o tesis para su examen profesional, en la
Opción TESIS

Es propuesto, por los C.C. Dra. Quetzalli Aguilar Virgen

Dr. Paul Adolfo Taboada González

Quienes serán los responsables de la calidad del trabajo que usted presente,
referido al tema La Sustentabilidad en la formación de Capital Humano en
Sistemas de Educación Superior en Baja California.

El cual deberá usted desarrollar, de acuerdo con el siguiente orden:

I.- ANTECEDENTES

II.- MARCO TEÓRICO

III.- METODOLOGÍA

IV.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

V.- CONCLUSIONES

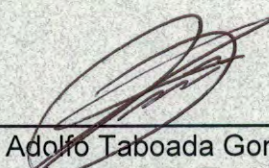
VI.- ANEXOS

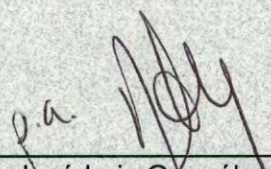

Dra. Quetzalli Aguilar Virgen
Directora de Tesis

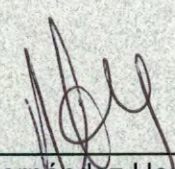
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
DE BAJA CALIFORNIA



FACULTAD DE CIENCIAS
QUÍMICAS E INGENIERÍA
COORDINACIÓN DE
INVESTIGACIÓN Y POSGRADO


Dr. Paul Adolfo Taboada González
Co-Director de Tesis


Dr. José Luis González Vázquez
Director


Q. Noemí Hernández Hernández
Sub-Directora

ÍNDICE

1. ANTECEDENTES	7
1.1. Introducción.....	7
1.2. Planteamiento del problema.....	9
1.3. Objetivos de la investigación.....	11
1.4. Pregunta de Investigación.....	11
1.5. Justificación.....	12
1.6. Hipótesis	14
1.7. Limitaciones	14
2. MARCO TEÓRICO.....	15
2.1. Introducción.....	15
2.2. Impacto Ambiental.....	16
2.3. Economía circular	17
2.4. Ecología Industrial y Simbiosis Industrial	20
2.5. Las instituciones de educación superior y la sustentabilidad	23
3. METODOLOGÍA	27
3.1. Análisis de casos de implementación de IES y sustentabilidad.....	27
3.2. Elección de instituciones educativas de los diferentes sistemas educativos	27
3.3. Determinación del tamaño de muestra.....	28
3.4. Desarrollo de instrumento de recolección de información	29
3.5. Validación y aplicación de encuestas	31
3.6. Análisis de resultados de la encuesta	32
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	33
4.1. Campo de estudio	33
4.2. Puntuación de la sustentabilidad entre los sistemas educativos.....	34
4.3. Aspectos sociodemográficos	36
4.4. Percepción general.....	38
4.5. Comportamiento.....	42
4.6. Conocimiento	45
4.7. Actitudes sustentables	46
4.8. Institución académica	48
5. CONCLUSIONES	54
6. BIBLIOGRAFÍA	56

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Métodos de reducción de uso de recursos.....	18
Tabla 2. Ejemplos de implementación de economía circular.	19
Tabla 3. Beneficios que ofrece la implementación de la ecología industrial.....	20
Tabla 4. Cantidad de ítems por dimensión y eje de sustentabilidad.	30
Tabla 5. Puntuación de sustentabilidad en las tres universidades.	35
Tabla 6. Características sociodemográficas de las tres universidades.....	37
Tabla 7. Estratos socioeconómicos de los alumnos de las tres universidades.	38

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Pirámide hacia la sustentabilidad.	21
Figura 2. ¿Qué entiendes por desarrollo sustentable?	39
Figura 3. ¿Cree que México es un país sustentable?.....	42
Figura 4. Evito comprar productos de compañías con dudosa reputación en cuidado del ambiente.	44
Figura 5. Compro productos de segunda mano a través de internet o una tienda.	44
Figura 6. Mis profesores han mencionado de qué forma afectan los materiales al medio ambiente.	51
Figura 7. Mis profesores relacionan el cuidado ambiental con la impartición de las materias.	51
Figura 8. Mi profesión está relacionada con la contaminación ambiental.....	52
Figura 9. He realizado proyectos que han ayudado a mejorar el medio ambiente.....	53

RESUMEN

El cambio climático, provoca fenómenos climatológicos que dañan a ecosistemas y alteran el equilibrio ecológico. En los últimos años hemos sido testigos de la falta de prácticas sustentables. Algunos descartan que los actuales hábitos estén cambiando el clima del planeta. Estas acciones reflejan que el cambio climático no solo es un problema de ciencia y física, también se representa como un problema social. El objetivo de este estudio es analizar cómo influyen las instituciones educativas de nivel superior en la conciencia ambiental y responsabilidad global en los estudiantes de ingeniería mediante la evaluación de la percepción y conocimiento en temas de sustentabilidad, en tres universidades con diferentes sistemas educativos en Tijuana, Baja California. La sociedad reconoce que los ingenieros en formación serán los futuros profesionales que desempeñarán un papel fundamental en promoción de un futuro más sustentable en el dominio laboral y personal. Por ende, es importante analizar el desempeño de la sustentabilidad en este sector en particular. En el muestreo participaron un total de 621. Los hallazgos muestran que los estudiantes no cuentan con una comprensión clara de los alcances y beneficios ambientales que se pueden alcanzar al implementar de manera creativa y asertiva, innovación ambiental mediante ahorro y optimización en materia, tiempo y recursos naturales. Las instituciones educativas pueden ofrecer una oportunidad para que se concienticen e incorporen nuevas medidas y estrategias para implementar la sustentabilidad entre sus alumnos y que éstos puedan llevarlos a la práctica a nivel profesional y personal.

Palabras claves: educación superior, sustentabilidad, instituciones, percepción.

ABSTRACT

Climate change causes weather phenomena that damage ecosystems and alter the ecological balance. In recent years we have witnessed the lack of sustainable practices. Some rule out that current habits are changing the planet's climate. These actions reflect that climate change is not only a problem of science and physics, also represented as a social problem. The objective of this study is to analyze how higher-level educational institutions influence environmental awareness and global responsibility in engineering students by evaluating the perception and knowledge of sustainability issues in three universities with different educational systems in Tijuana, Baja California. Society recognizes that engineers in training will be the future professionals who will play a fundamental role in promoting a more sustainable future in the work and personal domain. Therefore, is relevant to analyze sustainability performance in this particular sector. A total of 621 participated in the sampling. The findings show that students do not have a clear understanding of the scope and environmental benefits that can be achieved by creatively and assertively implementing environmental innovation through savings and optimization in terms of material, time, and natural resources. Educational institutions can offer an opportunity for them to become aware and incorporate new measures and strategies to implement sustainability among their students so that they can put them into practice on a professional and personal level.

Keywords: higher education, sustainability, institutions, perception.

1. ANTECEDENTES

1.1. Introducción

El ser humano, para mantener el actual estilo de vida, consume una serie de recursos naturales. Debido a que algunos de ellos son limitados, se generan impactos en el ambiente que dañan a ecosistemas, alteran el equilibrio ecológico y generan un cambio climático. Algunas de las manifestaciones derivadas de actividades antropogénicas son, el aumento excesivo de la temperatura que ocasiona, disminución de recursos hídricos, aumento en la frecuencia de fenómenos climáticos, pérdida de biodiversidad, entre otros. Éste último se vuelve particularmente importante para países altamente sensibles. En América Latina cada año, son más frecuentes fenómenos climáticos como: fuertes lluvias, sequías, olas de calor, incendios entre otros (Ki-moon, 2009).

El cambio climático es real y se expresa en desastres naturales que esto ha desencadenado en las primeras dos décadas del presente siglo. Se pronostica que la actual tendencia, privará al menos el 27% de las principales ciudades del mundo, con una población total de 233 millones, agotarán sus recursos básicos de supervivencia para el 2050 (Zhang et al., 2019).

A pesar de los resultados alarmantes, un desafío que se presenta en temas del calentamiento global y la diferencias en vulnerabilidad, es la opinión que se divide extremos opuestos. Algunos miembros de nuestra sociedad tienen opiniones escépticas sobre el cambio climático, por lo que tienden a descartar que las actuales actividades y acciones diarias humanas están cambiando el clima del planeta (Chu and Yang, 2018). Por otra parte, otros autores exponen que esta discrepancia entre el consenso científico y la opinión pública dividida se debe, en cómo los medios

han presentado el cambio climático a lo largo de los años (van Eck et al., 2019). Expone que en algunas naciones es común el escepticismo sobre la realidad y la gravedad del cambio climático, ya que mientras algunas personas identifican las consecuencias negativas de las actuales prácticas industriales y sociales y por el otro los que defienden al sistema económico de tales cambios.

En este sentido la sustentabilidad se ve cada vez más como una solución para reducción de impactos negativos. Chapman y Shigetomi (2018) expone que la sustentabilidad constituye un medio para protección del ambiente, la preservación de recursos limitados, el crecimiento económico y la mejora de la equidad social. Esto permite afrontar el cambio climático y preservar la calidad de vida. Es por ello, que los actuales acuerdos globales relacionados con la sustentabilidad, sugieren la implementación de una producción más limpia y una actitud pro ambiental, induciendo mejores prácticas en la forma que funcionan las organizaciones (Satish and Nagesha, 2018).

Perkins et al. (2018) expone que la educación sustentable es clave para el avance de la conciencia ambiental y responsabilidad global. Sugiere que las instituciones educativas a nivel superior son los agentes de cambio en el avance de prácticas más sustentables. Además, Chuvieco et al. (2018) menciona que la educación ambiental, específicamente en el nivel superior, influye positivamente en el comportamiento diario sobre hábitos de sustentabilidad.

A nivel internacional, la ONU cuenta con la agenda de educación para el desarrollo sustentable (ESD) desde 1988, donde la UNESCO presentó el concepto de Educación para la Sustentabilidad, en el 2007 se desarrollaron Principios para la Educación en Gestión Responsable (PRME, por sus siglas en Inglés, Principles of Responsible Education for Management) como una plataforma para aumentar el perfil de sustentable en la educación superior (Bradley, 2019).

1.2. Planteamiento del problema

Si el cambio climático es real y la sustentabilidad es tan importante para mitigación de impactos negativos, ¿por qué solo unos cuantos contribuyen?, ¿las universidades que participación tienen en el tema?

Uno de los primeros documentos que describe la necesidad de una mayor participación de las universidades en los aspectos sustentables es, la Carta Magna de las Universidades Europeas promulgada en Bolonia en 1988 donde se establece que: “Las universidades deben brindar a las generaciones futuras educación y capacitación que les enseñará, y a través de ellas, a otros a respetar las grandes armonías de su entorno natural y de la vida misma” (Equipo de Encuentros Multidisciplinarios, 2001).

En Canadá, muchas instituciones de educación del sector público requieren que sus estudiantes estén familiarizados con el concepto de sustentabilidad, esto ha dado como resultado que de 220 instituciones de educación superior acreditadas, 110 cuentan con políticas de sustentabilidad (Teslenko, 2019).

Sin embargo, en otro estudio Blanco-Portela et al., (2018) exponen que a pesar de que las instituciones de educación superior han avanzado constantemente hacia la integración de prácticas sostenibles, han encontrado diferentes barreras en la integración de la sostenibilidad dentro de sus estructuras y funciones operativas, tales como:

- 1) Legislación e implementación institucionales inconsistentes.
- 2) Burocracia compleja.

- 3) Comunicación ineficaz.
- 4) Falta de participación del personal educativo.
- 5) Falta de planificación, sistematización y continuidad a largo plazo.
- 6) Falta de reconocimiento.
- 7) Falta de recursos disponibles.
- 8) Resistencia de diferentes grupos. Falta de legitimidad social.
- 9) Estructura organizativa interna rígida y compartimentada.
- 10) No asunción de responsabilidades.
- 11) Gran tamaño de las instituciones.
- 12) Falta de participación de los estudiantes en actividades extracurriculares.
- 13) Contexto social, económico y político del país.
- 14) Falta de apoyo de los líderes universitarios y los responsables políticos.
- 15) Falta de un marco institucional para la sustentabilidad.

Lo antes descrito muestra que existe un grado de aceptación en relación con la importancia del desarrollo sustentable. Sin embargo, en algunas áreas dentro del sector educacional a nivel superior, el concepto de sustentabilidad, aún no se comprende completamente. Basado en el

impacto que puede desencadenar la desinformación y el no fomentar la sustentabilidad como un estilo de vida dentro del campo universitario, es útil analizar el problema y desarrollar estrategias para abordarlos.

1.3. Objetivos de la investigación

Objetivo general

Analizar cómo influyen las instituciones educativas de nivel superior en la conciencia ambiental y responsabilidad global en los estudiantes de ingeniería mediante la evaluación de la percepción y conocimiento en temas de sustentabilidad, para proponer estrategias que promuevan la sustentabilidad como un estilo de vida.

Objetivos específicos

- Analizar la percepción y conocimiento en temas de sustentabilidad en estudiantes de ingeniería.
- Evaluar las acciones de las instituciones educativas de nivel superior en pro de la conciencia ambiental y responsabilidad global de los estudiantes de ingeniería industrial.

1.4. Pregunta de Investigación

- ¿Existe diferencia en la formación académica de los estudiantes de ingeniería en torno a los temas de sustentabilidad en diferentes sistemas educativos?

- ¿Los estudiantes de ingeniería industrial consideran que tienen algún impacto el Desarrollo Sustentable en el ejercicio de su profesión?
- ¿Cómo influyen las instituciones educativas en las actitudes y comportamientos de los estudiantes de ingeniería industrial en su responsabilidad social?

1.5. Justificación

La educación superior juega un papel importante para estimular el desarrollo sustentable en el estudiante. La sustentabilidad dentro del campo universitario y la información ambiental que se brinde, determinan significativamente la participación de los estudiantes (Yuan and Zuo, 2013). En este sentido Bradley (2019) identificó que, políticas universitarias dentro del plan de estudio han influido positivamente en la capacidad de integración de la sustentabilidad de los estudiantes. Estableció que procedimientos institucionales como: conferencias, talleres interactivos y seminarios pueden proporcionar puntos de presión y oportunidades para ayudar a fomentar o potencialmente restarle importancia a la integración del desarrollo sustentable.

La educación superior tiene una influencia significativa en la sociedad. Por ende, es importante analizar el desempeño de la sustentabilidad en este sector en particular. Pérez-Foguet y Lazzarini (2019) expone que los estudiantes reconocen el rol social en su perfil profesional como portadores de cambios, enfatiza que los ingenieros en formación serán futuros líderes y profesionales especializados que desempeñarán un papel fundamental en la promoción de un futuro más sustentable, asumiendo la responsabilidad de tomar decisiones importantes con impacto en los dominios ambiental, económico y social.

A continuación se muestran algunas iniciativas que se han implementado en distintas instituciones de educación superior para lograr la sustentabilidad (Mawonde and Togo, 2019).

- Oberlin College promovió el aprendizaje permanente y la educación de calidad mediante iniciativas de campus ecológicos. Tenía iniciativas de suministro de energía verde, adquisiciones verdes, secuestro de carbono y alianzas de sustentabilidad. En estas iniciativas, la equidad, una parte integral del desarrollo sostenible, se logró a través de asociaciones universitarias con estudiantes, miembros de la comunidad y la ciudad de Oberlin para abordar proyectos de energía verde y compensación de carbono. Independientemente del género, credo, ocupación y estatus en la sociedad, el proyecto involucró a todas las partes interesadas en la búsqueda de soluciones duraderas a los desafíos ambientales. Se mejoró el aprendizaje a lo largo de toda la vida ya que estas habilidades se impartieron a todas las personas involucradas y las utilizaron como parte de su vida diaria; no solo por el proyecto.
- La asociación de la Universidad de Lund, la Universidad de Malmo y la Universidad Sueca de Ciencias Agrícolas es otro ejemplo que mostró cómo las universidades estaban adoptando los ODS. La asociación vio una oportunidad para involucrar a varias partes interesadas en la reorientación de la división de operaciones de la universidad. Se promovió la educación de calidad y el aprendizaje permanente mediante el intercambio de ideas y el intercambio de diferentes experiencias por parte de cada institución. Los miembros del personal, los estudiantes y los defensores de la sustentabilidad se beneficiaron de unir sus mentes para encontrar soluciones duraderas a los desafíos ambientales.

- En la Universidad de KwaZulu Natal (UKZN), la Facultad de Ingeniería implementó un Programa de Gestión de Energía para mejorar la eficiencia energética. El programa de ahorro de energía sirvió como un excelente ejemplo de cómo se pueden implementar iniciativas ecológicas de campus sostenibles. La cantidad estimada de dinero que UKZN ahorró gracias a la modernización energética alcanzó casi 4 millones de rands por año, lo que equivale aproximadamente a 300.000 dólares estadounidenses.

1.6. Hipótesis

H₁: El nivel de conocimiento de los alumnos es insuficiente respecto a los temas de sustentabilidad.

H₂: Las acciones pro-ambientales de las instituciones de educación superior influyen en la percepción de los estudiantes.

1.7. Limitaciones

Este estudio se realizó en tres universidades de Tijuana, Baja California que imparte el programa educativo de Ingeniería Industrial o área afín.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Introducción

Los niveles actuales de agotamiento de los recursos naturales sugieren que se necesita cambiar urgentemente la forma en que se enseña e investiga sobre cuestiones ambientales en su conjunto, y las formas en que se abordan los asuntos relacionados con el desarrollo sostenible en particular. Es necesario cambiar de los modelos económicos lineales y adoptar modelos circulares, en los que se utilizan recursos renovables y se cataliza el compromiso social (Leal Filho, 2020).

El desarrollo sostenible es el imperativo moral de satisfacer las necesidades, garantizar la equidad y respetar los límites ambientales (que representan las limitaciones de las actividades humanas), incluidos los esfuerzos para maximizar el valor económico (Mawonde and Togo, 2019). Sobre todo, porque desde el siglo pasado la temperatura media global ha aumentado 0.85°C (Zhou et al., 2018). Se estima que para finales del siglo XXI la temperatura tenga un aumento de 1.5°C (Bartholy and Pongrácz, 2018). Con la finalidad de frenar este aumento, una de las estrategias empleadas por las naciones para combatir el cambio climático es el Acuerdo Sobre el Cambio Climático en París. En el cual se propone mantener el aumento de la temperatura promedio mundial muy por debajo de 2°C y perseguir el esfuerzo para limitar el aumento de temperatura a 1.5°C (Li et al., 2018).

El aumento de la temperatura es particularmente importante para países altamente sensibles a efectos del cambio climático. Tal es el caso de México, donde estudios recientes revelan que las temperaturas promedio a nivel nacional aumentaron 0.85°C y las temperaturas invernales 1.3°C (INECC, 2018a). Esta situación afecta el 45% del territorio mexicano, el 70% de la población y el 64% de todos los procesos económicos que se realizan en el país se ven altamente afectados (SEMARNAT, 2015).

2.2. Impacto Ambiental

La reducción de emisiones de GEI es fundamental como una medida de enfrentar efectos del cambio climático tanto en países en desarrollo como industrializados. Donde el objetivo es minimizar los impactos ambientales que provoca fenómenos climatológicos que dañan a ecosistemas y alteran el equilibrio ecológico y la salud humana. Que surgen como resultado de procesos naturales y/o actividades antropogénicas que influyen en el aumento y disminución de las concentraciones de algunos de los contaminantes más importantes (Kang et al., 2019).

Las emisiones de GEI a la atmósfera es el resultado de procesos o actividades antropogénicas. Dentro de estos gases se encuentran, vapor de agua, dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O), clorofluorcarbonos (CFC), ozono (O₃), y el hexafloruro de azufre (SF₆), entre otros. Estos formados por moléculas polares que les

permite absorber la radiación infrarroja hasta alcanzar un equilibrio térmico en el planeta, de no existir esta propiedad el planeta sería 33°C más frío (Oktyabrskiy, 2016).

En México, para 2013 las emisiones de la industria fueron de 114,949.19 Gg de CO₂, que contribuye con 17.3% de las emisiones total a nivel nacional (INECC, 2018b). En el 2015, México se posicionó como el país número 13 a nivel mundial con el 1.3% de las emisiones globales de CO₂, por quema de combustibles fósiles (SEMARNAT and INECC, 2018). Debido a estas alarmantes cifras y con el objetivo de plantear estrategias para la reducción de emisiones GEI a nivel nacional fue publicada la Ley General de Cambio Climático. La cual establece como un objetivo la reducción de emisiones de GEI del 22% para 2025 y del 50% para 2030, tomando el año 2000 como referencia (Perkins et al., 2018). Todo esto hace evidente la necesidad actual por crear un balance entre el desarrollo industrial y mantener la calidad atmosférica, impulsa a la creación de nuevas estrategias para el desarrollo sustentable a través de la economía circular.

2.3. Economía circular

La economía circular se describe como un sistema económico. Se basa en modelos comerciales que reemplazan el concepto de “fin de la vida” por recuperar, reutilizar y reciclar materiales en procesos de producción, distribución y consumo con el objetivo de lograr el desarrollo sustentable (Kirchherr et al., 2018). En la Tabla 1 Tabla 2 se observan estos métodos de reducción de uso de recursos.

Tabla 1. Métodos de reducción de uso de recursos.

MÉTODOS DE REDUCCIÓN DE USO DE RECURSOS	DEFINICIÓN
Recuperar	Restauración de materiales que se encuentran en el flujo de desechos para un uso beneficioso que puede ser para fines distintos al uso original.
Reciclar	Método de recuperación de recursos que involucra la recolección y el tratamiento de productos de desecho para su uso como materia prima en la fabricación del mismo producto o similar.
Reutilizar	Uso de residuos como materia prima en un proceso diferente sin ningún cambio estructural.

Fuente: Glavič and Lukman (2007).

El objetivo de la economía circular es preservar recursos limitados. Prieto-Sandoval et al. (2018) sugiere que la recuperación de recursos es parte fundamental para la prevención y control de la contaminación atmosférica. Estudios recientes revelan que a nivel mundial se prevé que en el curso de los próximos 30 años aumentará de 2010 millones de residuos registradas en 2016 a 3400 millones de toneladas (Banco Mundial, 2018). La economía circular da la iniciativa de bajar estos índices al reintroducir gran parte de los residuos generados en nuevo ciclo.

El concepto ha ido evolucionando de diferentes maneras dependiendo de los sistemas culturales, sociales y políticos en que se aplique (Winans et al., 2017). En la Tabla 2 se muestra algunos ejemplos recientes relacionados con los criterios que se han implementado en la economía circular en diferentes partes del mundo.

Tabla 2. Ejemplos de implementación de economía circular.

PAÍS	CRITERIO DE IMPLEMENTACIÓN
China	Mecanismo para el desarrollo de productos rentables, el desarrollo de nuevas tecnologías, la mejora de equipos y la mejora de la gestión de la industria.
Corea y Japón	Aumentar la responsabilidad de los consumidores por el uso y el desperdicio de materiales.
Alemania	Abordar los problemas asociados con el uso de materias primas y recursos naturales para un crecimiento económico sustentable.
Canadá y Estados Unidos	Mejorar los programas de reducción, reutilización y reciclaje, y para llevar a cabo estudios de ciclo de vida a nivel de producto.
Reino Unido, Dinamarca, Suiza y Portugal	Gestión de residuos.

Fuente: Liu et al., (2018)

En el caso de México, se representa como uno de los países que menos realiza procesos de reutilización o introduce en algún nuevo proceso desechos. México genera de 103 a 126 mil toneladas diarias de residuos en los cuales solo el 11% se reutilizan, reciclan, reinsertan en un ciclo económico (Reboulén, 2017). Esto concuerda con lo que menciona Dieleman y Martínez-Rodríguez (2019), donde indican que las condiciones económicas generales, las características culturales, la historia, el sistema educativo y las capacidades de aprendizaje de un país afectan y determinan fuertemente su capacidad para innovar, cambiar y adaptarse a nuevas condiciones, oportunidades y desafíos.

2.4. Ecología Industrial y Simbiosis Industrial

La ecología industrial, como campo de estudio interdisciplinario, desarrolla y aplica diferentes enfoques en sus cuatro áreas interrelacionadas: ecosistema industrial, simbiosis industrial, metabolismo industrial, y legislación y normativa ambiental. El objetivo final de ecología industrial es desarrollar ecosistemas industriales de ciclo casi cerrado para mejorar la sustentabilidad ambiental (Li, 2018; Torre-Marín et al., 2009). En la Tabla 3 se muestran los beneficios de la ecología industrial en los aspectos económicos, ambientales y sociales de la sustentabilidad.

Tabla 3. Beneficios que ofrece la implementación de la ecología industrial.

ASPECTOS	BENEFICIOS
Económico	Reducción de costos de las industrias, a través del incremento en la eficiencia del uso de sus recursos, tecnologías y del aprovechamiento e intercambio de residuos y subproductos como materias primas.
Ambiental	Reducir la cantidad de residuos destinados a disposición final, reduciendo las emisiones de contaminantes a la atmosfera, reduciendo el uso de materia prima.
Social	La valorización de algunos residuos permite dar lugar a nuevos procesos de transformación que llega a general nuevos empleos.

Fuente: Torre-Marín et al., (2009)

En cambio, la simbiosis industrial se centra en el desarrollo de redes de conocimiento de intercambio de materiales, energía y residuos novedosos para facilitar el establecimiento de sinergias para apoyar el logro de este objetivo de ecología industrial. La diferencia entre ecología industrial e simbiosis industrial radica en el enfoque, en lugar de la escala de la economía (Li, 2018).

La ecología industrial al igual que la simbiosis industrial busca reducir el uso de materia prima a través de un aprovechamiento de residuos y materiales entre industrias optimizando los recursos naturales en todo momento (ver Figura 1) (Torre-Marín et al., 2009).

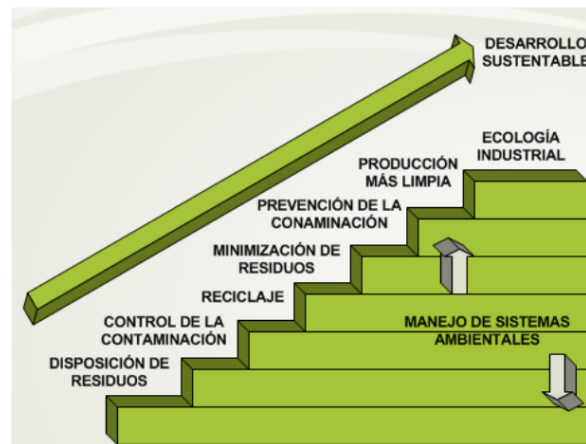


Figura 1. Pirámide hacia la sustentabilidad.

Fuente: Torre-Marín et al. (2009)

La ecología industria, también permite relaciones simbióticas entre industrias en tema de servicios, infraestructura e información entre otros. Estos motivados por la cercanía geográfica de los participantes, de esta manera se eliminan costos elevados por el traslado.

La simbiosis industrial contribuye a la economía circular al crear prácticas más eficientes en cuanto a la utilización de recursos. La eficiencia en el uso de los recursos es fundamental para que las empresas mejoren el rendimiento de sus operaciones y reduzcan la generación de residuos (Holgado et al., 2018). En este sentido, Ormazabal et al. (2018) menciona que una oportunidad para reducir el uso de recursos es, devolver los productos, subproductos o desechos como materiales en otras cadenas de valor. Expone que los materiales se pueden administrar de dos maneras: se convierten en recursos biológicos o técnicos que pueden redirigirse y devolverse al proceso industrial. En la práctica la simbiosis industrial, involucra a organizaciones separadas en un enfoque colectivo con una proximidad geográfica cercana.

La simbiosis industrial crea una ventaja colectiva a través del intercambio físico de materiales, productos, subproductos o desechos con el fin de crear eficiencia en la utilización de recursos (Song et al., 2018). Esto se vuelve una oportunidad para reducir con la actual tendencia de consumo de recursos. Se espera que el consumo mundial de recursos naturales aumente de 65 mil millones de toneladas en 2010 a 82 mil millones de toneladas en 2020 (Potočník, 2013). Una forma de responder a la utilización de recursos. Estudios recientes revelan que en América del Norte se han identificado más de 60 proyectos de simbiosis industrial. En Europa existen varias redes industriales involucradas, incluyendo algunos que están operativos, otros están en fase pre operacionales y planificados. En Asia un ejemplo sería Corea de Sur, considerando la simbiosis industrial en el programa nacional ofreciendo un enfoque para su desarrollo (Liu et al., 2018).

2.5. Las instituciones de educación superior y la sustentabilidad

Las instituciones de educación superior son agentes de cambio, ya que asumen como compromiso contribuir a la solución de la problemática regional por medio de la formación de recursos humanos. Sin embargo, las demandas sociales se han incrementado en los últimos años, adquiriendo mayor relevancia en la gestión universitaria, es decir, las universidades requieren incorporar la atención de las necesidades de los entornos de los que forman parte, no siendo nada recomendable permanecer al margen de las mismas (Cervantes Rosas and Aldeanueva Fernández, 2016).

En este sentido, las universidades pueden enseñar y demostrar la teoría y la práctica de la sustentabilidad tomando medidas para comprender y reducir los impactos ambientales negativos de sus actividades (Mawonde and Togo, 2019). Sin embargo, implementar la sustentabilidad en instituciones educativas no es una tarea fácil. De acuerdo con Leal Filho (2020) las universidades deben atender la demanda de los estudiantes de nuevos enfoques de enseñanza centrados en el alumno, integrando las competencias de desarrollo sustentable y fomentando de forma interdisciplinar, desplegando para ello metodologías de aprendizaje innovadoras, conceptos de enseñanza y herramientas didácticas.

En este contexto, Perkins et al., (2018) expone que el papel fundamental del educador es ayudar a los estudiantes a convertirse en mejores pensadores y aprendices de por vida. Esta empresa no es una actividad per se, sino un colectivo de prácticas como la capacidad de reconocer hechos, practicar el escepticismo reflexivo y adoptar diferentes perspectivas

al evaluar nuevas ideas y problemas. Sin embargo, enseñar a los estudiantes a convertirse en mejores pensadores y aprendices de por vida no es neutral en cuanto al contenido ni al contexto. Es decir, simplemente no depende de qué tan bien los estudiantes dominen el material en sus respectivas clases. Los estudiantes entran al salón de clases con cosas que ya están dentro; ya tienen concepciones e ideas profundamente arraigadas sobre el mundo. La inclusión de temas complejos, polémicos y políticamente cargados, presenta una serie de desafíos para los educadores y para un plan de estudios de desarrollo sostenible, en general.

Actualmente, la actuación sustentable se encuentra enmarcada en la “Agenda 2030” acordada por la ONU en el 2015 y los Objetivos del Desarrollo Sustentable (ODS). El objetivo número cuatro de los ODS, “Educación y calidad”, está orientado a garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad y promover oportunidades de aprendizaje durante toda la vida para todos (ONU, 2015). Bohne García et al. (2019), expone que el 4to objetivo contempla dentro de sus acciones, el acceso a la educación superior de calidad, la equidad de género, la educación para el desarrollo sustentable y un mayor número de profesionales de la docencia.

Dieleman y Martínez-Rodríguez (2019) señalan que, desde la década de 1980, la educación ambiental forma parte de los planes de estudio de todas las escuelas de México, y cada uno de los 32 estados tiene un plan estatal de educación, capacitación y comunicación en materia ambiental. Sin embargo, la mayor parte de la educación ambiental se centra en temas ambientales aislados como el agua, los desechos o la

contaminación del aire y carece de una orientación más sistémica de la sustentabilidad, vinculando el medio ambiente con los problemas económicos y sociales. Es decir, una mera transferencia de conocimientos, y lo que se sugiere es que los estudiantes deben participar de manera activa y más crítica en la definición del problema y la identificación de posibles acciones ambientales para abordar estos problemas.

Sobre todo en las pequeñas y medianas empresas (PyMES), ya que en México, representan el 99.6% del total de empresas, clasificadas en los sectores de manufactura, comercio y servicios (SE, 2016). Aplicar practicas sustentables, contribuye en el bienestar local y estatal, por consecuente contribuye al desarrollo nacional y económico del país. Patricio et al. (2018) expone que las PyMES en comparación con las empresas grandes enfrentan más desafíos para implementar practicas sustentables, por falta de financiamiento, acceso a mejoras tecnológicas, entre otros. Sugiere que para que las empresas mejoren su desempeño ambiental, se requiere conocimiento, creatividad e innovación constante.

Uno de los profesionales en el área que puedan impactar positivamente en estos aspectos es el Ingeniero Industrial. Este profesionista se desempeña por lo general en actividades tales como, dirigir, crear, evaluar y planear procesos productivos de bienes y servicios. Así como en el diseño, fabricación y mantenimiento de productos y equipos industriales. Por ende, es importante que el ingeniero industrial, conozca los diferentes métodos de análisis, para medición de impactos generados en procesos y servicios. El futuro profesionista, mediante el conocimiento y aplicación de herramientas será capaz de

realizar propuestas y soluciones innovadoras con eficiencia, liderazgo y responsabilidad social. Incrementando la competitividad y sustentabilidad de la empresa, con creatividad y conciencia ambiental.

En este sentido, Aguilar-Virgen et al. (2015) reportó que los futuros ingenieros industriales piensan que las actividades que realicen dentro de la empresa tienen principalmente un impacto económico, su deber es ser eficientes y eficaces. Sin embargo, no relacionan que todas las actividades que realicen para mejorar los productos y sus procesos productivos les dará adicionalmente una ventaja ambiental. La falta de conocimiento transversal sobre la sustentabilidad dentro de su formación profesional no les permite una correcta comprensión de los alcances que podrían tener dentro de la industria para una participación activa a favor del medio ambiente. En esencia, se propone impulsar una educación que permita una correcta percepción de las funciones de un ingeniero industrial hacia la productividad y sustentabilidad con decisiones basadas en un pensamiento “lean” y “green” con una perspectiva de la cuna a la tumba del producto.

3. METODOLOGÍA

A continuación se muestra el procedimiento que se siguió en la presente investigación sobre la sustentabilidad en la formación de capital humano en sistemas de educación superior de Baja California.

3.1. Análisis de casos de implementación de IES y sustentabilidad

Se analizaron artículos sobre desarrollo sustentable en base de datos de Elsevier, Springer y Scopus. Aunado a los diferentes acuerdos globales que existen para evitar el incremento de la temperatura en el planeta. Así como aplicaciones en el sector industrial y de servicios, también herramientas para optimizar procesos industriales y residuos. Este análisis permitió detectar diferentes casos de estudios donde el objetivo era conocer el estatus de la sustentabilidad desde diferentes perspectivas en instituciones de educación superior. Dicha información sirvió de base para el desarrollo de cuestionario para conocer la percepción de los estudiantes de instituciones de educación superior en temas en torno a la sustentabilidad.

3.2. Elección de instituciones educativas de los diferentes sistemas educativos

En la ciudad de Tijuana existen 11 universidades privadas y 6 públicas, de las cuales cuatro y cuatro respectivamente imparte ingeniería afín a industrial. De acuerdo al sistema

educativo de cada institución y su plan curricular, se escogieron como primera instancia 4 universidades a encuestar, de las cuales en tres se logró tener contacto y apoyo por parte de los directivos para aplicación de la encuesta dentro de cada institución académica. Se escogieron estas instituciones con el objetivo de poder comparar el desempeño de la sustentabilidad, en base a la percepción de los estudiantes, en diferentes sistemas educativos.

3.3. Determinación del tamaño de muestra

Para el tamaño de muestra de los alumnos de las diferentes instituciones educativas, se consideró solamente alumnos del 5to periodo escolar en adelante. Esto debido a que las diferentes instituciones, según su plan curricular, se le impartía materias referentes al desarrollo sustentable a partir del periodo escolar en cuestión.

Se considero la población de los estudiantes a partir de este semestre en las tres instituciones de educación superior, que por motivos de confidencialidad se le nombrará U1, U2, U3. Con está información se determinó el tamaño de la muestra considerando una confiabilidad del 95% con un margen de error de 5 %. Para el cálculo se utilizó la ecuación propuesto por Taboada-González et al., (2011).

$$n = \frac{Np(1 - p)}{\frac{(N-1)ME^2}{z_{\alpha/2}^2} + p(1 - p)}$$

Donde N = tamaño de la población, p = probabilidad de la ocurrencia de un fenómeno,

ME = margen de error y $z_{\alpha/2}^2$ = nivel de confianza o certeza. El cálculo se aplicó para la población de cada institución académica.

3.4. Desarrollo de instrumento de recolección de información

Se utilizó como instrumento de recolección de información una encuesta aplicada a estudiantes con el fin de medir aspectos específicamente dirigidos, mediante la plataforma de Google®.

El cuestionario se adaptó al propuesto por Gericke et al. (2019), basado en el marco de la UNESCO, en el cual sus fundamentos teóricos son los tres pilares del desarrollo sustentable, reconocido y utilizado en documentos de políticas mundiales, planes de estudios educativos.

La encuesta constó de 55 ítems donde se considerando seis secciones, aspectos demográficos, percepción, comportamiento, conocimiento, actitudes, y la institución educativa. En la primera se consideraron los aspectos demográficos de los alumnos como son el género, edad, periodo escolar en curso y nivel socioeconómico. En percepción se contaron con 8 ítems, se analizó las creencias de los estudiantes en conceptos de sustentabilidad. Para la sección de comportamiento se utilizaron 12 ítems, se analizó en qué medida los estudiantes realizan acciones sustentables en el hogar y fuera del hogar es decir en su vida cotidiana en materia de agua, electricidad y residuos. En cuanto a conocimiento se registraron 17 ítems, se cuestionó los componentes necesarios para un

desarrollo sustentable. Respecto a la sección de actitudes se utilizaron 7 ítems, donde se indagó el tipo de respuesta afectiva en el tema. En la última sección, institución educativa con 11 ítems, se buscó cómo fomentan la sustentabilidad, tanto en el plan curricular y prácticas en cuidado en materia, agua, electricidad y manejo de residuos.

En la Tabla 4 se observa la cantidad de ítems que se utilizaron en cada una de las secciones por dimensión de sustentabilidad.

Tabla 4. Cantidad de ítems por dimensión y eje de sustentabilidad.

DIMENSIÓN DE INVESTIGACIÓN	EJES DE SUSTENTABILIDAD			TOTAL
	AMBIENTAL	ECONÓMICO	SOCIAL	
Percepción	3	2	3	8
Conocimiento	7	4	6	17
Actitudes	2	1	4	7
Comportamiento	6	3	3	12
Institución académica	6	1	4	11
Total	24	11	20	55

Las opciones de respuestas consistieron en opción múltiple, respuestas dicotómicas, y escalas Likert de 5 puntos donde, 1 (muy de acuerdo) y 5 (totalmente desacuerdo). También se agregó al término de la encuesta la opción de agregar comentarios, sugerencias u observaciones al término de la encuesta.

3.5. Validación y aplicación de encuestas

La validación de la encuesta se realizó con una prueba piloto a 37 encuestados de forma aleatorio el febrero del 2019. Los estudiantes que apoyaron en esta corrida piloto fueron de ingeniería industrial, mercadotecnia, mecánica y energías renovables en la universidad U1. Como resultado se aplicaron algunos cambios sobre la encuesta inicial. Entre los que destacan el cambio en la redacción de algunas preguntas, así como una versión más corta del cuestionario, con el objetivo de que se volviera un instrumento sencillo de contestar y parcialmente rápido.

Con el instrumento listo, se aplicaron las encuestas a las tres universidades de los diferentes sistemas educativos considerando el tamaño de muestra considerado como representativo. Las encuestas se aplicaron en horario de clases, con grupos pequeños de alumnos de febrero a mayo del 2019.

Debido a que la encuestas era mediante la plataforma de Google en línea, los estudiantes contestaron la encuesta dentro de un laboratorio de cómputo en su institución académica, facilitados por los departamentos correspondientes. Durante la aplicación de la encuesta, en todos los casos, los alumnos fueron acompañados por su profesor en turno hacia el laboratorio de cómputo, siempre estando presente un investigador, dando confiabilidad en la aplicación de la encuesta.

Al iniciar la encuesta se les dio la bienvenida a los alumnos y se brindó una plática introductoria sobre la conformación de la encuesta e instrucciones pertinentes, dando a

conocer que la encuesta es confidencial y de carácter reservado ya que los resultados obtenidos serian solamente utilizados con fines investigativos.

3.6. Análisis de resultados de la encuesta

La información se analizó en Excel® a través de una base de datos que se generó como resultado de la aplicación de la encuesta por medio de la plataforma Google®. Se utilizó estadística descriptiva y se evaluó el desempeño de la sustentabilidad en cada sistema educativo utilizando una propuesta adaptada de Dagiliūtė et al., (2018) donde hacen una diferenciación de universidades verdes o no verdes.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Campo de estudio

Con el objeto de establecer las diferencias entre los diferentes sistemas educativos, se consideraron tres universidades que ofertan un programa educativo de ingeniería en el área industrial en la ciudad de Tijuana, Baja California, México. Para efectos de confidencialidad se nombrarán a las Universidades como U1, U2, U3.

La U1, es de carácter público, sus recursos son provenientes de la federación y el estado, cuenta con 27 facultades, 7 institutos de investigación, oferta 65 carreras a nivel licenciatura en sus 8 planteles en el estado, además de contar con 10 especialidades, 35 maestrías y 21 doctorados. Su plan de estudio es semestral.

La U2 es de carácter público, es funcionalmente del gobierno federal. Oferta 20 carreras a nivel licenciatura, de las cuales 2 se ofrecen de manera semi-presencial, además de contar con 8 maestrías y 3 doctorados en sus dos planteles ubicados en la ciudad de Tijuana. Su plan de estudio es semestral.

La U3, es de carácter público, sus recursos son provenientes del estado. Oferta 15 programas de técnico superior universitario de los cuales se desprenden 9 ingenierías y 6 carreras técnicas, su modelo educativo se basa en planes cuatrimestrales en un esquema de 70% practica y 30% teoría, los estudiantes cuentan diferentes opciones al ingresar, ya

que el modelo curricular permite egresos alternos, pueden adquirir su título como técnico superior universitario tras cumplir con los primeros 6 cuatrimestres, al culminar los 9 cuatrimestres con el grado de ingeniería técnica, o el grado de licenciatura como ingeniero después de los 11 cuatrimestres. Cuenta con 3 planteles en el estado.

4.2. Puntuación de la sustentabilidad entre los sistemas educativos

Se punteo el desempeño de la sustentabilidad en cada sistema educativo, esto en base a la percepción de los alumnos y estudio de campo. De acuerdo a un estudio realizado por Dagiliūtė et al. (2018), puntuaron dos universidades una catalogada como, verde y otra como, no verde, además mencionan que, el diseño del plan académico, así como la sustentabilidad de la universidad pueden aportar ciertas disposiciones que pueden contribuir aspectos pro ambientales en el comportamiento y actitudes del estudiante.

En la presente investigación para puntuar el compromiso de sustentabilidad de las instituciones, se optó por puntuar las siguientes preguntas; 1.) Manejo y entrega de material didáctico de profesores hacia los alumnos, 2.) Enseñanza por parte de los profesores, por ejemplo; si relacionan en cuidado del ambiente con la impartición de materias y actividades diarias, así como, 3.) Ahorro de energía, 4.) Agua y 5.) Manejo de residuos dentro de la institución, 6.) Vinculación de proyectos que han contribuido al cuidado del ambiente. Además, se agregaron puntos de su estudio realizado donde mencionan que se considera universidad sustentable a la que cuente con aspectos de

sustentabilidad en su 7.) Misión y visión, 8.) un sitio web dedicado a informar sobre sustentabilidad y 9.) Campañas de difusión y se agregó un punto más por si la institución manejaba de 10.) Acopio de pilas, tóner, eléctricos y electrónicos, los últimos dos puntos de acuerdo a la investigación de campo (ver Tabla 5).

Tabla 5. Puntuación de sustentabilidad en las tres universidades.

CONCEPTO A EVALUAR	UNIVERSIDADES		
	U1	U2	U3
1. Aplicación de exámenes, entrega de material didáctico y entrega de tareas en papel o electrónico	X		
2. Relacionan profesores el cuidado del ambiente con las materias	X	X	X
3. Ahorro de energía	X	X	X
4. Ahorro de agua	X		X
5. Manejo de residuos	X		
6. Vinculación de proyectos en beneficio del ambiente		X	X
7. Aspectos de sustentabilidad en misión y visión de la institución de educación superior	X		
8. Sitio web dedicado a informar sobre acciones de sustentabilidad en la institución de educación superior	X		
9. Campañas de difusión	X	X	X
10. Acopio de materiales	X	X	
Total	9	5	5

Fuente: Adaptado de Dagiliūtė et al. (2018).

4.3. Aspectos sociodemográficos

En las tres universidades predominaba el género masculino, con un 62% hombres y el 38% a mujeres, estos porcentajes concuerdan con lo expuesto por el (INEGI, 2018), donde se reporta que, en México, la distribución porcentual de matrícula de mujeres y hombres en licenciatura y tecnología en el área de ingeniería, el 72% perteneciente a hombres y 28% a mujeres. Lo que permite dar como punto de partida lo expuesto por Zhang et al. (2018) en donde, sugiere que el género es un factor influyente para comportamientos ambientales. Los resultados revelaron que en base a comportamientos ambientales mediante cuidados del agua, energía eléctrica y manejos de residuos en el hogar como fuera de él. Las mujeres representaron los porcentajes más altos, aunque no por mucha variación. Además, indicaron porcentajes más altos en los ejes del desarrollo sustentable social, económico ambiental, con respecto a los hombres.

La edad en promedio entre los encuestados fue de 20 años. De acuerdo a Olsson et al. (2019) la edad también debe considerarse cuando se pretende analizar aspectos de educación ambiental y sustentabilidad, encontró una relación positiva entre el aumento de edad y el compromiso pro ambiental.

La edad promedio en los estudiantes en las tres universidades oscila de 18 a 22 años (ver Tabla 6). Cabe destacar que la U3 obtuvo con más del 20% de sus alumnos tienen edades igual o mayor a 28 años. Esto se puede atribuir al plan curricular que maneja la institución, más corto y en su mayoría en formación práctica, lo que se vuelve más accesible para laboral y concluir la formación profesional en tiempo más corto. En este sentido se tiene

coherencia que la U3 haya presentado nivel socioeconómico más bajo con más del 60% de sus alumnos expresaban obtener un ingreso mensual familiar menor o igual a \$10,103.00 M.N. Lo que explica que con edades más avanzadas en promedio los estudiantes trabajan y estudian.

Tabla 6. Características sociodemográficas de las tres universidades.

CARACTERÍSTICAS SOCIODEMOGRÁFICAS	Porcentaje de alumnos encuestados (%)		
	U1	U2	U3
Genero			
Femenino	34	42	34
Masculino	66	58	66
Edad			
18 a 22 años	58	72	40
23 a 27 años	39	25	38
Mayor de 28 años	3	3	22
Semestre			
5	25	19	
6	39	25	
7	11	18	
8	14	17	
9	9	5	
10	2	16	
Cuatrimestre			
5			39
6			61

Para establecer parámetros de las condiciones económicas en esta investigación, se considero, niveles socioeconómicos clasificados en México (ver Tabla 7). Los resultados reflejaron que la U1 y U2 en el mayor porcentaje de alumnos sus ingresos oscilan de MXP\$14,023.00 a MXP\$20,062.00. A lo que se puede atribuir que, a edades más jóvenes, se vive en casa de sus padres y recibiendo apoyo económico de estos.

Tabla 7. Estratos socioeconómicos de los alumnos de las tres universidades.

INGRESOS FAMILIARES	PORCENTAJE DE ALUMNOS (%)		
	U1	U2	U3
< MXP \$10,103.00	32	36	63
MXP \$14,023.00 a MXP \$20,062.00	51	48	34
≥ MXP \$32,215.00	17	16	4

4.4. Percepción general

Se refleja que solo el 16% de los alumnos tienen claro los tres ejes que conforman el desarrollo sustentable (ver Figura 2). En la siguiente pregunta los alumnos tenían la opción de contestar más de una respuesta, en la figura se muestra las diferentes relaciones en las que se percibe, donde se tiene una relación alta con el eje ambiental con el 34%, y poco se relaciona con las ventajas económicas en que puede contribuir. Por la misma razón que algunos encuestados indicaran opciones negativas o escépticas sobre la relevancia de la sustentabilidad con un 2.5% considerándolo, tema moda y campo

reciente. Indica, que se requieren medidas adicionales para mejorar la difusión de los aspectos que abarca y lo que puede lograr.

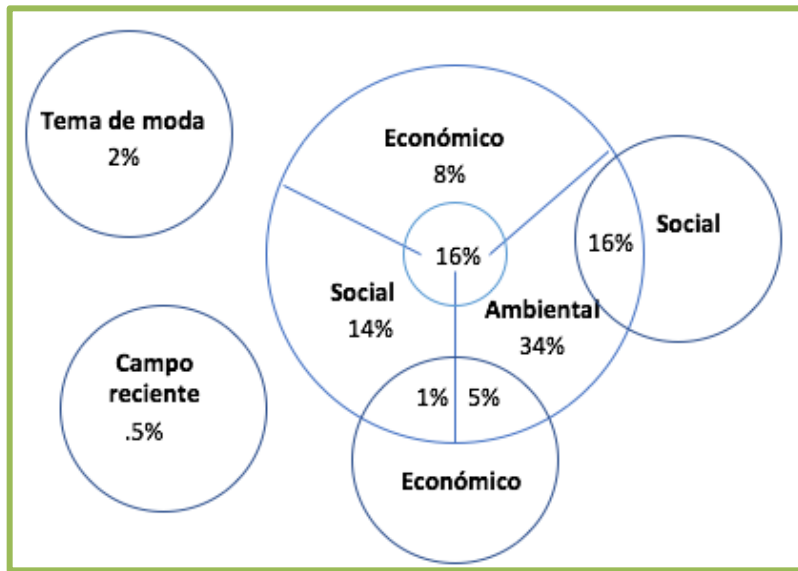


Figura 2. ¿Qué entiendes por desarrollo sustentable?

Los estudiantes se consideran portadores del cambio, en donde la U1 y U2 con un porcentaje de 56 y 40% respectivamente. Reconocen que juegan un papel importante en fomentar una cultura sustentable, aunque no ellos como actores únicos, si no en conjunto con profesores, autoridades universitarias y la secretaria de educación. En contraste con la U3 donde se reflejó con un 23% los alumnos se representan como portadores únicos de fomentar la cultura sustentable, y con una respuesta del 23% consideran que los responsables de esta acción es la secretaria de educación, coincidiendo en esta respuesta con las U1 y U2. En este sentido se menciona que en las universidades en México optan

un enfoque de nivel superior hacia abajo para incorporar planes de sustentabilidad en las instituciones de educación superior. Por lo general, la estrategia se determina por la administración de la universidad mientras que profesores o/y alumnos, no contribuyen en estas estrategias. Por su parte Yuan y Zuo (2013) mencionan que si bien, las contribuciones por parte de la institución son esenciales para el desarrollo sustentable dentro de las instalaciones, considera que, una combinación del enfoque de arriba hacia abajo y viceversa, involucra a todas las partes, logrando contribuciones al sistema.

En México, en el 2015 se implementó el Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales (PROMARNAT), y el Centro de Capacitación para el Desarrollo Sustentable (CECADESU) que tiene como objeto difundir la educación ambiental en un nuevo enfoque pedagógico que se define como un proceso que forma al individuo para desempeñar un papel crítico en la sociedad. Esto con el objeto de establecer una relación armónica con la naturaleza, brindándole elementos que le permitan analizar la problemática ambiental actual y conocer el papel que juega en la transformación de la sociedad, a fin de alcanzar mejores condiciones de vida. Asimismo, es un proceso de formación de actitudes y valores para el compromiso social (SEMARNAT, 2018).

El gobierno mexicano para enfrentar la problemática en base a la sustentabilidad en el país ha llevado a cabo diversos planes mediante un sistema nacional de cambio climático, desde la aprobación de la Ley General de Cambio Climático (LGCC) que entró en vigor en el 2012, así como la implementación de instrumentos de política pública como la Comisión Intersecretarial de Cambio Climático (CICC), el Consejo de Cambio Climático

(C3), el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC) en 2013, Reforma energética, en donde participa el Congreso de la Unión, entidades federativas, y asociaciones con autoridad municipal (INECC, 2015). Entre los mecanismos de acción, avances normativos y herramientas de información de la LGCC se elaboró y aprobó:

- Estrategia Nacional de Cambio Climático Visión 10-20-40.
- Programa Especial de Cambio Climático 2014-2018.
- Impuesto al carbono.
- Compromisos 2020-2030.
- Programa Nacional para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía 2014-2018 y el Programa Especial para el Aprovechamiento de Energías Renovables 2014-2018.
- Inventario Nacional de Emisiones de GEI.

Por lo regular ejemplos de grandes sistemas de sustentabilidad, son otros países, otros líderes. Si bien existen programas para implementación de la sustentabilidad en el país, relativamente son muy recientes y carecen de presupuesto y por ende no se logra el objetivo. Esto se refleja en la siguiente pregunta, donde del total de los alumnos encuestados el 46% percibe en escala de Likert que México es un país poco sustentable (ver Figura 3).

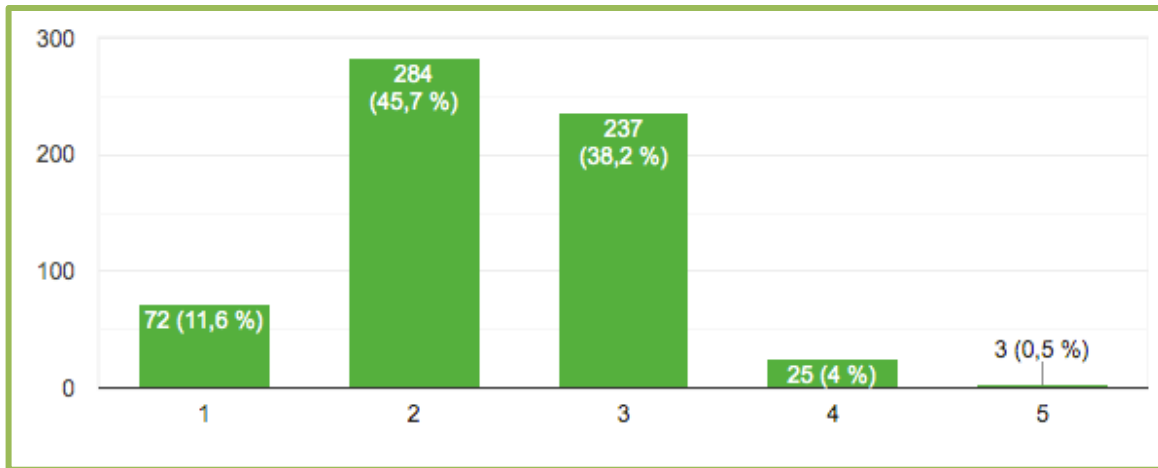


Figura 3. ¿Cree que México es un país sustentable?

4.5. Comportamiento

La economía es un tema fundamental para lograr el desarrollo sustentable, un ejemplo es, en la asignación de recursos. Estos derivados de acuerdos globales, impactos sociales. La desigualdad actual en materia de recursos, esto aunado a una administración inadecuada, ha ocasionado la alteración de ecosistemas y por consecuente afectación del bienestar del ser humano. Las demandas sociales van más allá de cubrir sus necesidades básicas, también se genera la necesidad de mejora en vivienda e infraestructura. En este sentido, Bradley (2019) menciona que la tecnología por sí sola no es suficiente para resolver los problemas ambientales y sociales globales. Es necesario saber y conocer cómo funciona la economía que, por lo general, esta se determina de acuerdo a lo que se genere y consume en cada localidad.

Se les cuestionó a los alumnos si estaban relacionados con la economía en México. Del total de alumnos solo el 23% respondió que sí. Lo que concuerda con la Figura 2 en donde poco se relaciona el eje económico en el desarrollo sustentable.

Lo anterior también aplica para las empresas en donde, por lo general, no son capaces de reconocer el potencial de ahorro en costos que conlleva innovaciones ambientales en términos de ahorro energético y materia prima (Sáez-Martínez et al., 2016). Aspectos sumamente importantes para los Ingenieros Industriales que son los profesionistas que están inmersos en este tipo de problemáticas y podrían lograr un cambio en las empresas si tienen las herramientas necesarias.

Una encuesta global reportada por Dyllick y Rost (2017) sobre "Implementación de sustentabilidad" presenta datos de apoyo para marcas de consumo. Descubrieron que, en 2014, las ventas de consumo de marcas con un compromiso con la sustentabilidad han crecido más del 4% a nivel mundial, mientras que las que no lo han hecho crecieron menos del 1%. En general, el número de consumidores dispuestos a consumir más por marcas comprometidas con un impacto social y ambiental positivo sigue aumentando, alcanzando el 66% en 2015.

Las empresas que estén comprometidas con el medio ambiente, en términos, prevención de contaminación, producción más limpia, minimización en el uso de recursos, entre otros, es importante para los consumidores. Lo que concuerda en la Figura 4, en donde existe empatía al consumir con empresas que estén comprometidas con el medio ambiente. Incluso los encuestados mostraron con un 70% del total de los encuestados,

están dispuestos a pagar un poco más por productos de alta calidad elaborados con materiales reciclados.

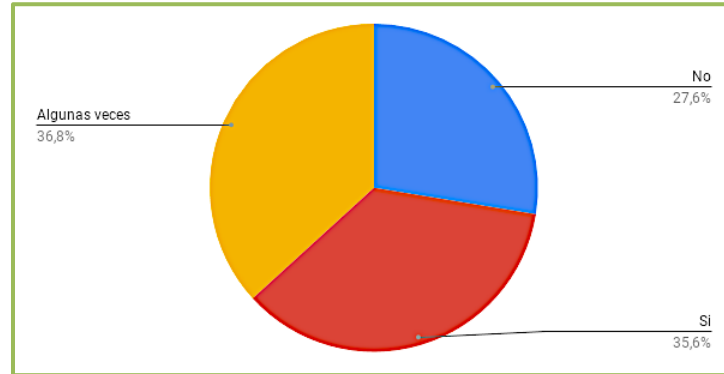


Figura 4. Evito comprar productos de compañías con dudosa reputación en cuidado del ambiente.

Los resultados anteriores pueden estar aunados, que en la Ciudad de Tijuana se utilizan muchos productos de segunda mano. Esto debido a la cercanía con Estados Unidos, donde es común que desechen ropa, inmuebles, electrodomésticos, entre otros, varios de esos artículos son traídos a la Ciudad de Tijuana para ser revendidos o donados (ver Figura 5).

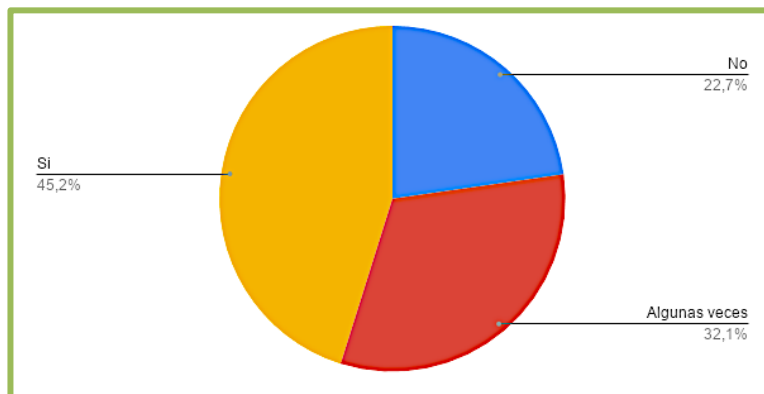


Figura 5. Compro productos de segunda mano a través de internet o una tienda.

4.6. Conocimiento

Una de los métodos más utilizadas para medición de impacto ambiental que genera un producto o servicios es el análisis de ciclo de vida de un producto (ACV), o conocidos en la literatura como, de la cuna a la tumba. Estos impactos se evalúan e identifican, debilidades y fortalezas del proceso, de esta forma se aplican estrategias de mejora ambiental, a través de las modalidades de diseño, producción y consumo sustentable (Bradley, 2019).

Los alumnos con perfil de ingenieros, serán los futuros responsables de llevar estas acciones en la industria, por ello es necesario conocer y saber cómo aplicar las herramientas necesarias para lograrlo. Se les cuestionó a los alumnos si conocían el concepto (ACV) el resultado de total de alumnos encuestados mostró que, el 72% de los alumnos desconocen el concepto, de la cuna a la tumba y solo el 28% afirma que si lo conoce.

Por otra parte, se les cuestionó en general, si, conocen herramientas para optimizar procesos, sin especificar alguna en particular, y el 85% total de los encuestados afirmó que si, mientras solo el 15% respondió que no las conoce. Si bien es importante conocer herramientas para optimizar procesos, es necesario identificar métodos para medir áreas de oportunidad y métodos para medir el impacto ambiental en cualquier proceso.

4.7. Actitudes sustentables

El hecho de que las percepciones de los estudiantes en su mayoría en esta sección se consideraron como positivas, se puede deducir que la sustentabilidad puede contar con cierta simpatía. Cabe destacar en esta investigación que los alumnos al término de la encuesta, tenían la opción de escribir algún comentario, sugerencia o cuestión ante la encuesta o proyecto, cabe destacar comentarios como:

- ¡La necesidad humana y el egoísmo industrial, hacen que ignorancia persevere!,
- La contaminación ambiental es un hecho que por muchos no se acepta aun, buena iniciativa éxitos,
- El cuidado del medio ambiente es responsabilidad de todo el mundo, los Ingenieros industriales tenemos la oportunidad de ayudar de forma considerable, no solo tomando en cuenta el aspecto económico, también cómo afecta nuestra manera de actuar al planeta,
- Sería muy bueno que a una temprana edad nos dejaran en claro la cultura de la economía, junto con la sustentabilidad para así evitar a largo plazo muchas tragedias y tener un mejor México,
- El desarrollo sustentable es un tema que todos debemos conocer para cuidar el medio ambiente y que nuestras generaciones futuras tengan la oportunidad de usar los recursos naturales por igual,

- El desarrollo sustentable es muy importante porque influye mucho en el futuro del planeta, de como se lo dejaremos a los demás habitantes y para no sufrir desastres naturales frecuentes,
- A mi punto de vista digo que debemos ser mas cuidadosos con el uso de los recursos naturales existentes ya que si no los cuidamos no prevalecerán por siempre y debemos llevar medidas preventivas para llevar a cabo el cuidado de todo lo que nos rodea,
- Entre otros.

Por otra parte, el hecho de que también existan comentarios como, *“El hecho de pensar a favor de una situación no significa que actúes en favor de ello”*, donde esta investigación concuerda con el comentario del alumno, y también se consideren comentarios entre los alumnos como: *“Creo que es un tema que se debe de tomar en cuenta, pero un cambio individual no haría la diferencia. Lo que se necesita es un cambio a un nivel mucho más grande”*, donde no se considera un cambio individual una acción a favor. Sin embargo, se ha demuestra que los grandes cambios en la sociedad, comienza con la expresión y acciones personales. Esto y a su vez que existan comentarios de reflexión y realidad como:

- Es triste darme cuenta que tengo muy pocos hábitos ambientales,
- Me gustaría saber mas del tema, es muy interesante,

- Me siento mal de ser tan malo con el medio ambiente,
- A la U2 no le interesa el cuidado del medio ambiente, su clase de Desarrollo sustentable tiene 80 alumnos y quitaron los botes reciclables que porque no se le daba seguimiento. Cuando es una cultura,
- Entre otros.

También muestra que existe una necesidad percibida de aclaración sobre lo que significa y sobre lo que puede lograr el desarrollo sustentable.

4.8. Institución académica

Las universidades juegan un papel importante para promover la sustentabilidad, ya que el impacto que se genere en los estudiantes puede influir positivamente en el resto de la sociedad. Dagiliūtė et al. (2018) sugiere que, la información ambiental que brinde la institución determina significativamente la participación de los estudiantes. Menciona que, portales web de la institución, se convierte en una plataforma importante para involucrar a los estudiantes en temas relevantes sobre la sustentabilidad, su estudio revela que los estudiantes obtienen mayor parte de la información sobre la posición de la universidad con respecto al medio ambiente por medio del portal web de la universidad, mientras menor número de estudiantes lee documentos estratégicos donde

generalmente se presenta la posición de la universidad sobre el medio ambiente y sustentabilidad dentro de la institución.

En el presente estudio se les cuestionó a los estudiantes si su institución, cuenta con un sitio web dedicado a informar sobre el campo de la sustentabilidad. Cabe mencionar que la U1 es la única institución cuenta con un sitio web dedicado a informar sobre temas relevantes a la sustentabilidad, donde respondieron con un 9.6% afirman que la universidad no cuenta con el sitio web, el 78.2% no sabe si existe y solo el 12.2% afirma que sí. Los resultados de la U2, no cuenta con un sitio web dedicado a informar sobre el campo de la sustentabilidad, el 24% de los alumnos afirmo que no, mientras que el 71% respondió que no sabía y solo el 5% respondió que sí. La U3 al igual que la U2 no cuenta con la plataforma web, pero un porcentaje más alto de alumnos afirmaron que si con un 14%, un 50% respondieron no sé y el 34% afirmo que no existe. Esto sugiere que las iniciativas, compromisos oficiales y postura de la institución, con el fin de inculcar a los alumnos conocimiento, actitudes y modelos de trabajos sustentables, deben unificarse con actividades particulares, como campañas de difusión, entre otras, de lo contrario permanecerán como declaraciones solamente.

Se vuelve de suma importancia que los estudiantes conozcan cómo funciona la sustentabilidad. Al mismo tiempo crear sensibilización y reflexión sobre las causas y consecuencias que desencadena el cambio climático, así como desarrollar capacidades para aplicar de manera responsable y creativa con el fin de mitigar impactos (Ruiz-Mallén and Heras, 2020).

Para lograr esto, es necesario que las universidades integren un plan estratégico para promover el tema al mismo tiempo de aplicarlas dentro de la institución. Las universidades como promotores activos de la sustentabilidad se ha expresado a lo largo de los años en numerosas declaraciones y acuerdos internacionales (Blanco-Portela et al., 2018).

Instituciones de educación superior comprometidas con el medio ambiente ofrecer oportunidades significativas para cumplir con los ODS (Objetivos del Desarrollo Sustentable), trabajando en las instalaciones, personal docente y estudiantes. Sin embargo, la sustentabilidad a menudo no se imparte desde las primeras materias del plan académico, con profesores por lo regular separados del régimen institucional y el servicio comunitario (Purcell et al., 2019).

Un ejemplo se da en la siguiente pregunta en donde, se les cuestionó a los alumnos si han llevado al menos una materia que hable sobre ecodiseño. En este sentido una parte importante del impacto del ciclo de vida de un producto se decide en la etapa de diseño. Por lo tanto, ecodiseño es un instrumento prometedor para avanzar en la producción sustentable (Lehtoranta et al., 2011). Todos los alumnos ya habían recibido por lo menos una materia referente al desarrollo sustentable, esto de acuerdo al plan curricular de cada institución. Los resultados para la U1, con un 19%, la U2 con un 41% y la U3 con 37%, respondió que sí, el resto del porcentaje respondió que no respectivamente.

A pesar que la U1 fue catalogada como la universidad con más medidas sustentables en comparación con la U2 y U3, obtuvo el porcentaje más bajo en el conocimiento específico

de herramienta como ecodiseño. Esto retoma que poco funciona implementar iniciativas y medidas de enseñanza, investigación y divulgación, si, no se involucra al personal docente junto con el plan curricular. Esto contrasta con lo que respondieron los estudiantes respecto a si los docentes mencionan de qué forma afectan los materiales al medio ambiente (ver Figura 6) y mis profesores relacionan el cuidado ambiental en la impartición de materias (ver Figura 7).

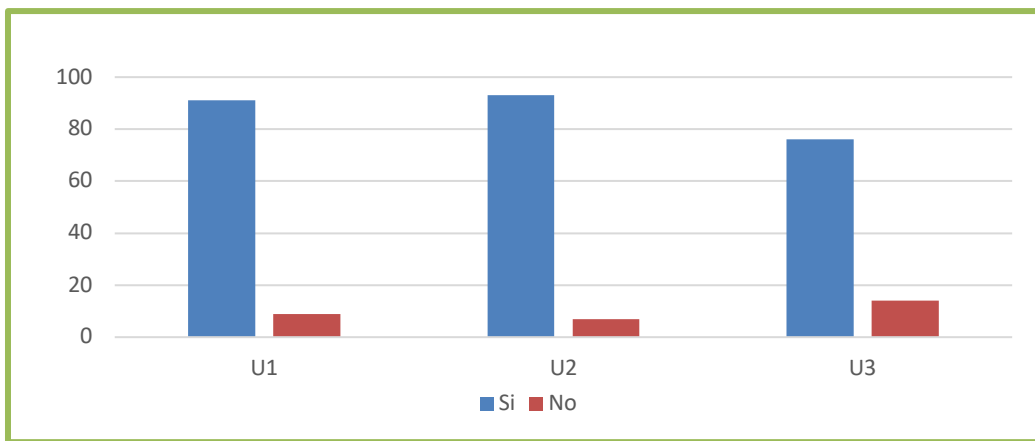


Figura 6. Mis profesores han mencionado de qué forma afectan los materiales al medio ambiente.

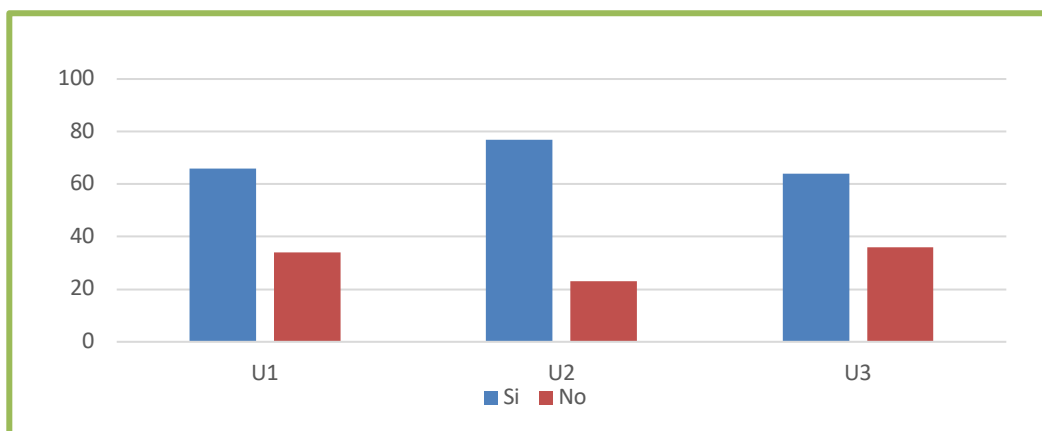


Figura 7. Mis profesores relacionan el cuidado ambiental con la impartición de las materias.

En las figuras anteriores se presentaron porcentajes más elevados, en el cuestionamiento, en lo que se puede concluir en esta investigación que, si bien los profesores si relacionan sustentabilidad con la impartición de materias, pero no en ejemplos específicos como seria, métodos de medición de impactos ambientales en servicios y productos, herramientas para implementar entre otros.

En la Figura 6, también se puede observar que la U3 obtuvo el porcentaje más bajo al igual que en la Figura 8, en donde los estudiantes perciben que poco se relaciona su profesión con la contaminación ambiental. Gauvreau (2018) menciona que, por lo regular los estudiantes de ingeniería, son enseñados por lo general por profesores que no han practicado su profesión, los profesores de ingeniería son contratados, con un cargo, promovidos para realizar y publicar investigaciones científicas. Generalmente ingresan al empleo académico con poco interés en la práctica de la ingeniería.

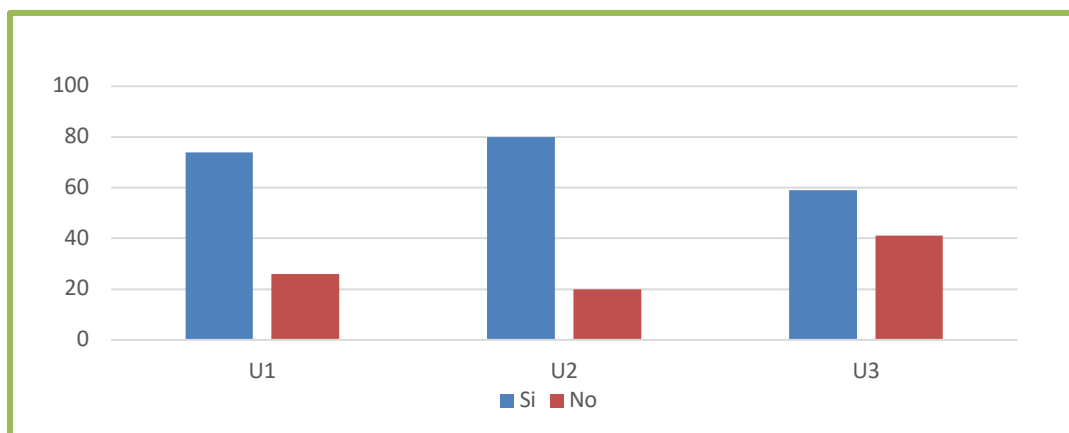


Figura 8. Mi profesión está relacionada con la contaminación ambiental.

Debido a que la ingeniería es una actividad práctica, no es posible que las universidades produzcan profesionales totalmente competentes (Gauvreau, 2018). Esto es reflejado en la Figura 9, en donde las tres instituciones obtuvieron porcentajes bajos en el cuestionamiento si han realizado proyectos que han ayudado a mejorar el medio ambiente. Lo que se espera es que los estudiantes obtengan durante su preparación académica bases teóricas y prácticas que les permita desarrollar profesionalmente desde los primeros años ejerciendo. Las universidades pueden enseñar y demostrar la teoría en la práctica con el fin de reducir, impactos ambientales (Mawonde and Togo, 2019).

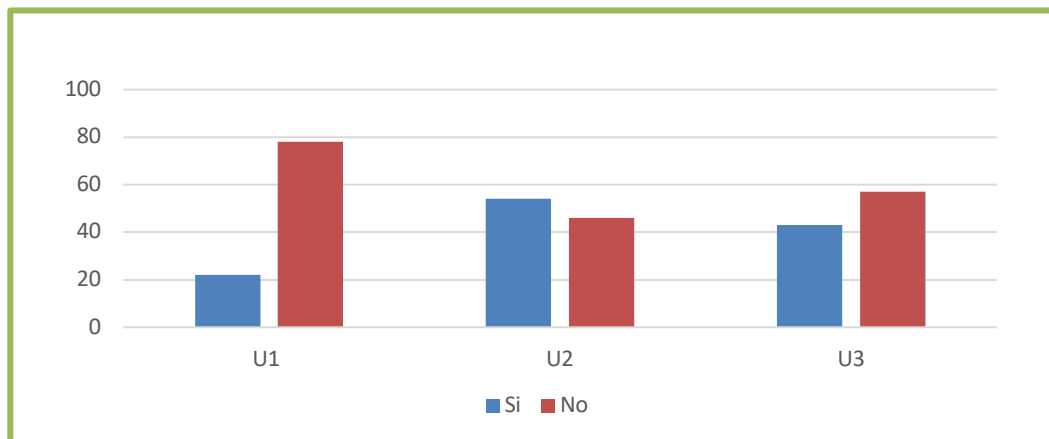


Figura 9. He realizado proyectos que han ayudado a mejorar el medio ambiente.

5. CONCLUSIONES

Los hallazgos de esta investigación, aporta resultados actuales sobre la sustentabilidad en la formación de capital humano en sistemas de educación superior en Baja California. Los futuros ingenieros en formación en los tres sistemas educativos, no tienen clara la definición de desarrollo sustentable y desconocen lo que abarca. Ignoran métodos de identificación de oportunidad de mejoras ambientales en procesos y servicios, además de desconocer herramientas clave para optimizar procesos. Lo que no permite una comprensión clara de los alcances y beneficios ambientales que se pueden alcanzar al implementar de manera creativa y asertiva, innovación ambiental mediante ahorro y optimización en materia, tiempo y recursos naturales.

Si bien en México existen programas, que tienen como objetivo difundir la educación ambiental, en un enfoque pedagógico, tienen muy poco tiempo en marcha y han carecido de presupuesto en los últimos años. Los alumnos perciben esta realidad catalogando en su mayoría a México como un país poco sustentable.

El presente estudio revela que, los estudiantes son conscientes de los problemas que existen en temas sobre prácticas sustentables en el país. Sin embargo, no son conscientes de la conceptualización que representa el desarrollo sustentable, indica la falta de difusión en tema de sustentabilidad por parte de las instituciones, pero a su vez estos resultados ofrecen una oportunidad para que las instituciones educativas concienticen e incorporen nuevas medidas y estrategias para implementar la sustentabilidad entre sus alumnos y estos poder llevarlos a la práctica, como a nivel profesional y personal.

Los resultados revelan que, a pesar que la U1, fue la que mayor puntuación como institución más sustentable, no obtuvo porcentajes más destacados en actividades relacionadas dentro de la institución y personal docente como se esperaba desde el principio. Revela que los determinantes más importantes no es la declaración institucional y la información ambiental que brinde la institución, si no los determinantes serán la difusión de la sustentabilidad en una forma más específica involucrando a personal docente y proporcionar ejemplos de la vida real y crear proyectos para atacar las debilitantes.

Resultados revelan que existe un porcentaje alto de alumnos que compra artículos de segunda mano, esto puede ir aunado que en Tijuana existe flujo de inmuebles, ropa, entre otros artículos, esto debido por la cercanía con Estados Unidos, ya que suele pasar que personas compran o adquieren productos en el vecino país, de los cuales son vendidos o donados en Tijuana, esto abre una brecha de si en otras partes de México existe esta tendencia entre estudiantes de ingeniería.

6. BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar-Virgen, Q., Taboada-González, P.A., Ramírez-Barreto, M.E., 2015. Percepción Industria-Ambiente De Estudiantes Universitarios De Ingeniería Industrial. *Avances en Ciencias e Ingeniería* 6, 29–36.
- Banco Mundial, 2018. Informe del Banco Mundial: Los desechos a nivel mundial crecerán un 70 % para 2050, a menos que se adopten medidas urgentes [WWW Document]. World Bank. URL <https://www.bancomundial.org/es/news/press-release/2018/09/20/global-waste-to-grow-by-70-percent-by-2050-unless-urgent-action-is-taken-world-bank-report> (accessed 9.20.18).
- Bartholy, J., Pongrácz, R., 2018. A brief review of health-related issues occurring in urban areas related to global warming of 1.5°C. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 1.5°C Climate change and urban areas 30, 123–132. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2018.05.014>
- Blanco-Portela, N., R-Pertierra, L., Benayas, J., Lozano, R., 2018. Sustainability Leaders' Perceptions on the Drivers for and the Barriers to the Integration of Sustainability in Latin American Higher Education Institutions. *Sustainability* 10, 2954. <https://doi.org/10.3390/su10082954>
- Bohne García, A.C., Bruckmann Maynetto, M., Martínez González, A.A., 2019. El desarrollo sustentable en las instituciones de educación superior: un verdadero desafío. *RDU* 20, 1–10. <https://doi.org/10.22201/codeic.16076079e.2019.v20n5.a3>
- Bradley, P., 2019. Integrating sustainable development into economics curriculum: A case study analysis and sector wide survey of barriers. *Journal of Cleaner Production* 209, 333–352. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.10.184>
- Cervantes Rosas, M. de los Á., Aldeanueva Fernández, I., 2016. Las instituciones de educación superior y el desarrollo sustentable: estudio exploratorio desde la perspectiva del alumno. *Ra Ximhai* 12, 259–268. <https://doi.org/10.35197/rx.12.01.e3.2016.16.mc>
- Chapman, A., Shigetomi, Y., 2018. Developing national frameworks for inclusive sustainable development incorporating lifestyle factor importance. *Journal of Cleaner Production* 200, 39–47. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.07.302>
- Chu, H., Yang, J.Z., 2018. Taking climate change here and now – mitigating ideological polarization with psychological distance. *Global Environmental Change* 53, 174–181. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2018.09.013>
- Chuvieco, E., Burgui-Burgui, M., Da Silva, E.V., Hussein, K., Alkaabi, K., 2018. Factors affecting environmental sustainability habits of university students: Intercomparison analysis in three countries (Spain, Brazil and UAE). *Journal of Cleaner Production* 198, 1372–1380. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.07.121>
- Dagiliūtė, R., Liobikienė, G., Minelgaitė, A., 2018. Sustainability at universities: Students' perceptions from Green and Non-Green universities. *Journal of Cleaner Production* 181, 473–482. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.01.213>

- Dieleman, H., Martínez-Rodríguez, M.-C., 2019. Potentials and Challenges for a Circular Economy in Mexico, in: Franco-García, M.-L., Carpio-Aguilar, J.C., Bressers, H. (Eds.), *Towards Zero Waste: Circular Economy Boost, Waste to Resources, Greening of Industry Networks Studies*. Springer International Publishing, Cham, pp. 9–24. https://doi.org/10.1007/978-3-319-92931-6_2
- Dyllick, T., Rost, Z., 2017. Towards true product sustainability. *Journal of Cleaner Production* 162, 346–360. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.05.189>
- Equipo de Encuentros Multidisciplinares, 2001. Carta Magna y declaraciones conjuntas europeas sobre la Universidad. *Encuentros Multidisciplinares* 9, 1–7.
- Gauvreau, P., 2018. Sustainable education for bridge engineers. *Journal of Traffic and Transportation Engineering (English Edition)*, Holistic approach to sustainability of existing and new bridges 5, 510–519. <https://doi.org/10.1016/j.jtte.2018.10.001>
- Gericke, N., Pauw, J.B., Berglund, T., Olsson, D., 2019. The Sustainability Consciousness Questionnaire: The theoretical development and empirical validation of an evaluation instrument for stakeholders working with sustainable development. *Sustainable Development* 27, 35–49. <https://doi.org/10.1002/sd.1859>
- Glavič, P., Lukman, R., 2007. Review of sustainability terms and their definitions. *Journal of Cleaner Production* 15, 1875–1885. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2006.12.006>
- Holgado, M., Benedetti, M., Evans, S., Baptista, A.J., Lourenço, E.J., 2018. Industrial Symbiosis Implementation by Leveraging on Process Efficiency Methodologies. *Procedia CIRP*, 25th CIRP Life Cycle Engineering (LCE) Conference, 30 April – 2 May 2018, Copenhagen, Denmark 69, 872–877. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2017.11.078>
- INECC, 2018a. Efectos del cambio climático [WWW Document]. Gobierno de México. URL <http://www.gob.mx/inecc/acciones-y-programas/efectos-del-cambio-climatico> (accessed 11.29.19).
- INECC, 2018b. Inventario Nacional de Emisiones de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero [WWW Document]. Gobierno de México. URL <http://www.gob.mx/inecc/acciones-y-programas/inventario-nacional-de-emisiones-de-gases-y-compuestos-de-efecto-invernadero> (accessed 11.29.19).
- INECC, 2015. Compromisos de Mitigación y Adaptación ante el Cambio Climático para el Periodo 2020-2030.
- INEGI, 2018. *Mujeres y hombres en México 2018*, INEGI. ed. México, DF.
- Kang, H., Zhu, B., van der A, R.J., Zhu, C., de Leeuw, G., Hou, X., Gao, J., 2019. Natural and anthropogenic contributions to long-term variations of SO₂, NO₂, CO, and AOD over East China. *Atmospheric Research* 215, 284–293. <https://doi.org/10.1016/j.atmosres.2018.09.012>
- Ki-moon, B., 2009. Cambio Climático | América Latina | CINU [WWW Document]. Centro de Información de la ONU. URL https://www.cinu.mx/minisitio/cambio_climatico/las_huellas_en_america_latina (accessed 11.29.20).
- Kirchherr, J., Piscicelli, L., Bour, R., Kostense-Smit, E., Muller, J., Huibrechtse-Truijens, A., Hekkert, M., 2018. Barriers to the Circular Economy: Evidence From the European

- Union (EU). *Ecological Economics* 150, 264–272. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2018.04.028>
- Leal Filho, W., 2020. Living Labs for Sustainable Development: The Role of the European School of Sustainability Sciences and Research, in: Leal Filho, W., Salvia, A.L., Pretorius, R.W., Brandli, L.L., Manolas, E., Alves, F., Azeiteiro, U., Rogers, J., Shiel, C., Do Paco, A. (Eds.), *Universities as Living Labs for Sustainable Development: Supporting the Implementation of the Sustainable Development Goals*, World Sustainability Series. Springer International Publishing, Cham, pp. 3–9. https://doi.org/10.1007/978-3-030-15604-6_1
- Lehtoranta, S., Nissinen, A., Mattila, T., Melanen, M., 2011. Industrial symbiosis and the policy instruments of sustainable consumption and production. *Journal of Cleaner Production, Promoting Transformation towards Sustainable Consumption and Production in a Resource and Energy Intensive Economy - the Case of Finland* 19, 1865–1875. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2011.04.002>
- Li, W., Jiang, Z., Zhang, X., Li, L., Sun, Y., 2018. Additional risk in extreme precipitation in China from 1.5 °C to 2.0 °C global warming levels. *Science Bulletin* 63, 228–234. <https://doi.org/10.1016/j.scib.2017.12.021>
- Li, X., 2018. Industrial Ecology and Industrial Symbiosis - Definitions and Development Histories, in: Li, X. (Ed.), *Industrial Ecology and Industry Symbiosis for Environmental Sustainability: Definitions, Frameworks and Applications*. Springer International Publishing, Cham, pp. 9–38. https://doi.org/10.1007/978-3-319-67501-5_2
- Liu, Z., Adams, M., Cote, R.P., Geng, Y., Li, Y., 2018. Comparative study on the pathways of industrial parks towards sustainable development between China and Canada. *Resources, Conservation and Recycling* 128, 417–425. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2016.06.012>
- Mawonde, A., Togo, M., 2019. The role of SDGs in advancing implementation of sustainable development : The case of University of South Africa, South Africa, in: de Miranda Azeiteiro, U.M., Davim, J.P. (Eds.), *Higher Education and Sustainability. Opportunities and Challenges for Achieving Sustainable Development Goals*. CRC Press, United States of America, pp. 1–20. <https://doi.org/10.1201/b22452-1>
- Oktyabrskiy, V.P., 2016. A new opinion of the greenhouse effect. *St. Petersburg Polytechnical University Journal: Physics and Mathematics* 2, 124–126. <https://doi.org/10.1016/j.spjpm.2016.05.008>
- Olsson, D., Gericke, N., Boeve-de Pauw, J., Berglund, T., Chang, T., 2019. Green schools in Taiwan – Effects on student sustainability consciousness. *Global Environmental Change* 54, 184–194. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2018.11.011>
- ONU, 2015. Objetivos de desarrollo sostenible [WWW Document]. *Desarrollo Sostenible*. URL <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/2015/09/la-asamblea-general-adopta-la-agenda-2030-para-el-desarrollo-sostenible/> (accessed 12.2.20).
- Ormazabal, M., Prieto-Sandoval, V., Puga-Leal, R., Jaca, C., 2018. Circular Economy in Spanish SMEs: Challenges and opportunities. *Journal of Cleaner Production* 185, 157–167. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.03.031>

- Patricio, J., Axelsson, L., Blomé, S., Rosado, L., 2018. Enabling industrial symbiosis collaborations between SMEs from a regional perspective. *Journal of Cleaner Production* 202, 1120–1130. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.07.230>
- Pérez-Foguet, A., Lazzarini, B., 2019. Continuing professional education in engineering faculties: Transversal integration of sustainable human development in basic engineering sciences courses. *Journal of Cleaner Production* 218, 772–781. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.02.054>
- Perkins, K.M., Munguia, N., Moure-Eraso, R., Delakowitz, B., Giannetti, B.F., Liu, G., Nurunnabi, M., Will, M., Velazquez, L., 2018. International perspectives on the pedagogy of climate change. *Journal of Cleaner Production* 200, 1043–1052. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.07.296>
- Potočník, J., 2013. Raw Materials: Not just about economics but physics!, in: European Commission. Presented at the 3rd Annual European Raw Materials Conference, European Commission, Brussels.
- Prieto-Sandoval, V., Jaca, C., Ormazabal, M., 2018. Towards a consensus on the circular economy. *Journal of Cleaner Production* 179, 605–615. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.12.224>
- Purcell, W.M., Henriksen, H., Spengler, J.D., 2019. Universities as the engine of transformational sustainability toward delivering the sustainable development goals: “Living labs” for sustainability. *International Journal of Sustainability in Higher Education* 20, 1343–1357. <https://doi.org/10.1108/IJSHE-02-2019-0103>
- Reboulén, J.A., 2017. Hacia una economía circular mexicana [WWW Document]. El Universal. URL <https://www.eluniversal.com.mx/entrada-de-opinion/colaboracion/juan-antonio-reboulén/2017/06/5/hacia-una-economia-circular-mexicana> (accessed 3.29.20).
- Ruiz-Mallén, I., Heras, M., 2020. What Sustainability? Higher Education Institutions’ Pathways to Reach the Agenda 2030 Goals. *Sustainability* 12, 1290. <https://doi.org/10.3390/su12041290>
- Sáez-Martínez, F.J., Lefebvre, G., Hernández, J.J., Clark, J.H., 2016. Drivers of sustainable cleaner production and sustainable energy options. *Journal of Cleaner Production, Research on sustainable cleaner production and sustainable energy options* 138, 1–7. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.08.094>
- Satish, J., Nagesha, N., 2018. Cleaner Production: A brief literature review. *Materials Today: Proceedings, Materials Processing and characterization, 16th – 18th March 2018* 5, 17944–17951. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2018.06.124>
- SE, 2016. Se difunden estadísticas detalladas sobre las micro, pequeñas y medianas empresas del país [WWW Document]. Gobierno de México. URL <http://www.gob.mx/se/prensa/se-difunden-estadisticas-detalladas-sobre-las-micro-pequenas-y-medianas-empresas-del-pais-46847> (accessed 11.29.19).
- SEMARNAT, 2018. La educación ambiental [WWW Document]. Gobierno de México. URL http://dgeiawf.semarnat.gob.mx:8080/ibi_apps/WFServlet?IBIF_ex=D1_R_EAMB IENT01_01&IBIC_user=dgeia_mce&IBIC_pass=dgeia_mce (accessed 3.29.20).
- SEMARNAT, 2015. Las experiencias de la COP21 enriquecerán los trabajos de la COP13 en México [WWW Document]. Gobierno de México. URL

- <http://www.gob.mx/semarnat/prensa/las-experiencias-de-la-cop21-enriqueceran-los-trabajos-de-la-cop13-en-mexico> (accessed 3.29.20).
- SEMARNAT, INECC, 2018. México. Sexta Comunicación Nacional y Segundo Informe Bienal de Actualización ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.
- Song, X., Geng, Y., Dong, H., Chen, W., 2018. Social network analysis on industrial symbiosis: A case of Gujiao eco-industrial park. *Journal of Cleaner Production* 193, 414–423. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.05.058>
- Taboada-González, P., Aguilar-Virgen, Q., Ojeda-Benítez, S., Armijo, C., 2011. Waste characterization and waste management perception in rural communities in Mexico: A case study. *Environmental Engineering & Management Journal* 10, 1751–1759.
- Teslenko, T., 2019. Engaging Students and Campus Community in Sustainability Activities in a Major Canadian University, in: Leal Filho, W., Bardi, U. (Eds.), *Sustainability on University Campuses: Learning, Skills Building and Best Practices*, World Sustainability Series. Springer International Publishing, Cham, pp. 3–20. https://doi.org/10.1007/978-3-030-15864-4_1
- Torre-Marín, C., Sosa Granados, R., Rodríguez Herrera, G., Robles Martínez, F., 2009. Ecología industrial y desarrollo sustentable. *Ingeniería* 13, 63–70.
- van Eck, C.W., Mulder, B.C., Dewulf, A., 2019. “The truth is not in the middle”: Journalistic norms of climate change bloggers. *Global Environmental Change* 59, 101989. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2019.101989>
- Winans, K., Kendall, A., Deng, H., 2017. The history and current applications of the circular economy concept. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 68, 825–833. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.09.123>
- Yuan, X., Zuo, J., 2013. A critical assessment of the Higher Education For Sustainable Development from students’ perspectives – a Chinese study. *Journal of Cleaner Production, Environmental Management for Sustainable Universities (EMSU)* 2010 48, 108–115. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.10.041>
- Zhang, P., Duan, N., Dan, Z., Shi, F., Wang, H., 2018. An understandable and practicable cleaner production assessment model. *Journal of Cleaner Production* 187, 1094–1102. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.03.284>
- Zhang, X., Chen, N., Sheng, H., Ip, C., Yang, L., Chen, Y., Sang, Z., Tadesse, T., Lim, T.P.Y., Rajabifard, A., Buetti, C., Zeng, L., Wardlow, B., Wang, S., Tang, S., Xiong, Z., Li, D., Niyogi, D., 2019. Urban drought challenge to 2030 sustainable development goals. *Science of The Total Environment* 693, 133536. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.07.342>
- Zhou, T., Ren, L., Liu, H., Lu, J., 2018. Impact of 1.5 °C and 2.0 °C global warming on aircraft takeoff performance in China. *Science Bulletin* 63, 700–707. <https://doi.org/10.1016/j.scib.2018.03.018>