



**Universidad Autónoma de Guerrero**

Centro de Ciencias de Desarrollo Regional

**CCDR**

**Programa: Doctorado en Ciencias Ambientales**

**MODELO PARA LA TRANSVERSALIZACIÓN DEL EJE  
MEDIO AMBIENTE EN EDUCACIÓN SUPERIOR**

**TESIS**

PARA OBTENER EL GRADO DE  
DOCTORA EN CIENCIAS AMBIENTALES

**Presenta**

Mirna Castro Bello

Directora

Dra. Columba Rodríguez Alviso  
Universidad Autónoma de Guerrero

Co-directora

Dra. Alicia Inciarte González  
Universidad de la Costa, Barranquilla, Colombia

Asesora

Dra. Ma. Laura Sampedro Rosas  
Universidad Autónoma de Guerrero

Asesor

Dr. José Luis Aparicio López  
Universidad Autónoma de Guerrero

Asesor

Dr. Ramón Bedolla Solano  
Universidad Autónoma de Guerrero

*Acapulco, Guerrero, México; marzo de 2018*

**Universidad Autónoma de Guerrero**

Centro de Ciencias de Desarrollo Regional

**Programa: Doctorado en Ciencias Ambientales**

**MODELO PARA LA TRANSVERSALIZACIÓN DEL EJE  
MEDIO AMBIENTE EN EDUCACIÓN SUPERIOR**

**TESIS**

PARA OBTENER EL GRADO DE  
DOCTORA EN CIENCIAS AMBIENTALES

Directora

Dra. Columba Rodríguez Alviso  
Universidad Autónoma de Guerrero

Co-directora

Dra. Alicia Inciarte González  
Universidad de la Costa, Barranquilla, Colombia

Asesora

Dra. Ma. Laura Sampedro Rosas  
Universidad Autónoma de Guerrero

Asesor

Dr. José Luis Aparicio López  
Universidad Autónoma de Guerrero

Asesor

Dr. Ramón Bedolla Solano  
Universidad Autónoma de Guerrero

*Acapulco, Guerrero, México; marzo de 2018*



# UAGRO UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE GUERRERO

Coordinación de Administración Escolar | Zona Sur

OFICIO No. 9770/09/03/2018/C.A.E.Z.S.

ASUNTO: AUTORIZACIÓN DE EXAMEN  
DE GRADO DE DOCTOR.

Acapulco, Gro., a 09 de marzo del 2018.

**C. DR. JOSE LUIS ROSA ACEVEDO,**  
DIRECTOR DEL CENTRO DE CIENCIAS DE DESARROLLO REGIONAL  
DE LA UAGRO.  
P R E S E N T E.

Con base a lo establecido en el artículo 81 inciso a) del reglamento general de estudios de posgrado e investigación vigente, se autoriza la aplicación del examen profesional, mediante la modalidad de tesis titulada:

"Modelo para la transversalización del eje medio ambiente en educación superior"

Al (la) c. MIRNA CASTRO BELLO

Para obtener el grado de: DOCTOR EN CIENCIAS AMBIENTALES

Habiendo cursado sus estudios en el periodo: 2015 - 2018

En virtud de haber cumplido con los requisitos de revisión exigidos por la ley en estos casos.

Agradeceré a usted, informar a esta coordinación el resultado del examen, a más tardar 15 días hábiles después de efectuarlo.

Sin otro particular, reciba un cordial saludo.

UAGRO ATENTAMENTE  
Coordinación de Administración Escolar | Zona Sur  
Administración 2017 - 2021

**DR. CARLOS JESÚS SAAVEDRA SÁNCHEZ**  
COORDINADOR

c.c.p. Unidad Académica  
c.c.p. Interesado(a)  
c.c.p. Archivo.  
C.c.p. CJSS/jbr

Administración 2017 - 2021  
Niños Heroes No. 133  
Col. Progreso C. P. 39350  
Tel: (744) 488 59 43, (744) 488 09 19  
correo electrónico: admnonescoar\_zs@uagro.mx  
Acapulco de Juárez, Guerrero, México



# UAGro UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE GUERRERO

Centro de Ciencias de Desarrollo Regional

DEPENDENCIA: Centro de Ciencias de Desarrollo Regional

No. OFICIO: 0255/CCDR-18

ASUNTO: Autorización de fecha para Examen de grado.

M.A. CARLOS SAVEEDRA SÁNCHEZ  
Coordinador de Administración Escolar  
De la Zona Sur UAGro.

Presente

Por medio del presente, le comunico que la C. Mirna Castro Bello, alumna de la generación (2015-2018), del Doctorado en Ciencias Ambientales, con número de matrícula 07055447, presentará su tesis titulada: "Modelo para la transversalización del eje medio ambiente en educación superior" el cual a juicio del comité tutorial asignado por esta dirección, ha dado su visto bueno y autoriza la impresión de la tesis, para que una vez autorizada la fecha de examen, pueda ser sustentada y definida ante el sínodo evaluador, una vez cubierto todos los parámetros que se requieren para cumplir con el perfil de egreso y se le acredite como Doctor en Ciencias Ambientales.

Sin otro particular, reciba un cordial saludo.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE GUERRERO  
UAGro  
Coordinación de Administración  
Escolar / Zona Sur  
Administración 3817 - 3021

Atentamente

Dr. José Luis Rosas Acevedo  
Director del CCDR de Ciencias de Desarrollo Regional  
CCDR

UAGro  
Centro de Ciencias de Desarrollo Regional  
CCDR

C.c.a. Archivo

Piso NN  
Col. El Roble, C.P. 30690  
Compuactivos 01 (747) 4316310, Ext. 4432, 4433  
Teléfono: 01(744) 40 00 430  
Correo electrónico: ccd@uagro.mx  
Avenida de Juárez, Guerrero, México

[www.uagro.mx](http://www.uagro.mx)

Acapulco, Guerrero, Marzo 5 de 2018

**DR. JOSÉ LUIS ROSAS ACEVEDO**  
DIRECTOR DEL CENTRO DE CIENCIAS  
DE DESARROLLO REGIONAL DE LA UAGRO

PRESENTE

Nos dirigimos a usted para comunicarle que, después de haber leído y analizado la tesis *Modelo para la transversalización del eje medio ambiente en educación superior*, de la estudiante Mirna Castro Bello, hemos aprobado su impresión. El trabajo está listo para ser sustentado ante el jurado evaluador para la obtención del grado de **Doctora en Ciencias Ambientales**.

Sin otro particular, le reiteramos nuestros respetos y consideraciones.

ATENTAMENTE



Directora

Dra. Columba Rodríguez Alviso  
Universidad Autónoma de Guerrero



Co-directora

Dra. Alicia Incharie González  
Universidad de la Costa, Barranquilla, Colombia



Asesora

Dra. Ma. Laura Satopedro Rosas  
Universidad Autónoma de Guerrero



Asesor

Dr. José Luis Rosas Acevedo  
Universidad Autónoma de Guerrero



Dr. Ramón Soñe Soñe  
Universidad Autónoma de Guerrero

## **AGRADECIMIENTOS**

Al Centro de Ciencias de Desarrollo Regional de la UAGro.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, por el apoyo brindado a este proyecto.

Al Tecnológico Nacional de México y al Instituto Tecnológico de Chilpancingo por propiciar las condiciones para el desarrollo del proyecto.

Agradezco a mi equipo de asesores por su dedicación para enriquecer con sus conocimientos, este proyecto que se culmina.

Especialmente a mi directora: Dra. Columba Rodríguez Alviso, por darme el crédito en que honraría la confianza depositada en mi persona, por su esmerada atención y profesionalismo a la realización del proyecto.

A mi co-directora: Dra. Alicia Inciarte González, quien con su expertis brindó enriquecedores consejos para fortalecer este trabajo.

A la Dra. Ma. Laura Sampedro Rosas, que, con su vasta experiencia y reconocido conocimiento, corrigió con paciencia y esmero la versión final de este documento.

Al Dr. José Luis Aparicio López, quien aclaró las perspectivas de la importancia de incluir el eje medio ambiente en el currículo y por el acertado apoyo en el perfeccionamiento de la metodología.

Al Dr. Ramón Bedolla Solano por su solidario apoyo a la realización de este proyecto.

A la Lic. Rosa Ma. Brito, por su valioso apoyo y solidaridad.

A la academia de Ingeniería Civil del ITTepic, particularmente al Dr. Jesús Vázquez Magaña, a los docentes y administrativos del ITChilpancingo, por su relevante participación en el desarrollo del proyecto.

A mi esposo Carlos, quien, con amor, me acompañó y comprendió en todo el proceso.

A mi hija Karla Liliana, por todas sus muestras de cariño y comprensión, que fueron siempre un impulso y motor de mis esfuerzos.

**Gracias**

## ÍNDICE

Índice de cuadros.....	iv
Índice de figuras.....	v
Resumen.....	1
Abstract.....	2
I. INTRODUCCIÓN.....	3
II. ANTECEDENTES.....	6
2.1. Historia y evolución de la educación ambiental.....	8
2.1.1. En el mundo.....	8
2.1.2. En Latinoamérica.....	10
2.1.3. En México.....	12
2.2. Educación ambiental para la sustentabilidad en programas educativos de nivel superior.....	14
2.2.1. Educación ambiental en el TecNM.....	19
2.3. Transversalidad.....	21
2.4. Transversalidad curricular.....	22
2.4.1. En el ámbito internacional.....	24
2.4.2. En el ámbito nacional.....	26
2.5. Los ejes transversales.....	29
2.5.1. Definición.....	29
2.5.2. Características.....	30
2.5.3. Clasificación.....	31
III. JUSTIFICACIÓN.....	32
IV. OBJETIVOS.....	35
4.1. Objetivo general.....	35
4.2. Objetivos específicos.....	35
V. METODOLOGÍA.....	36
5.1. Descripción del objeto de estudio.....	36
5.2. Materiales.....	38
5.3. Metodología.....	38

5.3.1. Diagnóstico de ambientalización.....	39
5.3.2. Identificación de competencias ambientales en el plan de estudio con el método Delphi.....	40
5.3.2.1. Análisis del cuestionario Delphi "1ra. Ronda".....	42
5.3.2.2. Análisis del cuestionario Delphi "2da. Ronda".....	42
5.3.3. Definición del Perfil Profesional Ambientalmente Responsable.....	43
5.3.4. Selección y secuencia de contenidos ambientales.....	45
5.3.4.1. Definición de factores (atributos) y niveles ambientales.....	44
5.3.4.2. Confección de tarjetas o perfiles completos con SPSS.....	45
5.3.5. Impregnación en los programas de las asignaturas.....	47
VI. RESULTADOS.....	48
6.1. Diagnóstico de ambientalización.....	48
6.1.1. Revisión del PIID 2013-2018 del TecNM.....	48
6.1.2. Evaluación del nivel de ambientalización en las asignaturas.....	48
6.1.3. Análisis inferencial.....	49
6.2. Identificación de las competencias ambientales requeridas en el plan de estudio con el método Delphi.....	50
6.2.1. Análisis descriptivo del cuestionario Delphi "1ra. Ronda".....	51
6.2.2. Análisis de convergencia para los elementos de la competencia del eje medio ambiente en la "1ra. Ronda".....	59
6.2.3. Análisis descriptivo del cuestionario Delphi "2da. Ronda".....	64
6.2.4. Análisis de convergencia de opiniones en Delphi "2da. Ronda".....	65
6.3. Definición del PPAR del egresado de Ingeniería Civil del TecNM.....	66
6.4. Selección y secuencia de contenidos ambientales.....	68
6.4.1. Análisis del cuestionario: Modelos de elección y secuencia de temas ambientales con SPSS.....	69
6.4.2. Identificación de contenidos ambientales: Análisis por factor.....	70

6.4.3. Modelo de elección: Selección y secuencia de contenidos ambientales..	73
6.5. Impregnación del eje medio ambiente en las asignaturas.....	74
6.5.1. Impregnación en la asignatura: Probabilidad y Estadística.....	74
6.5.2. Impregnación en la asignatura: Cálculo Diferencial.....	81
6.6. Instrumentación didáctica .....	85
6.6.1. Instrumentación didáctica "Probabilidad y Estadística".....	85
6.6.2. Instrumentación didáctica "Cálculo Diferencial".....	107
VII. DISCUSIÓN.....	117
7.1. Diagnóstico de ambientalización.....	117
7.2. Definición del PPAR.....	118
7.3. Selección y secuencia de contenidos ambientales.....	119
7.4. Impregnación de los contenidos ambientales.....	121
7.5. Modelo para la transversalización de programas de educación superior..	122
VIII. CONCLUSIONES.....	123
IX. REFERENCIAS.....	125
X. ANEXOS.....	133

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. IT's que conforman el universo de estudio.....	37
Cuadro 2. Diseño del muestreo aleatorio estratificado proporcional.....	39
Cuadro 3. Muestra aleatoria estratificada proporcionalmente.....	41
Cuadro 4. Factores y niveles ambientales.....	45
Cuadro 5. Perfil profesional de los participantes "1ra. Ronda".....	52
Cuadro 6. Conocimientos del eje medio ambiente.....	60
Cuadro 7. Habilidades del eje medio ambiente.....	61
Cuadro 8. Actitudes y valores del eje medio ambiente.....	62
Cuadro 9. Elementos del eje medio ambiente propuestos en la "1ra. Ronda".....	63
Cuadro 10. Propuestas con mayor concordancia en la "2da. Ronda".....	65
Cuadro 11. Perfil Profesional Ambientalmente Responsable.....	68
Cuadro 12. Estimación de las preferencias con análisis conjunto.....	72
Cuadro 13. Modelo de elección.....	74
Cuadro 14. Impregnación del eje medio ambiente, Unidad 1: Teoría de la probabilidad.....	76
Cuadro 15. Impregnación del eje medio ambiente, Unidad 2: Variables aleatorias y distribuciones.....	76
Cuadro 16. Impregnación del eje medio ambiente, Unidad 3: Estadística descriptiva y Teoría del muestreo.....	78
Cuadro 17. Impregnación del eje medio ambiente, Unidad 4: Inferencia Estadística.....	80
Cuadro 18. Impregnación del eje medio ambiente, Unidad 5: Análisis de Correlación y Regresión.....	81
Cuadro 19. Impregnación del eje medio ambiente, Unidad 2: Funciones.....	84
Cuadro 20. Impregnación del eje medio ambiente, Unidad 5: Aplicaciones de la derivada.....	85
Cuadro 21. Matriz de correlación.....	117

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Clasificación de los ejes transversales.....	31
Figura 2. Plan de estudio ICIV-2010-208.....	36
Figura 3. Distribución espacial del área de estudio.....	37
Figura 4. Modelo de elección para transversalizar el eje medio ambiente.....	38
Figura 5. Distribución de docentes participantes por IT's "Delphi 1ra. Ronda".....	42
Figura 6. Distribución de docentes participantes por IT's "Delphi 2da. Ronda".....	43
Figura 7. Proceso del Análisis Conjunto.....	44
Figura 8. Asignaturas de ciencias básicas vinculadas con el eje medio ambiente.....	48
Figura 9. Asignaturas instrumentales vinculadas con el eje medio ambiente.....	49
Figura 10. Estimación del intervalo para la proporción poblacional $P$ .....	50
Figura 11. Distribución % de docentes por sexo "Delphi 1ra. Ronda".....	51
Figura 12. Distribución % de docentes por grado académico.....	51
Figura 13. Opinión referente al PPAR del ingeniero civil.....	52
Figura 14. Distribución % de opiniones "Conocimiento A".....	53
Figura 15. Distribución % de opiniones "Conocimiento B".....	53
Figura 16. Distribución % de opiniones "Conocimiento C".....	54
Figura 17. Distribución % de opiniones "Conocimiento D".....	54
Figura 18. Distribución % de opiniones "Habilidad A".....	55
Figura 19. Distribución % de opiniones "Habilidad B".....	55
Figura 20. Distribución % de opiniones "Habilidad C".....	56
Figura 21. Distribución % de opiniones "Habilidad D".....	56
Figura 22. Distribución % de opiniones "Actitudes y valores A".....	57
Figura 23. Distribución % de opiniones "Actitudes y valores B".....	57
Figura 24. Distribución % de opiniones "Actitudes y valores C".....	58

<b>Figura 25.</b> Distribución % de opiniones "Actitudes y valores D".....	58
<b>Figura 26.</b> Convergencia de opiniones "Conocimientos del eje medio ambiente".....	59
<b>Figura 27.</b> Convergencia de opiniones "Habilidades del eje medio ambiente".....	61
<b>Figura 28.</b> Convergencia de opiniones "Actitudes y valores del eje medio ambiente".....	62
<b>Figura 29.</b> Distribución % de docentes por sexo "Delphi 2da. Ronda".....	64
<b>Figura 30.</b> Distribución de docentes por grado académico "Delphi 2da. Ronda".....	64
<b>Figura 31.</b> Convergencia de opiniones en "Delphi 2da. Ronda".....	66
<b>Figura 32.</b> Distribución de docentes por grado académico en "Modelos de elección".....	68
<b>Figura 33.</b> Distribución % de docentes y expertos participantes.....	70
<b>Figura 34.</b> Niveles preferidos para el factor Agua.....	71
<b>Figura 35.</b> Niveles preferidos para el factor Aire.....	71
<b>Figura 36.</b> Niveles preferidos para el factor Biodiversidad.....	72
<b>Figura 37.</b> Niveles preferidos para el factor Suelo.....	72
<b>Figura 38.</b> Factores preferidos.....	73
<b>Figura 39.</b> % de impregnación en la asignatura "Probabilidad y Estadística".....	82
<b>Figura 40.</b> % de impregnación en la asignatura "Cálculo Diferencial".....	86

## Resumen

La incorporación del eje transversal medio ambiente en programas de educación superior requiere que las propias instituciones consideren su pertinencia. Esto significa que su inclusión debe estar presente en la planificación, en la toma de decisiones, en las acciones y en las actividades que tengan lugar. En los antecedentes no se encontró alguna propuesta con el sustento y rigor necesario para su aplicación en los diferentes ámbitos educativos, lo que motivó esta investigación, en la que se diseñó una metodología con fundamento estadístico; contó con la participación de docentes y expertos en la definición de competencias y contenidos ambientales, y fue validada en la carrera de Ingeniería Civil del Tecnológico Nacional de México. El diagnóstico indicó que 97.5% de asignaturas no tiene alguna vinculación con el eje medio ambiente; esto condujo a elaborar la propuesta de un análisis de convergencia de opiniones con el método Delphi, seleccionar y secuenciar contenidos con análisis conjunto en perfiles completos para transversalizar las asignaturas Probabilidad y Estadística y Cálculo Diferencial. Se concluye que es necesario transversalizar todas las asignaturas del plan de estudio, y que es factible aplicar la metodología en otros programas académicos.

**Palabras clave:** Transversalización, eje medio ambiente, competencias ambientales, educación superior.

## **Abstract**

The transverse incorporation of the environmental axis into higher education programs requires that the institutions themselves consider it relevant. This means that the inclusion must be present in the planning, decision-making, actions and activities that take place. In the background, no proposal was found with the support and rigor necessary for its application in the different educational areas, which motivated this research, in which a methodology with statistical basis was designed; it included the participation of professors and experts in the definitions of competences and environmental contents, it was validated in the Civil Engineering career of the Tecnológico Nacional de México. The diagnosis indicated that 97.5% of subjects do not have any link with the environment axis; this led to elaborate the proposal of a convergence analysis of opinions with Delphi method, to select and sequence contents with Conjoint in complete profiles to transversalize the subjects Probability and Statistics and Differential Calculus. Concluding that it is necessary transversalize all the subjects of the study plan, and that it is feasible to apply the methodology in other academic programs.

**Keywords:** Transversalize, environmental axis, environmental competences, higher education.

## I. INTRODUCCIÓN

El término desarrollo “sostenible” fue acuñado en el informe BRUNDTLAND en 1987, sobre la base de que “el uso actual de un recurso” no debe comprometer su uso para las generaciones futuras. Fue asumido por la declaración de Río de 1992, como el principio que debía regir las actuaciones de desarrollo de los años sucesivos.

La aplicación de esos principios permite lograr la cualidad de sostenibilidad, que en los últimos años tiende a la consideración de un equilibrio entre las partes ambiental, social y económica de proyectos, actuaciones, políticas públicas y privadas, sin la preponderancia de ninguna, sino integrándolas.

En la actualidad, las Instituciones de Educación Superior (IES) tienen como meta prioritaria, formar egresados que ejerzan el rol que les toque desempeñar en su vida laboral, garantizando el desarrollo sostenible de la sociedad en sus respectivas áreas. Una de las estrategias para formar profesionistas con esas características, consiste en transversalizar el eje medio ambiente en los planes de estudio de las licenciaturas que se imparten en las IES. La transversalización entendida como parte de este proceso educativo, sólo será eficaz si permea todo el currículo y se incorpora con naturalidad y fluidez en todas las áreas de conocimiento. Los contenidos transversales no pueden ser comunicados como algo estrictamente teórico, sino que deben ser enseñados y aprendidos de tal forma que supongan el desarrollo de conductas éticas entre los educandos (Macarrón, 2012).

Diversas instituciones han documentado la transversalización del eje ambiental en el currículo. “La institucionalización del tema medio ambiente y desarrollo sustentable en las IES es de central importancia y el reto es que influya de manera integral y transversal en las acciones y tareas de toda la institución” (SEMARNAT, 2006).

Por otra parte, la ANUIES-SEMARNAT (2000) tienen como meta que para el año 2020, todos los programas de las IES incorporen transversalmente enfoques y contenidos de sustentabilidad, a fin de contribuir a la generación de una cultura ambiental.

Es el caso del Tecnológico Nacional de México (TecNM), que enfrenta múltiples demandas sociales, entre las que sobresalen: la formación y desarrollo de competencias profesionales en sus egresados para la atención a temas urgentes y emergentes, como la crisis ambiental, la sustentabilidad y la bioética, requisito para mejorar las condiciones de vida de los habitantes de la nación (Modelo Educativo para el Siglo XXI: Formación y Desarrollo de Competencias Profesionales, 2012)

En el TecNM los planes de estudio incluyen una única asignatura denominada “Desarrollo Sustentable”, con los mismos contenidos para todas las carreras que ofrece la institución, sin un enfoque específico para los saberes que deben corresponder a cada programa educativo, esto implica que los estudiantes sólo adquieran conocimientos muy generales sin que incidan de manera particular en las distintas áreas que tendrán cobertura por su ejercicio profesional (Mata, 2011).

Por ejemplo, el perfil profesional de un Ingeniero Civil (IC), además del conocimiento de las ciencias exactas (física y matemáticas, entre otros) y de las distintas áreas de ingeniería-construcción (estructuras, geotecnias, hidráulica y vías terrestres, por mencionar algunas), debe incluir la capacidad de desarrollar obras relacionadas con el mejoramiento de la calidad de vida de la población, así como de las obras que ayuden a conservar el medio ambiente. Es decir, en su desempeño profesional, el IC debe aplicar los conocimientos científicos y tecnológicos adquiridos, además del ingenio y la creatividad, para el diseño y construcción de la infraestructura necesaria en beneficio de la sociedad, usando racionalmente los recursos naturales para la conservación del medio ambiente.

Sin embargo, en la realidad eso no se ha respetado totalmente, lo que se constata al observar la manera en que el entorno se ha deteriorado paulatinamente desde la época de la Revolución Industrial hasta nuestros días. Este deterioro ambiental es causado principalmente por el descuido y uso desmedido de los recursos naturales; asimismo, por falta de políticas públicas de los gobiernos del mundo que han debido tomar con mayor seriedad los efectos negativos ambientales, originados por el crecimiento, desarrollo industrial y económico, principalmente de los países llamados “de primer mundo” (Arce & Palomino 2006).

Así “las nuevas preocupaciones sobre la sostenibilidad, plantean también nuevos retos a los Ingenieros Civiles, para los que, en muchos casos no están preparados” (Arce & Palomino 2006).

Dada la necesidad de proveer a los egresados de las IES de herramientas que les permitan hacer compatible su quehacer profesional con la preservación del medio ambiente, esta investigación propone una metodología sustentada con técnicas estadísticas para incorporar el eje medio ambiente de manera transversal en planes de estudio de IES, y la validación en el programa académico de ICIV del TecNM.

## II. ANTECEDENTES

Con la Revolución Industrial empezaron a surgir episodios de contaminación severa, que se han multiplicado con el paso de los años, tanto en cantidad de emisiones como en el número de países que contaminan. Si bien los niveles de contaminación varían con el paso del tiempo, es pasada la década de los 70 del siglo XX, con las constantes crisis del petróleo, cuando se empieza a sentir en sectores de la sociedad la preocupación por los modelos de desarrollo que se están llevando a cabo (Tello, Rodríguez & Guerrero 2015).

Desde la década de 1960 comenzó a quedar de manifiesto que los recursos naturales se dilapidan, lo cual produce cambios en todos los subsistemas ambientales -incluidos la atmósfera, el suelo, el agua y la biodiversidad, así como las relaciones entre todos éstos- a una velocidad tal, que supera la capacidad científica e institucional para revertir esta situación.

En la actualidad, es evidente que la crisis ambiental no se limita solamente al deterioro de los subsistemas naturales, sino que abarca el entorno en todas sus dimensiones. Ello se traduce en la existencia de significativas carencias en materia de salud, educación, esperanza de vida y alimentación; en la pérdida de la diversidad y el irrespeto de las múltiples identidades culturales autóctonas, nacionales y regionales; y en la prevalencia de estilos de educación tradicionales, donde no se estimula la creatividad y la independencia en el conocimiento, sino la reproducción de un modo de vida que fortalece cada vez más la estructura económica, política y social presente (García, 2006).

La crisis ambiental de nuestro tiempo, según Leff (2007), es el signo de una nueva era histórica. Ante todo, es una crisis de la racionalidad de la modernidad que remite a un problema del conocimiento. La degradación ambiental –la muerte entrópica del planeta- es el resultado de las formas del conocimiento a través de las cuales la humanidad ha construido el mundo y lo ha destruido por su pretensión de unidad, de universalidad, de generalidad y de totalidad; por su objetivación y cosificación del mundo.

La crisis ambiental no es más que una catástrofe ecológica que irrumpe en el desarrollo de una historia natural. Esta crisis o emergencia mundial tiene su origen en grandes tendencias que avanzan rápidamente y que se fortalecen al acercarse y afectarse mutuamente (Leff, 2007).

Choquehuanca (2004) afirma que estas tendencias se pueden resumir en los siguientes puntos:

1. El cambio climático es causante de trastornos y desastres naturales como los del fenómeno del Niño y de la Niña, sequías, inundaciones, olas de calor, huracanes y tornados cada vez más fuertes y más frecuentes, ocasionando una tragedia económica y social con problemas especialmente graves para las naciones y pueblos más empobrecidos. Al traspasar ciertos umbrales críticos, el cambio lento puede convertirse en abrupto con consecuencias catastróficas.
2. Los recursos naturales del planeta se están reduciendo drásticamente por la sobreexplotación de las naciones industrializadas que cada año consumen 30% más recursos de lo que la Tierra logra regenerar, lo que amenaza tanto la vida como el bienestar de la humanidad y la sobrevivencia de naciones y culturas ancestrales, que tradicionalmente han ofrecido modelos y prácticas alternativas en armonía con la naturaleza.
3. Hay una crisis del agua, donde la urbanización, la industrialización y el mayor uso de energía implica un mayor consumo y un incremento en la extracción de los recursos subterráneos, lo que reduce el nivel de este vital líquido en muchas partes del mundo, resultando que de un 15 al 35% de las extracciones para el riego no sea sostenible.
4. La crisis en la producción de alimentos por el impacto del cambio climático y la creciente conversión de productos agrícolas en materias primas de agrocombustibles, reduce gradualmente las reservas mundiales de alimentos, junto al encarecimiento de los combustibles, los fertilizantes y el costo de transporte; ello ha causado un aumento dramático en los precios, que ya alcanzaron niveles máximos en los últimos 50 años y probablemente esto continuará.

5. Llegará el fin de la era de la energía barata, en primer lugar de petróleo y gas, sin que hayamos encontrado energías alternativas que pueda sustituir éstos en las cantidades a las cuales estamos acostumbrados, lo que amenaza la sobrevivencia a largo plazo del industrialismo en su actual magnitud y la misma civilización occidental, pero a la vez puede significar la salvación del planeta y una oportunidad para cambiar nuestro modo de vivir, de rediseñar nuestra producción de alimentos y nuestras ciudades.
6. La crisis del tiempo, donde el tiempo global de la producción industrial, el ciberespacio y las telecomunicaciones chocan brutalmente contra el tiempo de la vida, ocasionando una tremenda colisión entre el tiempo cíclico de la naturaleza y el tiempo lineal de la historia, el tiempo del reloj.

La combinación de estas tendencias peligrosas puede pronto traer, si no son revertidas, un colapso ecológico y social a nivel mundial que desbarataría el funcionamiento económico y operativo más básico de la sociedad y acabaría con la vida humana y demás seres vivos del planeta. Algunos dicen que tal colapso ya es inevitable, que afectará a toda la humanidad pero en particular a los países más pobres (Choquehuanca, 2004).

Ante esta situación, se reclaman nuevos paradigmas educativos para enfrentar los problemas ambientales y hacer frente a un porvenir cada vez más incierto. Entre éstos, es imperativo que la Educación Ambiental (EA) se integre en los programas de educación formal.

## **2.1 Historia y evolución de la educación ambiental**

### **2.1.1 En el mundo**

El surgimiento de la EA está asociado a la emergencia de la crisis ambiental planetaria. La UNESCO promovió las primeras reuniones internacionales, como la Primera Conferencia Mundial sobre el Medio Ambiente, en Estocolmo Suecia (1972), en la que se creó el Programa de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente (PNUMA), con la finalidad de promover actividades para el cuidado ambiental y concientizar a la población. Cabe mencionar que en Suecia se promovió el evento por las repercusiones

que la lluvia ácida tenía en sus lagos a causa de la contaminación atmosférica de Europa Occidental (PNUMA, 2012).

El Seminario Internacional de EA de Belgrado (1975), fue concebido y organizado como la plataforma de lanzamiento del programa Internacional de EA. Este programa se creó como respuesta efectiva a la Recomendación 96 de la conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente Humano, realizada en Estocolmo (UNESCO-PNUMA, 1972).

La Primera Conferencia Intergubernamental sobre EA en Tbilisi en la ex-URSS (1977), dirige un llamamiento a los Estados miembros para que incluyan en sus políticas de educación medidas encaminadas a incorporar un contenido, unas direcciones y unas actividades ambientales a sus sistemas, basándose en los objetivos y características antes mencionados; invita a las autoridades de educación a intensificar su labor de reflexión, investigación e innovación con respecto a la EA. Insta a los estados miembros a colaborar en esa esfera, en especial mediante el intercambio de experiencias, investigaciones, documentación y materiales, poniendo además, los servicios de formación a disposición del personal docente y de los especialistas de otros países; por último, solicita a la comunidad internacional a que colabore en actividades que simbolizan la solidaridad de todos los pueblos y que son alentadoras para promover la comprensión internacional y la paz (UNESCO-PNUMA, 1978).

Es posible reconocer la importancia de las propuestas de la EA en la búsqueda y construcción de alternativas pedagógicas para mejorar la calidad del medio ambiente en congresos mundiales; como el promovido por la *World Environmental Education Congress* (WEEC), en el Cuarto Congreso Mundial de EA en 2007, en Durban, Sudáfrica; el quinto en 2009, en Montreal, Canadá; el sexto en 2011, en Brisbane, Australia; el séptimo en 2013, en Marruecos; y el octavo en 2015, en Gotemburgo, Suecia.

También, en Río de Janeiro, 1992, se aportaron importantes acuerdos internacionales y documentos de relevancia, tales como la Agenda 21, que dedica el capítulo 36 al fomento de la educación y a la reorientación de la misma hacia el Desarrollo Sostenible (DS), la capacitación y la toma de conciencia. Paralelamente a la Cumbre

de la Tierra se realizaron otros eventos: el Foro Global Ciudadano de Río 92, en el cual se aprobaron 33 tratados, uno de los cuales lleva por título Tratado de EA hacia Sociedades Sustentables y de Responsabilidad Global; El Congreso Iberoamericano de EA, Guadalajara (México, 1992); y La Cumbre Mundial de Desarrollo Sostenible (Río+10), realizada en el año 2002, en Johannesburgo, Sudáfrica (García, 2006).

### **2.1.2. En Latinoamérica**

Algunos países latinoamericanos participantes en el Taller Subregional de EA en Chosica, Perú, (1975) señalaron la importancia y la necesidad del surgimiento de un nuevo concepto de desarrollo, en el cual la EA pudiera contribuir en forma destacada; ésta se definió como:

La acción educativa permanente por la cual la comunidad educativa tiende a la toma de conciencia de su realidad global, del tipo de relaciones que los hombres establecen entre sí y con la naturaleza, de los problemas derivados de dichas relaciones y sus causas profundas. Se desarrolla mediante una práctica que vincula al educando con la comunidad, valores y actitudes que promueven un comportamiento dirigido hacia la transformación superadora de esa realidad, tanto en sus aspectos naturales como sociales, desarrollando en el educando las habilidades y aptitudes necesarias para dicha transformación (Teitelbaum, 1978, p.72).

En la reunión de expertos en EA realizada en Bogotá en 1976, se analizó desde un punto de vista regional la “Carta de Belgrado” se enfatizan las posibilidades para actuar en la superación de la crisis ambiental. Se señala que:

...es esencial de todo proceso de ecodesarrollo y, como tal, debe proveer a los individuos y comunidades destinatarias, de las bases intelectuales, morales y técnicas, que les permitan percibir, comprender, resolver eficazmente los problemas generados en el proceso de interacción dinámica entre el medio ambiente natural y el creado por el hombre (ya sean sus obras materiales o sus estructuras sociales y culturales (UNESCO, 1977, p.23).

Este encuentro marcó el punto de partida regional del desarrollo de propuestas legislativas, institucionales, educativas y de participación en EA (Teitelbaum, 1978).

Según Tréllez-Solís (1998), a finales de los setenta, en la región latinoamericana se debatía sobre la esencia de la EA; existía, por un lado, una tendencia que promovía su visión más ecologista, y por otro, una que promovía una visión de la EA más integral y de desarrollo. En esta década la comunidad internacional formuló los lineamientos para el desarrollo de la EA, lamentablemente, éstos no se consideraron en su totalidad por quienes toman las decisiones educativas en los países latinoamericanos, pero constituyeron la base necesaria para impulsar las reflexiones y las acciones en la región.

En el congreso Internacional de EA, realizado en Moscú, la UNESCO-PNUMA (1987) se concibe a la EA como:

un proceso permanente en el que los individuos y la colectividad cobran conciencia de su medio, adquieren los conocimientos, los valores, las competencias, la experiencia y la voluntad, capaces de hacerlos actuar tanto individual como colectivamente para resolver los problemas actuales y futuros del medio ambiente (UNESCO-PNUMA, 1987, p.12).

Frente a esta situación mundial, en la cual la EA crea su espacio, en América Latina se ha desarrollado un fuerte movimiento que promueve la sensibilización, el análisis y el conocimiento para que ésta se transforme en una herramienta eficaz que permita actuar e interactuar con la sociedad y contribuya a la formación de ciudadanos que se comprometan con el cambio de ésta, superando así las visiones de una EA naturalista.

Si bien este movimiento y esta concepción de la EA sumó rápidamente el compromiso de los educadores, muchas veces fue difícil hacer entender esta idea a los responsables de la toma de decisión (Macedo & Salgado, 2007).

### **2.1.3. En México**

En México, desde los años setenta la EA había comenzado a tener efectos institucionales, sobre todo en la Secretaría de Educación Pública (SEP) federal y estatal (González-Gaudiano, 2003). Se ha ido construyendo con ciertas dificultades un campo educativo que no ha estado restringido a la conservación de la naturaleza ni a contribuir a alcanzar los fines de la gestión ambiental, lo que ha sido criticado en otros países (González-Gaudiano, 2008).

Durante los años noventa, se avanzó hacia posiciones más críticas, no sólo hacia el papel y significado de la EA, sino también hacia las estructuras en las que ésta se inserta. Lo anterior llevó a cuestionar el ejercicio de poder existente, el estilo de desarrollo y los sistemas escolares, así como las formas de control, reproducción social y cultural. Se empezó por reconocer a la EA como un proceso político-pedagógico e histórico que prepara para el cambio, lo cual permitió vislumbrar la aparición de una serie de posibilidades para hacerlas realidad a partir de una nueva ética y de ejercicios democráticos, transdisciplinarios, participativos y con equidad social (Calixto-Flores, 2012).

Se produce un desvelamiento conceptual de la función social reproductora de la educación, la imposición del arbitraje cultural de la clase dominante, y el establecimiento de redes de escolarización diferenciadas de acuerdo al origen de clase; se advierte la necesidad de la formación de cosmovisiones y valores distintos en las generaciones venideras. En fin, es una función social de la educación centrada en el cambio y la transformación, más que en la reproducción social. En tal sentido, se considera imperativo un avance conceptual del propio entendimiento de la educación más allá del paradigma científico occidental clásico y el pensamiento único, hacia uno estratégico que estimule la reconstrucción colectiva y la reapropiación de los saberes en la perspectiva de una racionalidad ambiental, según Soares de Moraes (1998) y dentro de las corrientes postfundamento (González-Gaudiano, 1998).

Así, la EA se sale de los marcos limitativos y contestatarios que respondían a una problemática ambiental, para considerarse como parte del proceso que tiende a la formación de valores “contraculturales”. Una plataforma diferente en donde sean

transformados de manera sustantiva, los rasgos y principios fundamentales que caracterizan la actual relación del ser humano entre sí y con el ambiente (Bravo & Reyes, 2008).

Por otra parte, Nieto-Caraveo (2001) considera que la EA es un campo que:

- 1) gira en torno a lo educativo y a lo ambiental, de manera que no puede sustraerse a los debates propios de ambos campos disciplinarios;
- 2) requiere de los aportes de otras disciplinas y formas de conocimiento, al grado de que hay un gran acuerdo en apelar a su naturaleza interdisciplinaria;
- 3) construye su propia especificidad e importancia como campo de producción de conocimiento y de prácticas sociales concretas.

En el terreno de los hechos, cada modalidad de EA pone en juego diferentes metodologías, materiales y temáticas, en función de ciertos propósitos y destinatarios específicos.

Sin pretender realizar una clasificación, pero sí sistematizar en términos sencillos para quien se introduce en estas temáticas, puede decirse que las principales modalidades de trabajo que han llevado la consolidación del campo de la EA a través de sus propuestas teórico-conceptuales y sus experiencias concretas, son: la interpretación y el equipamiento ambiental, la comunicación ambiental, la promoción del desarrollo comunitario y familiar, los programas de educación continua y a distancia en temas ambientales, las escuelas "ecológicas" o "verdes", y la incorporación de lo ambiental al sistema escolarizado (Nieto-Caraveo, 2001).

Un esfuerzo del sistema escolarizado es la incorporación de contenidos ambientales - conocimientos, actitudes, valores o destrezas- a la educación formal, vía el currículum, los materiales (por ejemplo libros de texto), o los métodos de enseñanza, desde los niveles básicos hasta el posgrado (Nieto-Caraveo, 2001).

## **2.2 Educación ambiental para la sustentabilidad en programas educativos de nivel superior**

La EA se concibe como una dimensión que debe integrarse en las propuestas educativas dirigidas a la sociedad. La definición de UNESCO incluía como algunas de sus necesidades el reconocer valores, aclarar conceptos y fomentar actitudes y aptitudes, con el fin de comprender y apreciar las interrelaciones entre el hombre, la cultura y el medio (Guillén, 2004).

Diferentes IES han asumido su responsabilidad educativa en EA, con la incorporación del componente ambiental en los currículos de algunas licenciaturas y posgrados, además de crear grupos y centros de investigación en esos temas.

Suecia es uno de los países europeos que más ha avanzado en la implementación de la Educación para el Desarrollo Sostenible (EDS), ya que desde 2006 obliga a todas las universidades a promover el DS en sus actividades; entre este grupo están Lünd University, una de las pioneras en estos procesos, y la Chalmers University of Thecnology, con su Center for Environment and Sustainability o Göteborgs Miljövetenskapliga Centrum (GMV), en colaboración con la University of Gothenburg. Ambas han editado The Gothenburg Recommendations on Education for Sustainable Development, 2008, donde se defiende que la EDS debe impregnar los documentos y materiales pedagógicos, lo cual incluye el desarrollo de nuevos currículos. La reorientación en la educación requiere de enfoques multi-, inter- y transdisciplinarios para extender los enfoques que cada disciplina aporta, ya que éstos pueden propiciar otras formas de conocimiento de las que existen en el currículum formal (Ull, Martínez-Agut, Piñero & Aznar-Minguet, 2010).

La Red Nacional Holandesa para la Introducción del Desarrollo Sostenible en los planes de estudio de Educación Superior (DHO), creada en 1998, es una fundación independiente financiada por el gobierno. La mayoría de los grupos de la red se coordinan desde el Centro de Especialización para el Desarrollo Sostenible (ECDO) de la universidad de Amsterdam. La DHO crea oportunidades, entornos y metodologías de aprendizaje innovadores en la educación superior, que permitan a los individuos desarrollar sus competencias en el campo del DS (Ull, et al., 2010).

El Reino Unido trabaja conjuntamente con otras instituciones; la *Higher Education Funding Council for England* (HEFCE) promueve y subvenciona la alta calidad y la buena relación costo-efectividad, tanto en la docencia como en la investigación, atendiendo las diversas necesidades de los estudiantes, la economía y la sociedad. La HEFCE está formada por 130 IES y 124 *colleges*. En julio de 2005 la HEFCE publicó “Sustainable development in higher education” (HEFCE 2005/28) donde se resume el acercamiento a la promoción de una agenda para el DS. Contiene un planteamiento estratégico hasta 2015 y un plan de acción. En 2005, la HEFCE dio una visión de cómo los centros de ES pueden contribuir al DS. Se plantea que cada una de las universidades y *colleges* pueden contribuir como centros de enseñanza y de investigación, en la gestión de los campus, así como desde el papel que cumplen sus trabajadores como protagonistas principales en la comunidad local (Ull, et al., 2010).

Filho & Schwarz (2008) afirman que en Alemania, las universidades se han implicado en la EDS; a partir de la convención de Berlín de 2004, la conferencia alemana de rectores (HRK) creó con financiación del Ministerio de Educación y Ciencia, el Centro de Servicios y el Centro de Excelencia para Bolonia, para dar soporte y asistencia a las instituciones de enseñanza superior en el proceso de reforma; a la convocatoria pública respondieron 127 universidades y la HRK seleccionó las 22 que presentaron mejores propuestas.

La universidad de Lüneburg es iniciadora en EDS, allí se firmó en 1997 la declaración que lleva su nombre sobre la promoción de la Agenda 21. Ha sido una de las pioneras en implantar energía solar, hacer público su balance CO<sub>2</sub>, investigar e impartir *master* sobre sostenibilidad.

En 1996, en la Universidad de Valencia, España, se constituyó la Universidad de la Delegación de Medio Ambiente que propicia la creación de una comisión consultiva sobre temas ambientales. En ella participan los diferentes estamentos, es decir profesores e investigadores, alumnos y personal de administración y servicios. Esta iniciativa tiene sus antecedentes en los planes realizados por otras universidades españolas. Una de las primeras acciones fue la elaboración de un plan para ambientalizar la universidad en todos sus ámbitos, para lo cual se propusieron

programas de formación, investigación, calidad y de educación y sensibilización ambiental (Benayas, Gutiérrez & Hernández, 2003).

También en España, en septiembre de 2002 la asamblea de la Conferencia de Rectores de la Universidades Españolas (CRUE) aprobó por unanimidad la creación del “Grupo de Trabajo de la CRUE sobre la calidad ambiental y el desarrollo sostenible en las universidades españolas”. A este grupo de trabajo se han adscrito 24 universidades; fue auspiciado por aquéllas que más tiempo y esfuerzo han dedicado a este tema: Universidad Politécnica de Cataluña, Universidad Autónoma de Madrid, Universidad Autónoma de Barcelona y Universidad de Girona. Además, refieren que la CRUE, en sus directrices para la sostenibilización curricular, recomienda algunas actuaciones específicas a promover por parte de las autoridades competentes en materia de regulación de las titulaciones oficiales, lo cual se trata de actuaciones que garanticen:

- La revisión integral del currículo desde la perspectiva del DS que asegure la inclusión de los contenidos transversales básicos en sostenibilidad en todas las titulaciones, con el fin de adquirir las competencias profesionales, académicas y disciplinares necesarias. Lo anterior debe lograrse mediante el reconocimiento académico cuantificable de los contenidos generales de sostenibilidad para todas y de contenidos específicos adaptados al contexto de cada titulación.
- La inclusión de criterios de sostenibilidad en los sistemas de evaluación de la calidad universitaria.
- La inclusión de criterios de sostenibilidad en el proceso de evaluación del profesorado, con el fin de asegurar una docencia coherente con los principios del DS.

En América Latina, la Universidad Autónoma de Manizales, Colombia, cuenta con oficinas de estudios ambientales: Centro de Estudios Ambientales; Departamento de Medio Ambiente y Desarrollo; Observatorio de Conflictos Ambientales, Departamento

de Recursos Naturales y Medio Ambiente, por último, el Instituto de Estudios Ambientales de la Universidad Nacional, sede Manizales. Todos estos centros se configuran como escenarios propicios para generar procesos de intervención en la problemática ambiental de la región (Sepúlveda, 2012).

En Costa Rica, la Comisión Interuniversitaria de EA (CIEA) del Consejo Nacional de Rectores (CONARE), con el propósito de hacer efectiva su misión, ha concebido la EA como un proceso para promover la concienciación y la construcción de conocimientos, valores, actitudes y aptitudes hacia la acción ambiental positiva. De esa manera, la EA como una dimensión, permite permear el currículum universitario y promover la incorporación del eje ambiente. Para lo anterior, ha implementado una estrategia de formación fundamentada en la EA como proceso, la investigación-acción y el desarrollo de cursos. En los últimos años, estas actividades han sido realizadas en la Comunidad Virtual del Aprendizaje Ambiental (CVAA) elaborada por la CIEA en un proyecto de investigación del 2007 al 2008. Las experiencias generadas en la CVAA han propiciado procesos de reflexión, sensibilización y concientización sobre la acción ambiental participativa y responsable, así como el diseño de propuestas de cursos y proyectos, tanto vigentes como nuevos, en busca de incorporar la Dimensión Ambiental (DA) en el quehacer universitario. Este permite, además, el acompañamiento para realimentar el planteamiento de estas propuestas, que incidirán en el desarrollo de acciones para lograr la ambientalización curricular (Zúñiga-Vega, et al., 2012)

En México, desde 1991 habían aparecido planes ambientales en algunas IES, los cuales se consideraron poco pertinentes e innovadores a las demandas socioambientales ya promovidas por el gobierno mexicano. Las más destacadas fueron: la Agenda Ambiental de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí; el Acuerdo Universitario para el Desarrollo Sustentable del Estado de Jalisco, de la Universidad de Guadalajara; el Programa de Protección al Medio Ambiente de la Universidad Autónoma del Estado de México; el Programa Institucional de Medio Ambiente de la Universidad de Guanajuato; el Centro Universitario de Gestión Ambiental de la Universidad de Colima; el Proyecto Ibero sobre Mejoramiento Ambiental de la Universidad Iberoamericana -Unidad Santa Fe-; el Programa

interdisciplinario en desarrollo sustentable y medio ambiente de la Universidad Iberoamericana -Unidad Puebla-; el Sistema de Gestión Ambiental (SMA) y Educación para la Sustentabilidad (EPS) de la Universidad Tecnológica de León; y el Programa de Ecología y Medio Ambiente de la Universidad La Salle (Ayón, 2014).

Así, a través del Centro de Educación y Capacitación para el Desarrollo Sustentable (CECADESU), la SEMARNAT lanzó una estrategia para que la ES incluyera los postulados de la EA y participara en tareas de gestión ambiental. El propósito se centró en hacer que todas las IES diseñaran planes ambientales institucionales, sin embargo, fue hasta 1999 que se estableció el Comité Conjunto entre la ANUIES y SEMARNAT, con el fin de poner en marcha un ambicioso programa de formación ambiental en las IES afiliadas.

Otro avance significativo dentro de la ES fue el Plan de Acción para el Desarrollo Sustentable de las IES, aprobado al seno de la ANUIES, el cual fungió como documento rector de la política educativa, ya que contó con el consenso de las instituciones afiliadas y sirvió para enviar una buena señal a la política ambiental del gobierno federal con miras al 2020. Similar significado tuvieron los Planes Estatales de Educación, Capacitación y Comunicación Ambiental que desde el 2001 promueve el CECADESU de la SEMARNAT. Según datos, en los primeros cinco años se elaboraron 25 en el país y, particularmente en la zona centro occidente donde pertenece Nayarit, se lograron diseñar e implementar siete de ellos (Bravo, 2008).

En los años noventa se llevaron a cabo distintos eventos temáticos, como: el Primer Congreso Iberoamericano en EA, realizado en Guadalajara; la XXIII Reunión del North American Association for Environment Education, en Cancún, Quintana Roo; y el Foro Nacional de Educación Ambiental en Aguascalientes, por mencionar algunos. En este último evento se suscribió un acuerdo para construir colectivamente la EA en México, en el contexto de la Década de las Naciones Unidas de la Educación para el Desarrollo Sustentable (Reyes & Bravo, 2008).

La Universidad Nacional Autónoma de México es sin duda de las más adelantadas con su Programa Universitario de Medio Ambiente (PUMA). La Universidad de Guadalajara se propuso introducir a nivel curricular la EA en sus programas de licenciatura. Otros

ejemplos de Universidades que han desarrollado programas académicos o investigación en temas ambientales son: las Universidades de Colima, Guanajuato, las Américas de Puebla y las autónomas del Estado de México, Baja California, Agraria Antonio Narro, Chapingo, Nayarit, Nuevo León, San Luis Potosí, así como el Instituto Politécnico Nacional y el Instituto Tecnológico de Sonora, entre otros (Ávila, 2009).

Las IES tienen hoy grandes retos en materia ambiental, como son la generación de programas de EA para la transmisión de conocimientos, así como la conformación de grupos académicos capaces de abordar y plantear los problemas que requieren de la participación articulada de diversas disciplinas.

### **2.2.1 Educación Ambiental en el TecNM**

A partir de agosto de 2004 se incorporó la asignatura denominada *Desarrollo Sustentable* a los planes de estudio de los distintos programas académicos del entonces Sistema Nacional de Educación superior Tecnológica (SNEST), como un intento para garantizar el desarrollo de competencias en los estudiantes para que al egresar, ejerzan su profesión con responsabilidad frente al ambiente.

Actualmente, el TecNM refleja la convicción y el compromiso de promover una cultura de responsabilidad ambiental en el personal, estudiantes o actores interesados; se trabaja en la comprensión e implementación de la sustentabilidad a través de la educación, por lo que se estableció el Sistema de Gestión Ambiental (SGA) conforme a la Norma ISO 14001:2004.

El TecNM, con la inclusión de los beneficios de la EA en la formación profesional de sus egresados y en los servicios que ofrece, desea alcanzar y demostrar un sólido desempeño ambiental, mediante el control de los impactos sobre el medio ambiente en actividades de los procesos relativos a la prestación del Servicio Educativo, acorde con la política, objetivo ambiental, y el cumplimiento de la legislación aplicable.

Al incorporar la ética ambiental a todas las actividades, se asume la responsabilidad de sustentar la formación y la actividad profesional, el desarrollo de la ciencia y la tecnología con principios de solidaridad con todos los pueblos del mundo

contemporáneo y con criterios de globalización y sustentabilidad para trascender hacia las generaciones futuras.

También establece el compromiso de orientar todas sus actividades del proceso educativo hacia el respeto del medio ambiente; cumplir la legislación ambiental aplicable y otros requisitos ambientales que se suscriban promoviendo en su personal, estudiantes y partes interesadas la prevención de la contaminación y el uso racional de los recursos. Todo ello se realiza mediante la implementación, operación y mejora continua de un SGA, conforme a la norma ISO 14001:2004/NMX-SAA14001-IMNC-2004.

En 2006 el TecNM ofreció la carrera de Ingeniería Ambiental en algunos IT's, con el objetivo de formar profesionistas éticos, analíticos, críticos y creativos con las competencias para identificar, proponer y resolver problemas ambientales de manera multidisciplinaria, asegurando la protección, conservación y mejoramiento del ambiente, bajo un marco legal, buscando el DS en beneficio de la vida en el planeta.

Complementando la formación profesional integral, a partir del ciclo escolar 2009-2010 se incluyó en los planes de estudio su nuevo diseño con el enfoque de competencias profesionales, la asignación de cinco créditos acumulables por la realización de diferentes actividades durante la carrera. Estos créditos cubren las denominadas actividades complementarias que incluyen tutorías, actividades extraescolares, proyectos de investigación, innovación tecnológica, construcción de prototipos y desarrollo tecnológico, participación en publicaciones, programas de desarrollo sustentable, y las que de manera particular se propongan en cada instituto, unidad o centro.

Por ejemplo, en el Instituto Tecnológico de Acapulco han tenido una buena experiencia de ambientalización, pero puede ser mejorada si en la institución se inicia un programa de capacitación en materia ambiental para los docentes y se logra impregnar la dimensión ambiental de manera integral en el currículo con un intenso trabajo de las academias de profesores a través de modelos educativos transversales, interdisciplinarios y de competencias (Mata, 2011).

Para lograr la institucionalización de la EA, Sauvé, Brunelle & Berryman (2003) consideran que la integración de preocupaciones ambientales en los medios educativos se ha dado con mayor frecuencia en el medio no formal. Respecto al medio formal, se trataría de una tendencia reciente aún muy limitada introducida en el aula, mediante la estrategia de la transversalidad, donde el ambiente es percibido como un lugar de integración para las diversas disciplinas escolares (ciencias biofísicas, ciencias humanas y desarrollo personal y social).

Esto demuestra que la institucionalización se constituye como un tema problemático en los sistemas escolares (Speller, 2000).

### **2.3 Transversalidad**

La palabra transversal –según el Diccionario de la Real Academia Española– significa cruzar de un lado a otro. Esta definición indica que lo transversalizado no es algo añadido como un componente aislado, sino que pasa a formar parte de los elementos que ya existen y se integra a tales, tratando de conformar una misma unidad. No es un componente de mayor o menor jerarquía, más permea y se articula de forma vertical y horizontal (Inciarte, Bravo de Nava & Febres-Cordero, 2007).

Palos (1998) define a la transversalidad como:

Técnicas determinadas por situaciones problemáticas o socialmente relevantes, generadas por el modelo de desarrollo de la sociedad y del currículo en el ámbito educativo, desde una dimensión ética y en toda su complejidad. La concepción de la transversalidad deja abierta la puerta a los nuevos problemas de relevancia social que vayan apareciendo en nuestra sociedad (p.13)

La transversalidad se ha convertido en un instrumento articulador del sector educativo con la familia y la sociedad. En el mundo contemporáneo, muchas instituciones han diseñado estrategias para la formación en valores utilizando el instrumento de ejes transversales con el fin de dar un enfoque integrador a su currículo (Chica, 2015).

## **2.4 Transversalidad curricular**

El tema de la transversalidad tomó auge después de que la UNESCO publicó el “Informe de la Comisión Internacional sobre la Educación para el siglo XXI” en 1996. Desde entonces algunas instituciones han adoptado este instrumento en sus diseños curriculares (Chica, 2015).

Para Yus (1998) la transversalidad representa uno de los principales elementos que potencialmente pueden distorsionar la aplicación mecánica de la ley en la realidad de las aulas, en las que la tradicional estructuración de los currículos alrededor de las disciplinas obligaría al profesorado a buscar formas alternativas de organizar los contenidos. El significado de «impregnación» puede ser interpretado como «dilución» de un tema transversal en el conjunto del currículum disciplinar. La exigencia de abordar la esfera actitudinal exige que la impregnación se obtenga no sólo desde el ámbito disciplinar, sino, y sobre todo, de la «atmósfera» de la vida en el centro, lo que conlleva otro tipo de medidas que inciden en la cultura organizativa de los centros.

La transversalidad curricular en la universidad es referirse a otra forma de entender y organizar los aprendizajes en el contexto universitario. Ello lleva necesariamente hacia la utilización de nuevas estrategias, metodologías y formas de organización de los contenidos. Estos cambios van a permitir abordar, de una forma cercana y realista, el debate sobre las características de la educación que se quiere impartir y la enseñanza que se desea propiciar. El gran reto de la transversalidad consiste, por tanto, en la posibilidad histórica de hacer frente a la concepción compartimentada del saber que ha caracterizado a nuestra institución en los últimos años, "Universidad en el siglo XXI": formar individuos autónomos y críticos, con un criterio moral propio y capaces de hacer frente a los problemas que tiene planteados hoy la humanidad (Fernández-Batanero, 2004).

Sarria (2009) refiere la transversalidad como una estrategia curricular mediante la cual algunos ejes o temas considerados prioritarios en la formación de nuestros estudiantes, permean todo el currículo, es decir, están presentes en todos los programas, proyectos, actividades y planes de estudio contemplados en el Proyecto Educativo Institucional –PEI– de una institución.

Lo transversal no se trata de añadir o agregar nuevos temas o problemas al currículo, es asumirlo en la vida escolar cotidiana como una estrategia fundamental para la formación de nuevos ciudadanos, de lo contrario, podría convertirse en una sobrecarga de los programas y dificultaría la tarea docente sin repercusiones en el beneficio de los estudiantes.

Los contenidos ambientales pueden ser incorporados mediante la “transversalidad como posibilidad curricular desde la EA”. Entre los diferentes ejes o temas transversales la EA tiene la finalidad básica de concientizar al alumnado sobre la necesidad de conservar y preservar el medio ambiente, en condiciones que favorezcan una mejor calidad de vida de las generaciones actuales y sin comprometer la de las futuras. La incorporación del eje ambiental de manera transversal en el currículo escolar, supone el reconocimiento desde el sistema educativo del importante papel que juega el medio ambiente en la vida de las personas y en el desarrollo de la sociedad. A su vez, responde a la demanda actual de la sociedad para que la educación contribuya a la mejora del entorno de los seres humanos (Muñoz, 2010).

Santomé (2010) sugiere que la EA debe ser incorporada a un currículo integrado o integrador que se basa en el incremento de las posibilidades para integrar al estudiante social y personalmente, mediante el desarrollo de habilidades cognitivas, y en el desarrollo de problemas y temas importantes para todos los miembros que conforman la comunidad donde se desenvuelven.

Cabe mencionar que la transversalidad no es el único medio para incorporar la dimensión ambiental en el currículo universitario. En tanto que la ambientalización curricular integra criterios ambientales en sus funciones sustantivas (docencia, investigación y vinculación) y en sus actividades administrativas. Así, los diferentes procesos que tienen lugar en la universidad se orientarán hacia la construcción de la sustentabilidad.

Para fines de esta investigación se asume la ambientalización sólo en el ámbito curricular, sin desconocer su amplio alcance.

En diversos momentos y lugares se ha intentado realizar la transversalización de programas de educación formal, con el componente ambiental, sin llegar finalmente a

concretar una propuesta plausible. En la bibliografía revisada relativa a este tema, se pueden identificar las siguientes investigaciones que pueden considerarse relevantes.

#### **2.4.1 En el ámbito internacional**

La Guía para transversalizar el eje ambiental en las carreras del nivel de educación superior de Honduras 2009 (International Resources Group (IRG) y AGA & Asociados-Consultores en Comunicación, Tegucigalpa, Honduras, 2009) surge con el objetivo de establecer una metodología para transversalizar el eje ambiental en los programas académicos, con base en un plan piloto realizado en la carrera de Ingeniería de Negocios. Esta guía tiende a una estructura sencilla, y en esencia se refiere a cinco procesos secuenciales y claves, presentados con la etiqueta de “pasos” metodológicos, que fueron implementados durante la experiencia piloto de transversalización. Sin embargo, a la descripción de éstos, le anteceden aspectos más contextuales y de perspectiva. Se hace énfasis en que la guía responde al contexto de la Universidad Metropolitana de Honduras y aspira a ser un referente para la transversalización de programas académicos en esta institución.

El trabajo investigativo “La Dimensión Ambiental en los Programas Académicos de la Universidad de Córdoba, 2006-2009 Propuestas para su Fortalecimiento en el interior de la Institución”, Rojas (2012), se presentó como tesis de grado de la Maestría en Educación en la Universidad de Córdoba en Sucre Colombia. Ésta parte del análisis documental del plan de estudio en folletos, de los distintos programas académicos; incluye una encuesta aplicada a estudiantes y profesores y el análisis de los escenarios institucionales según la guía: “Construcción de cultura ambiental desde las escuelas y comunidades cordobesas”.

Los autores de la tesis en la Universidad Simón Bolívar de Caracas” (Pellegrini, Reyes, Martín, Aguilera & Pulido, 2007) analizan esta dimensión en la Universidad Simón Bolívar (USB); está fundamentado en acciones para definir su política, responder a los problemas y educar a la comunidad con el fin de incorporar los valores ambientales en el quehacer universitario. El trabajo incluye la incorporación de las esferas institucional y académica, así como acciones que promueven actividades en torno a esta temática.

Los autores en este trabajo presentan su conceptualización en la USB, sus objetivos y acciones; luego muestran los resultados obtenidos, en el taller "El Ambiente de la USB" como estrategia definida para el Programa de Formación Ambiental de Profesores. Entre los resultados de la primera etapa, se evidenciaron las inquietudes de los profesores respecto al tema y se concluyó que se debía incorporarlo en la cultura de la Universidad. En la segunda etapa, se establecieron las bases sobre las cuales se desarrolló el Plan Estratégico Ambiental y finalmente en la tercera etapa, se formularon las actividades a desarrollar y se determinaron los recursos necesarios, tanto tecnológicos como humanos, materiales y financieros. En sus dos últimas etapas se llevaría a cabo el proceso de implantación, seguimiento y evaluación del proyecto.

En el proyecto "Ambientalizar la universidad: un reto institucional para el aseguramiento de la calidad en los ámbitos curriculares y de la gestión, Universidad de Ciego de Ávila", (Gutiérrez & Dulzaides, 2005) se establecen elementos importantes de análisis tales como: Las universidades deben jugar un papel mucho más activo en el proceso de transición hacia las sociedades sostenibles, en razón del peso que poseen en la formación profesional, la investigación científica y la difusión de la cultura en las sociedades contemporáneas. También plantean los autores que las estrategias de ambientalización universitaria se establecen básicamente en tres ámbitos: ambientalización curricular, gestión ambiental sostenible, y educación y participación ambiental. Con este trabajo se llega a las siguientes conclusiones: a) las carreras de Contabilidad, Estudios Socioculturales e Informática, tienen un bajo número de asignaturas ambientalizadas o que al menos aborden el tema medioambiental; b) la profundidad con que son tratados los temas medioambientales no es adecuada, incluso en la carrera de Ciencias Agrícolas; y c) excepto los estudiantes de Mecanización de la Producción Agropecuaria y de Ciencias Agrícolas, el resto no tiene los elementos para reflexionar con criterio, percibir su complejidad, pensar en posibles soluciones ni comprender el carácter complejo.

La investigación "Diseño de un eje curricular transversal para desarrollar competencias ambientales básicas en los estudiantes de ingeniería del Perú", (Terán, 2017) tuvo como objetivo diseñar un eje curricular transversal de educación ambiental mediante un diagnóstico, diseño y validación experimental de la propuesta; proponiendo la

impregnación de las unidades didácticas de las asignaturas, donde involucran alteraciones del medio ambiente.

En “Educación para el desarrollo sustentable en Ingeniería Civil de la FRBB-UTN”, (Bukosky, Montero, Pérez, Bambill & Amado, 2017) los autores exponen las ventajas del Aprendizaje Basado en problemas (ABP) como una metodología flexible para introducir e integrar saberes ambientales de la carrera de Ingeniería Civil, en la Facultad Regional de Bahía Blanca de la Universidad Tecnológica Nacional, Buenos Aires, Argentina. En esta investigación los autores utilizan una metodología didáctica para implementar saberes ambientales en la carrera de ICIV. Su aplicación para el dictado de algunos contenidos de la asignatura Sustentabilidad en Ingeniería, viabiliza no solo una adecuada transferencia de esos conocimientos, sino que contribuye significativamente a que los alumnos comprendan mejor las consideraciones sociales, ambientales, económicas y éticas asociadas a los proyectos de ICIV.

#### **2.4.2 En el ámbito nacional**

El trabajo “Educación superior y cultura ambiental en el sureste de México, el caso de la Universidad Autónoma de Campeche (UAC)” (Sosa, Márquez, Eastmond, Ayala & Arteaga, 2010) presenta el análisis de la EA en el nivel superior, mediante el estudio de caso de la UAC, desde una investigación de carácter exploratoria que combinó métodos cuantitativos y cualitativos para diagnosticar el grado de cultura ambiental de los estudiantes de la UAC y el tipo de EA que reciben; concluyen los investigadores que los resultados indican que los estudiantes poseen un nivel de cultura ambiental bajo y que carecen de los conocimientos y de las habilidades necesarias para realizar cambios ambientalmente favorables en sus estilos de vida. También llegan a la conclusión de que el contexto institucional opera como un factor que inhibe la EA debido a que la formación ambiental no es considerada prioritaria y por lo tanto no existen espacios, infraestructura y apoyos necesarios para su estudio, enseñanza y promoción; recomiendan un cambio radical en la formación de los maestros para superar el tipo de enseñanza que se practica, la cual está centrada en proporcionar

información “sin una comprensión profunda de la complejidad y la interdependencia entre los sistemas naturales y socioeconómicos.

En el trabajo “Educación superior y sustentabilidad la UNAM en sus 100 años” (Lahera, 2006) la autora establece que se ha notado desinterés en la respuesta institucional en México ante el reto de incorporar la dimensión ambiental en sus funciones sustantivas. En esta propuesta se considera que las universidades deben diseñar una política efectiva, establecida en el plan de desarrollo de la institución y en planes institucionales. Así mismo, este análisis recalca que mientras otras universidades impulsan apenas los temas de sustentabilidad en algunos aspectos de docencia o investigación, un grupo pequeño de universidades e instituciones de educación superior mayoritariamente de provincia estaban ya poniendo en acción sus programas ambientales institucionales. Se concluye que la UNAM ha sido pionera en el proceso de difusión, discusión y consolidación de la educación ambiental en el país, sobre todo a través del influyente trabajo teórico y práctico de sus investigadores, sin embargo plantea que ha carecido de una política ambiental institucional que articule las medidas tomadas, las cuales deberían estar formalizadas en el plan de desarrollo.

El mismo estudio plantea que, en el contexto académico, la evaluación de la enseñanza, no es positiva, a pesar de que se ha avanzado en los últimos años e incorporado materias ambientales al currículo de las carreras que ofrece la universidad, pero no han tenido una transformación real de la estructura y contenidos de los planes de estudio, sino que en la mayoría de los casos estas asignaturas se han adicionado a las estructuras vigentes como un “parche” o, en el mejor de los casos, como una especie de tronco común.

Finalmente en la Universidad Autónoma de Guerrero (UAGro) se presenta la investigación “Propuesta metodológica para diagnosticar la transversalidad del eje medio ambiente en programas educativos de nivel superior: El caso de la UAGro” (Aparicio, Rodríguez, Beltrán & Sampredo, 2014). Los autores diseñaron una metodología Investigación-acción, mediante la cual hicieron un diagnóstico respecto del nivel de transversalización del eje medio ambiente en algunos programas

educativos y unidades de aprendizaje, contando con la participación de coordinadores y docentes.

Se llegó a conclusiones como: a) en América Latina y México existe una vasta literatura sobre la educación ambiental, sin embargo, para el nivel superior no hay propuestas concretas sobre cómo incorporar estos temas en el currículo, mucho menos cómo hacerlo de manera transversal; b) el Modelo Educativo y Académico de la UAGro data de 1999, aún y cuando contempla temas de carácter ambiental, éstos no fueron plasmados en el diseño de sus planes de estudio de licenciatura, c) en la planta docente permea un reduccionismo respecto a la comprensión de la problemática ambiental, considerando que al agregar una unidad de aprendizaje, curso o taller, se ambientalizaba el currículo. d) es fundamental implementar cursos de actualización y capacitación docente sobre la transversalidad y la educación ambiental, para atender uno de los principios del modelo educativo de la UAGro., de 2013; e) esta investigación permitió sentar las bases para un trabajo con fundamentos teóricos y metodológicos sobre los componentes de la transversalidad, en este caso del medio ambiente; f) la metodología de investigación-acción y los instrumentos utilizados resultaron ser pertinentes para su desarrollo, al lograr un trabajo sistematizado a través de los CDC, con la participación directa de la planta docente que aportó información veraz sobre la percepción del eje medio ambiente en el plan e estudio y sus unidades de aprendizaje.

La investigación referida anteriormente es pionera en abordar la transversalidad del eje medio ambiente en el nivel superior, desde la perspectiva de la educación basada en competencias; además sus resultados son viables de ser usados como referente para diferentes niveles educativos ya que se generó con una metodología rigurosa.

## **2.5 Los ejes transversales**

### **2.5.1. Definición**

Los ejes transversales son temas globalizantes de carácter interdisciplinario que recorren la totalidad del currículo, las áreas del conocimiento, las disciplinas y los temas, con la finalidad de crear condiciones favorables para proporcionar a los

alumnos una mejor formación en aspectos sociales, ambientales o de salud (Falla, 2012).

Para Batanero (2004) los temas transversales surgen de la realidad y los problemas sociales, su carácter interdisciplinar es una de sus características básicas. Los temas transversales no son un añadido, ni algo que se plantee en paralelo o marginalmente al currículo y que hay que ir integrando, punto por punto, en el diseño de las áreas, sino que constituyen un proyecto de humanización, que no sólo es previo a las áreas, sino que las fundamenta y la redimensiona en su totalidad, impregnando a su vez, todo el proyecto educativo del centro.

Como reitera Lucini, (1994):

“Los temas transversales son, en el fondo, una propuesta curricular concreta, que pretende responder al desafío de un plan de acción educativo que hoy la sociedad nos está demandando y que ha de traducirse en el gran reto del desarrollo del humanismo, es decir, ser capaces de dotar de contenido humanista a la globalidad de nuestros proyectos educativos” (p.135).

Para Casanova e Inciarte (2016) los ejes transversales son componentes que permiten organizar y recorrer el currículo en forma diacrónica y sincrónica, se involucra en este proceso a diferentes áreas, así como los distintos niveles dentro de ellas. Se fortalece de esta manera la formación integral al proyectar el trabajo curricular, con la finalidad de facilitar el desarrollo de competencias académico-profesionales, tomando en cuenta que se debe garantizar la evaluación de los indicadores de logro correspondientes. Es así como se visualiza el diseño curricular y su administración en ejes, donde se integran áreas y contenidos curriculares, se combinan métodos y técnicas educativas, se incorpora el entorno social, y se orienta la coherencia, consistencia, calidad y pertinencia curricular.

En consecuencia, los ejes transversales contribuyen a la formación equilibrada de la personalidad, inculcando respeto a los derechos humanos y otras culturas, al desarrollo de hábitos que combaten el consumismo desaforado y por ende eliminan discriminaciones existentes por razón de sexo, o por la pertinencia a una minoría étnica.

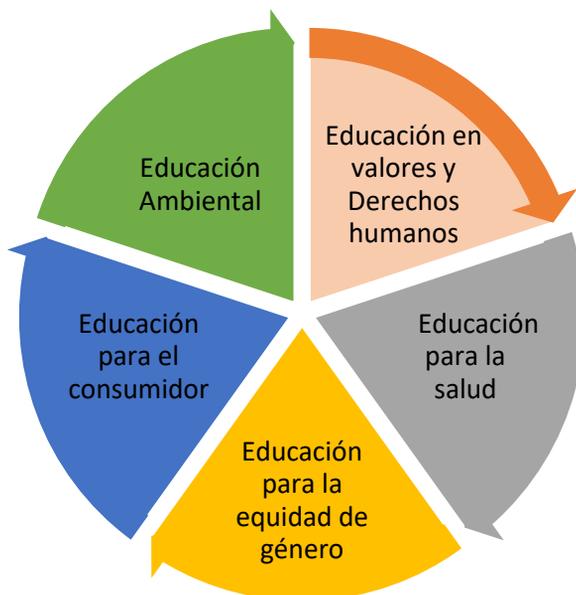
### 2.5.2 Características

En este orden de ideas, Lucini (1994) considera que los temas transversales son contenidos curriculares que responden a tres características básicas:

- 1) Hacen referencia a los problemas y a los conflictos, de gran trascendencia, que se producen en la época actual y frente a los que es urgente una toma de posiciones personales y colectivas; tratan problemas como la violencia, el subdesarrollo, las discriminaciones y situaciones injustas de desigualdad, el consumismo y el despilfarro frente al hambre en el mundo, la degradación del medio ambiente o los hábitos que atentan contra la vida saludable..
- 2) Han de desarrollarse dentro de las áreas curriculares, redimensionándolas en una doble perspectiva, acercándolas y contextualizándolas en ámbitos relacionados con la realidad y con los problemas del mundo contemporáneo y, a la vez, dotándolas de un valor funcional o de aplicación inmediata respecto a la comprensión y a la posible transformación positiva de esa realidad y de esos problemas.
- 3) Por último, son relativos fundamentalmente a valores y actitudes. A través de su programación, su desarrollo, y a partir del análisis y la comprensión de la realidad, se pretende que los alumnos elaboren sus propios juicios críticos ante los problemas y conflictos sociales, siendo capaces de adoptar frente a ellos, actitudes y comportamientos basados en valores como contenidos en la medida que los entendamos como todo aquello que, intencionalmente o inconscientemente, es objeto de abordaje en el centro escolar.

### 2.5.3 Clasificación

Analizando las propuestas de varios autores (Reyzabal & Sanz, 1995; Yus, 1996; Chica, 2015), se pueden identificar los ejes transversales más representativos (Figura 1).



**Figura 1.** Clasificación de los ejes transversales (elaboración propia)

Falla (2012) sugiere hablar de tres clasificaciones:

- a)** ejes transversales sociales cuando se refiere a valores, urbanidad, consumo, derechos humanos, respeto y convivencia.
- b)** ejes transversales ambientales cuando se hace alusión al respeto por la naturaleza, los animales, las plantas y el universo.
- c)** ejes transversales de salud, cuando nos referimos al cuidado del cuerpo humano, a las prácticas de buena alimentación, prevención frente a la drogadicción y educación sexual, entre otras.

### III. JUSTIFICACIÓN

El mundo sigue precipitándose por una pendiente no sostenible, a pesar de los más de quinientos objetivos acordados a nivel internacional para respaldar la gestión sostenible del medio ambiente y mejorar el bienestar humano, según la nueva evaluación de gran alcance coordinada por el Programa de las Naciones para el Medio Ambiente (PNUMA, 2012).

Los cambios que actualmente se observan en la Tierra no tienen precedentes en la historia de la humanidad. Los esfuerzos por reducir la velocidad o la magnitud de los cambios – incluyendo una mejora en la eficiencia de los recursos y medidas de mitigación – han dado resultados moderados pero no han conseguido revertir los cambios ambientales adversos. En los últimos años no han disminuido ni la escala de los cambios ni su velocidad (GEO-5, 2012).

A medida que se han ido acelerando las presiones de los seres humanos en la Tierra nos hemos acercado a varios umbrales críticos mundiales, regionales y locales, o los hemos superado. Una vez que se hayan cruzado esos umbrales, es probable que ocurran cambios bruscos y posiblemente irreversibles en las funciones que sustentan la vida del planeta, que traerán importantes consecuencias negativas para el bienestar humano. Un cambio a escala regional se puede observar, por ejemplo, en el colapso de los ecosistemas de lagos y estuarios de agua dulce como consecuencia de la eutrofización; un ejemplo de un cambio brusco e irreversible es el derretimiento acelerado de la capa de hielo del Ártico, así como el deshielo de los glaciares, debido a la amplificación del calentamiento global (GEO-5, 2012).

En la actualidad existen soluciones viables para que los gobiernos de todos los países tengan una actividad económica sostenible y más respetuosa con el medio ambiente. La Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) señala que para América Latina “resulta fundamental diseñar e instrumentar una estrategia de desarrollo sostenible, adaptativa, baja en carbono y socialmente incluyente”.

Los problemas ambientales en el mundo y particularmente en México, tienen causas multifactoriales, que en diferentes contextos, acuerdos internacionales y medidas

locales se han tratado de resolver, diversos estudios han encontrado gran variedad de consecuencias a corto y largo plazo sobre: contaminación ambiental, cambio climático o desastres naturales. La Organización Meteorológica Mundial (OMM), advierte sobre la necesidad urgente de adoptar medidas concretas para lograr un DS, que permita prevenir las situaciones desastrosas que pueden producirse por el cambio climático en las próximas décadas.

La visión del sistema de ES se retoma íntegra del documento “La ES en el siglo XXI. Líneas estratégicas de desarrollo- una propuesta de la ANUIES” que fuera aprobado por la XXX sesión ordinaria de la asamblea general celebrada en la Universidad Veracruzana y en el Instituto Tecnológico de Veracruz en octubre de 1999. Esta visión considera que las IES serán capaces de responder a los retos de la sustentabilidad en la medida en que se reconozca la necesidad de una perspectiva que atraviese horizontalmente las funciones sustantivas de las IES. En sus propuestas de líneas de trabajo en el nivel Institucional, establecen planes y programas estratégicos en EA y para el DS, y en materia de oferta educativa, por mencionar algunos: incorporar transversalmente enfoques y contenidos de sustentabilidad en todos los programas académicos existentes, a fin de contribuir a la generación de una cultura ambiental para la sustentabilidad.

En cada programa de nivel licenciatura, los egresados deberán conocer las implicaciones que su profesión o disciplina tienen con el medio ambiente y el DS; especialmente lo que tiene que ver con el uso, conservación, sustitución y aprovechamiento de los recursos naturales.

Autores como Yus (1998) y Tobón (2013), también sugieren la necesidad de transversalizar el currículo con ejes prioritarios, como el del medio ambiente.

Por otra parte, el TecNM mediante el Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2013-2018, establece como su objetivo general llevar a México a su máximo potencial, en función de esta aspiración, el TecNM establece su visión en los términos siguientes: ser uno de los pilares fundamentales del DS y equitativo de la nación.

Con esta visión se busca contribuir a la transformación de la Educación Superior Tecnológica (EST) en México, orientando sus esfuerzos hacia el desarrollo humano

sustentable y el incremento de la competitividad. Para alcanzar su visión, el TecNM establece como su misión: ofrecer servicios de EST de calidad, con cobertura nacional, pertinente y equitativa que coadyuve a la conformación de una sociedad más justa y humana, con una perspectiva de sustentabilidad.

Además, establece en su Programa Institucional de Innovación y Desarrollo (PIID) 2013-2018:, Objetivo 3, Promover la formación integral de sus estudiantes; Estrategia 3.3, Fortalecer la cultura de la prevención, la seguridad, la solidaridad y la sustentabilidad; Línea de acción 3.3.4, Fomentar el cuidado sustentable del entorno y emprender acciones que contribuyan a mitigar el cambio climático. Este documento carece de indicadores y metas correspondientes.

Sin embargo, aunque el TecNM establece en su PND ser uno de los pilares fundamentales del DS y equitativo de la nación; sus planes de estudio de las distintas carreras que ofrece presentan ausencia de transversalización ambiental..

Por consiguiente esta investigación tiene como interés científico generar nuevo conocimiento en el diseño de una metodología para transversalizar el eje medio ambiente en planes de estudio de IES, validado en el currículo de ICIV del TecNM y así responder a los retos de la sustentabilidad dando respuestas concretas de cómo incorporar temas ambientales de manera transversal y pertinente en el currículo de la ES. El modelo propuesto tiene una visión prospectiva; apunta a formar mejores egresados de educación superior, socialmente responsables.

## **IV. OBJETIVOS**

### **4.1 Objetivo general**

Diseñar un modelo para transversalizar el eje medio ambiente en planes de estudio de educación superior.

### **4.2 Objetivos específicos**

1. Realizar un diagnóstico del eje medio ambiente en un plan de estudio de educación superior: caso de Ingeniería Civil del TecNM.
2. Identificar las competencias ambientales requeridas para definir el Perfil Profesional Ambientalmente Responsable de un egresado de Ingeniería Civil del TecNM.
3. Seleccionar y secuenciar contenidos ambientales para el currículo de Ingeniería Civil del TecNM.
4. Impregnar los contenidos ambientales mediante trabajo colegiado con docentes del TecNM.

## V. METODOLOGÍA

### 5.1 Descripción del objeto de estudio

Esta investigación se focaliza en dos ámbitos:

- Asignaturas que conforman la retícula del plan de estudio de ICIV del TecNM para elaborar el diagnóstico ambiental de sus contenidos (Figura 2).

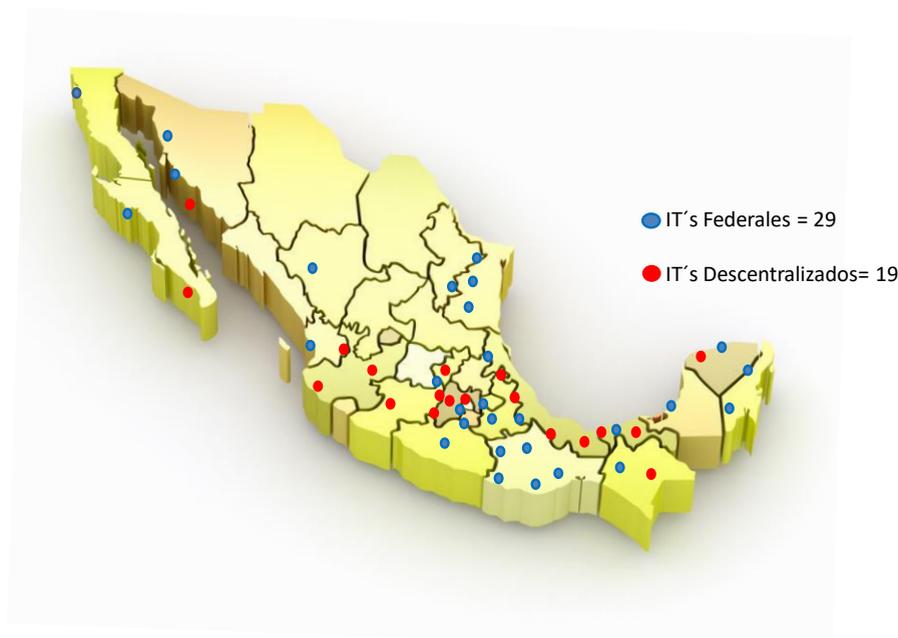
Fundamentos de Investigación ACC-0906 2 2 4	Álgebra Lineal ACF-0903 3 2 5	Estática ICP-1014 3 2 5	Fundamentos de la Mecánica de los Medios Continuos ICE-1016 3 1 4	Mecánica de Materiales ICF-1024 3 2 5	Análisis Estructural ICF-1004 3 2 5	Análisis Estructural Avanzado ICF-1005 3 2 5	Diseño Estructural de Cimentaciones ICC-1012 2 2 4	Especialidad  25
Cálculo Diferencial ACF-0901 3 2 5	Cálculo Vectorial ACF-0904 3 2 5	Ecuaciones Diferenciales ACF-0905 3 2 5	Métodos Numéricos ICC-1027 2 2 4	Desarrollo Sustentable ACD-0908 2 3 5	Instalaciones en los Edificios ICD-1021 2 3 5	Diseño de Elementos de Concreto Reforzado ICF-1011 3 2 5	Diseño de Elementos de Acero ICF-1010 3 2 5	
Taller de Ética ACA-0907 0 4 4	Probabilidad y Estadística ICC-1029 2 2 4	Geología ICC-1017 2 2 4	Mecánica de Suelos ICJ-1025 4 2 6	Mecánica de Suelos Aplicada ICJ-1026 4 2 6	Diseño y Construcción de Pavimentos ICG-1013 3 3 6	Taller de Investigación II ACA-0910 0 4 4	Formulación y Evaluación de Proyectos ICC-1015 2 2 4	Residencia Profesional  10
Cálculo Integral ACF-0902 3 2 5	Topografía ICT-1033 2 6 8	Carreteras ICG-1006 3 3 6	Maquinaria Pesada y Movimiento de Tierra ICC-1022 2 2 4	Costos y Presupuestos ICC-1007 2 2 4	Taller de Investigación I ACA-0909 0 4 4	Abastecimiento de Agua ICJ-1001 4 2 6	Alcantarillado ICC-1003 2 2 4	
Software en Ingeniería Civil ICA-1031 0 4 4	Materiales y Procesos Constructivos ICC-1023 2 2 4	Tecnología del Concreto ICC-1032 2 2 4	Dinámica ICF-1009 3 2 5	Administración de la Construcción ICC-1002 2 2 4	Hidrología Superficial ICC-1020 2 2 4			Servicio Social  10
Dibujo en Ingeniería Civil ICM-1008 2 4 6	Química AEC-1058 2 2 4	Modelos de Optimización de Recursos ICC-1028 2 2 4	Sistemas de Transporte ICC-1030 2 2 4	Hidráulica Básica ICG-1018 3 3 6	Hidráulica de Canales ICG-1019 3 3 6			
28	30	28	27	30	30	20	17	50

Figura 2. Plan de estudio ICIV-2010-208

- La población docente participante de los IT's que ofrecen la carrera de ICIV, para conocer sus convergencias de opinión, respecto del PPAR. Actualmente en el TecNM, 48 IT's ofrecen la carrera de ICIV con el plan de estudio 2010-208, que consta de 44 asignaturas (Cuadro 1) y (Figura 3).

**Cuadro 1.** *IT's que conforman el objeto de estudio*

1. ITTijuana	17. ITTapachula	33. ITSLagos de Moreno
2. ILa Paz	18. ITChilpancingo	33. ITSTequila
3. ITDurango	19. ITOaxaca	34. ITSZapopan
4. ITNogales	20. ITIstmo	35. ITSOriente del Edo. De Hidalgo
5. ITGuaymas	21. ITTuxtepec	36. ITSAcayucan
6. ITCd.Victoria	22. ITPochutla	37. ITSLas Choapas
7. ITMatamoros	23. ITTlaxiaco	38. ITSMisantla
8. ITReynosa	24. ITCampeche	39. ITSXalapa
9. ITTepic	25. ITChetumal	40. ITSCoacalco
10. ITPachuca	26. ITCancún	41. ITSHuixquilucan
11. ITTehuacán	27. ITVillahermosa	42. ITSJilotepec
12. ITApizaco	28. ITMérida	43. ITSSan Felipe del Progreso
13. ITBoca del Río	29. ITSLos Cabos	44. ITSCintalapa
14. ITCerro Azul	30. ITSPuerto Peñasco	45. ITSMacuspana
15. ITIztapalapa III	31. ITSZitácuaro	46. ITSLos Ríos
16. ITZacatepec	32. ITSApatzingán	48. ITSValladolid



**Figura 3.** *Distribución espacial de los IT's que ofrecen la carrera de ICIV (elaboración propia)*

El TecNM, órgano desconcentrado de la Secretaría de Educación Pública desde el 23 de julio de 2014, está constituido por 266 instituciones, de las cuales 126 son Institutos Tecnológicos Federales (IT's Federales), 134 Descentralizados (IT's Descentralizados), cuatro Centros Regionales de Optimización y Desarrollo de Equipo

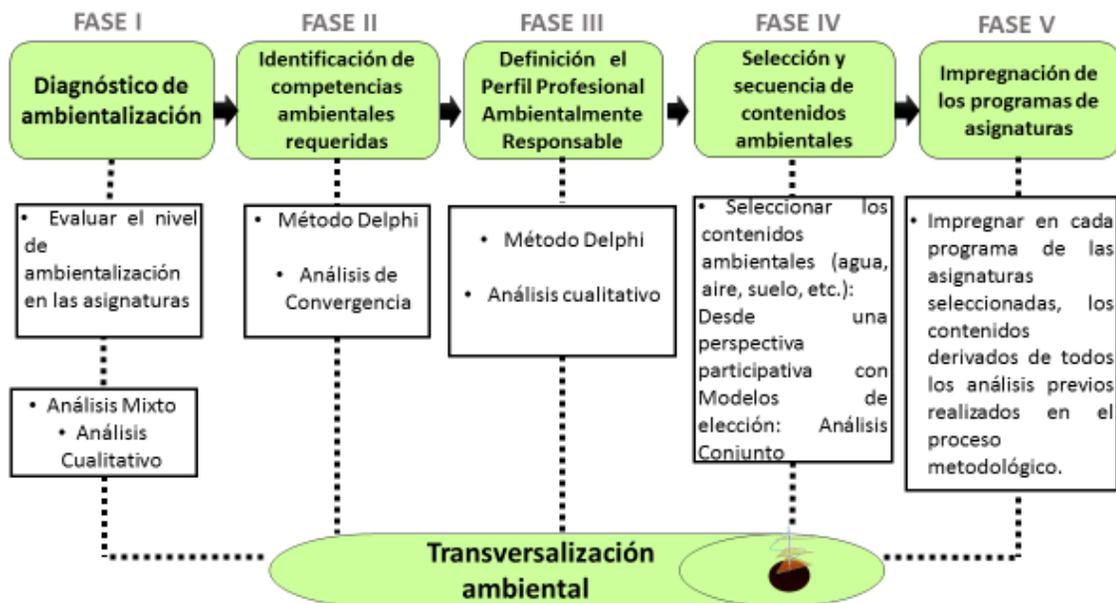
(CRODE), un Centro Interdisciplinario de Investigación y Docencia en Educación Técnica (CIIDET), y un Centro Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico (CENIDET). En estas instituciones el TecNM atiende a una población escolar de 521,105 estudiantes en licenciatura y posgrado.

## 5.2 Materiales

Se utilizaron los softwares estadísticos Minitab 17 y SPSS 20; y cuestionarios Delphi-electrónicos elaborados en Google DRIVE (Anexos I y II).

## 5.3 Metodología

La metodología para la transversalización del eje medio ambiente en el plan de estudio de ICIV consta de cinco fases, según el modelo propuesto (Figura 4).



**Figura 4.** Modelo para transversalizar el eje medio ambiente (elaboración propia)

### 5.3.1 Diagnóstico de ambientalización

1. Se evaluó el nivel de ambientalización en la población N= 44 asignaturas del plan de estudio con el instrumento propuesto por Aparicio, et al., (2014). Mediante la ecuación (1) y 90% de confiabilidad, con la técnica de Lohr y Velasco (2000) se obtuvo una muestra aleatoria estratificada proporcional de tamaño n= 30, dividida en dos estratos (Cuadro 2).

$$n = \frac{N}{1+N(e)^2} = \frac{44}{1+44(0.1)^2} = 30 \quad (1)$$

**Cuadro 2.** *Diseño del muestreo aleatorio estratificado proporcional*

<b>Estrato</b>	<b>Tamaño de muestra</b>	<b>Muestra aleatoria</b>
<b>Ciencias Básicas</b>	$n_{E1} = 10$	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Taller de ética</li> <li>2. Formulación y evaluación de proyectos</li> <li>3. Probabilidad y estadística</li> <li>4. Química</li> <li>5. Métodos numéricos</li> <li>6. Estática</li> <li>7. Álgebra lineal</li> <li>8. Cálculo diferencial</li> <li>9. Taller de investigación I</li> <li>10. Ecuaciones diferenciales</li> </ol>
<b>Instrumentales</b>	$n_{E2} = 20$	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Alcantarillado</li> <li>2. Instalaciones en los edificios</li> <li>3. Tecnología del concreto</li> <li>4. Hidrología superficial</li> <li>5. Diseño de elementos del concreto reforzado</li> <li>6. Abastecimiento de agua</li> <li>7. Diseño y construcción de pavimentos</li> <li>8. Diseño estructural de cimentaciones</li> <li>9. Hidráulica de canales</li> <li>10. Análisis estructural avanzado</li> <li>11. Fundamentos de la mecánica de los medios continuos</li> <li>12. Mecánica de suelos</li> <li>13. Administración de la construcción</li> <li>14. Materiales y procesos constructivos</li> <li>15. Modelos de optimización de recursos</li> <li>16. Software en la Ingeniería Civil</li> <li>17. Geología</li> <li>18. Sistemas de transporte</li> <li>19. Desarrollo sustentable</li> <li>20. Mecánica de materiales</li> </ol>

2. Se realizó un análisis descriptivo e inferencial con intervalos de confianza para una proporción poblacional  $P$ =asignaturas poco vinculadas con el eje ambiental con la ecuación (2):

$$\hat{p} - Z_{\alpha/2} \sqrt{\frac{\hat{p}(1-\hat{p})}{n}} \leq P \leq \hat{p} + Z_{\alpha/2} \sqrt{\frac{\hat{p}(1-\hat{p})}{n}} \quad (2)$$

### 5.3.2 Identificación de competencias ambientales en el plan de estudio con el método Delphi en dos rondas

Esta actividad tuvo como sustento a Almenara & Moro (2014) y a Villagrasa (2015). Para identificar las competencias ambientales, se consideró un espacio muestral de tamaño  $N=48$  IT's que ofrecen la carrera de ICIV, mediante la ecuación (3):

$$n = \frac{Z^2 \cdot p \cdot q \cdot N}{N \cdot e^2 + Z^2 \cdot p \cdot q} = \frac{(1.645^2)(0.5)(0.5)(48)}{(48)(0.1^2) + (1.645^2)(0.5)(0.5)} = \frac{32.4723}{0.48 + 0.6765} = 28 \quad (3)$$

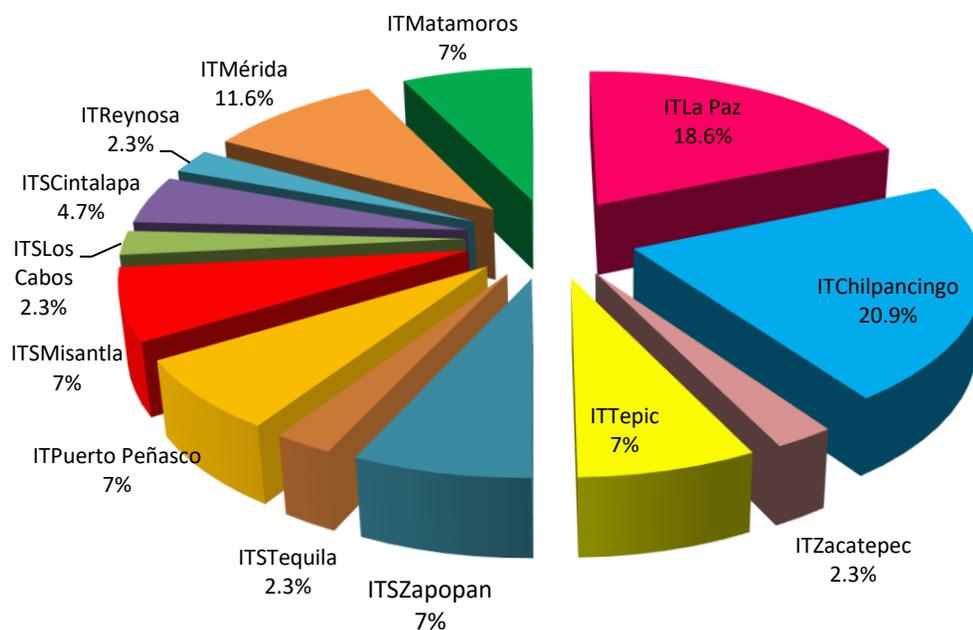
Donde  $Z$  es el nivel de confianza para el 90% y 10% de error en una distribución normal estándar,  $p$ , la probabilidad a favor,  $q$ , la probabilidad en contra y  $e$ , el error de estimación. Se obtiene una muestra aleatoria  $n=28$  IT's dividida proporcionalmente en ocho estratos, correspondientes a las zonas económicas del país: Noroeste, Noreste, Oeste, Este, Centronorte, Centrosur, Suroeste y Sureste, que garantiza la representatividad del TecNM (Cuadro 3).

**Cuadro 3. Muestra aleatoria estratificada proporcionalmente**

<b>Estrato1: Noroeste</b>	<b>IT´s Federales</b>	<b>IT´s Descentralizados</b>	<b>Tamaño de muestra</b>	<b>Muestra aleatoria</b>
Baja California Baja California Sur Durango Sonora	ITTijuana ITDurango ITLa Paz ITNogales ITGuaymas	ITLos Cabos    ITPuerto Peñasco	<b>n<sub>E1</sub> = 4</b>	ITSPuerto Peñasco ITLos Cabos ITLa Paz ITTijuana
<b>Estrato 2: Noreste</b>				
Tamaulipas	ITCd.Victoria ITMatamoros ITNuevo Laredo ITReynosa		<b>n<sub>E2</sub> = 2</b>	ITMatamoros ITReynosa
<b>Estrato 3: Oeste</b>				
Nayarit Michoacán Jalisco	ITTepic	ITZitácuaro ITLagos de Moreno ITTequila ITZapopan	<b>n<sub>E3</sub> = 3</b>	ITTepic ITZapopan ITTequila
<b>Estrato 4: Este</b>				
Hidalgo Puebla Tlaxcala Veracruz	ITPachuca ITTehuacán ITApizaco ITBoca del Río ITCerro Azul	ITSOriente del Edo. De Hidalgo ITAcayucan ITLas Choapas ITMisantla ITXalapa	<b>n<sub>E4</sub> = 6</b>	ITMisantla ITSOriente del Edo. De Hidalgo ITPachuca ITTehuacán ITBoca del Río ITLas Choapas
<b>Estrato 5: Centronorte</b>				
San Luis Potosí Zacatecas Aguascalientes Guanajuato Querétaro			<b>n<sub>E5</sub> = 0</b>	
<b>Estrato 6: Centrosur</b>				
<b>Estrato 7: Suroeste</b>				
Chiapas Guerrero Oaxaca	ITTapachula ITChilpancingo ITOaxaca ITIstmo ITTuxtepec ITPochutla ITTlaxiaco	ITSCintalapa	<b>n<sub>E7</sub> = 5</b>	ITTlaxiaco ITChilpancingo ITTuxtepec ITOaxaca ITSCintalapa
<b>Estrato 8: Sureste</b>				
Campeche Quintana Roo Tabasco Yucatán	ITCampeche ITChetumal ITCancún ITVillahermosa ITMérida	ITSMacuspana ITLos Ríos ITValladolid	<b>n<sub>E8</sub> = 5</b>	ITCampeche ITCancún ITMérida ITValladolid ITLos Ríos

### 5.3.2.1 Análisis del cuestionario Delphi-electrónico “1ra. Ronda”

En la primera ronda se diseñó un simulador social Delphi-electrónico en la plataforma Google Drive (Anexo I), dirigida a docentes de la carrera de ICIV de los IT’s incluidos en la muestra para conocer sus opiniones y propuestas sobre los elementos del eje medio ambiente que consideraron pertinente incluir en las competencias que definirá el PPAR del egresado de esa carrera. En esta ronda, participaron 43 docentes de 13 IT’s de la muestra (Figura 5). Esta proporción es válida dado que el método Delphi da resultados aceptables con siete participantes como mínimo (Almenara y Moro, 2014; Villagrasa, 2015).

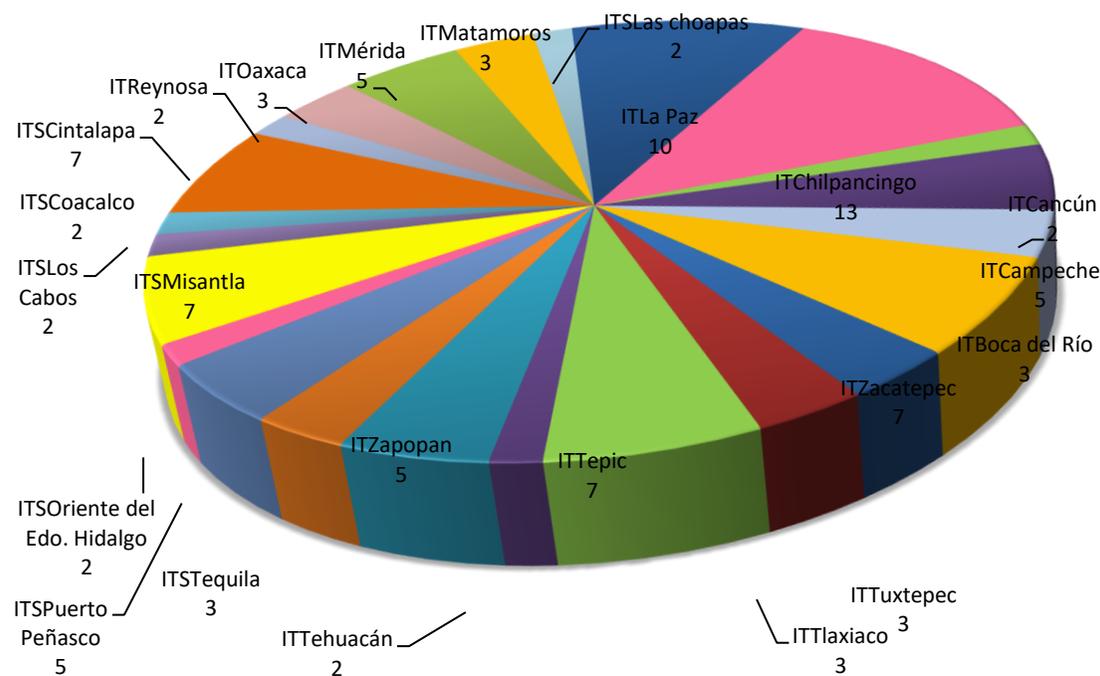


**Figura 5.** Distribución de docentes participantes por Instituto Tecnológico en la “1ra. ronda”

### 5.3.2.2 Análisis del cuestionario Delphi-electrónico “2da. Ronda”

A partir de los elementos del eje medio ambiente, propuestos por los docentes participantes en la primera ronda, se diseñó y aplicó el segundo cuestionario Delphi en condiciones similares a la de la primera ronda para que los profesores en esta ocasión,

seleccionaran cinco elementos de las competencias ambientales de entre las propuestas obtenidas para definir con ellas el PPAR de la carrera de ICIV del TecNM. En esta ronda participaron 61 docentes de 23 IT's de la muestra (Figura 6).



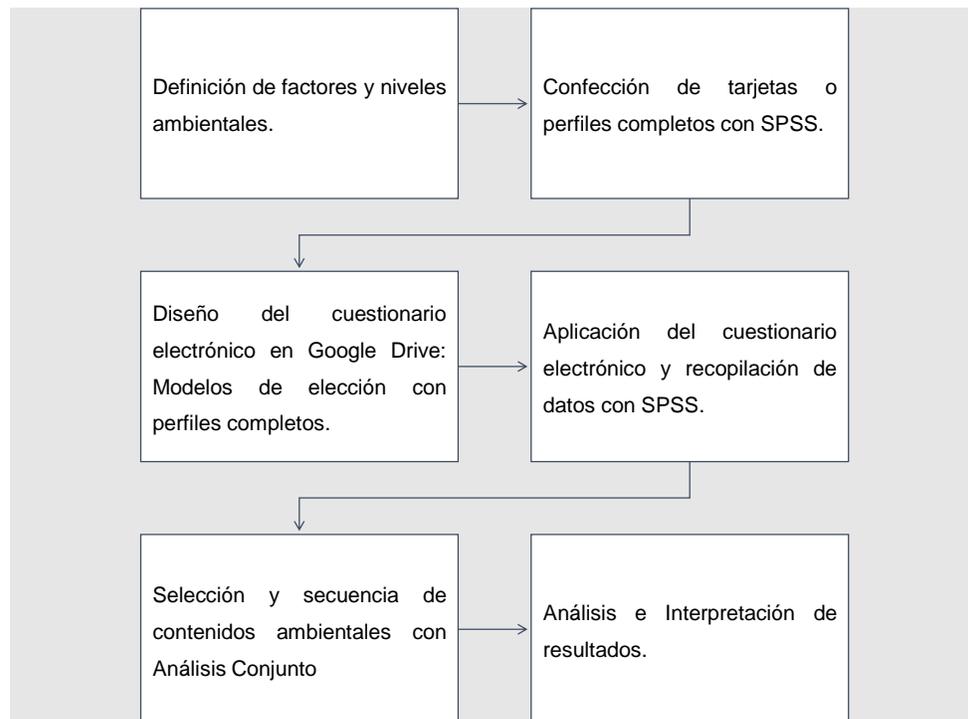
**Figura 6.** Distribución % de docentes participantes por Instituto Tecnológico en la “2da. ronda”.

### 5.3.3 Definición del Perfil Profesional Ambientalmente Responsable (PPAR) del egresado de ICIV

El PPAR se definió a partir del análisis de convergencia de opiniones sobre la elección de los elementos del eje medio ambiente propuestos por los docentes en la fase dos y la consecuente formulación de competencias ambientales.

### 5.3.4 Selección y secuencia de contenidos ambientales mediante modelos de elección con Análisis Conjunto

La selección y secuencia de contenidos ambientales se realizó a través de la técnica estadística multivariante Análisis Conjunto en perfiles completos, capaz de estimar las utilidades o importancias a partir de las preferencias o puntuaciones de cada perfil, siguiendo el proceso mostrado en el diagrama (Figura 7).



**Figura 7.** Proceso del Análisis Conjunto (elaboración propia)

#### 5.3.4.1 Definición de factores (atributos) y niveles ambientales

La definición de atributos y niveles ambientales se presentan en el Cuadro 4.

**Cuadro 4. Factores y niveles ambientales**

<b>Factores o atributos</b>	<b>Niveles</b>
<b>AGUA</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Disponibilidad</li> <li>2. Tipos de contaminantes</li> <li>3. Fuentes de contaminación</li> <li>4. Alternativas de solución de problemas detectados</li> </ol>
<b>AIRE</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Tipos de contaminantes</li> <li>2. Fuentes de contaminación</li> <li>3. Alternativas de solución</li> </ol>
<b>SUELO</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Tipos de contaminantes</li> <li>2. Fuentes de contaminación</li> <li>3. Alternativas de solución</li> </ol>
<b>BIODIVERSIDAD</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Factores que conducen a la pérdida de la biodiversidad</li> <li>2. Alternativas de solución (espacios protegidos o instrumentos financieros: servicios de los ecosistemas,).</li> <li>3. Consecuencias</li> </ol>

### 5.3.4.2. Confección de tarjetas o perfiles completos con SPSS

La manera de seleccionar el número de perfiles a presentar a los docentes de ICIV y expertos en ciencias ambientales, fue mediante el diseño ortogonal del SPSS (Orthogonal Design) el cual genera un plan de efectos principales, a través de este se obtuvieron nueve tarjetas con diferentes combinaciones de atributos y niveles ambientales:

<b>Número de perfil 1</b>				
<b>ID de tarjeta</b>	<b>RECURSO AGUA</b>	<b>RECURSO AIRE</b>	<b>RECURSO SUELO</b>	<b>RECURSO BIODIVERSIDAD</b>
1	Alternativas de solución	Fuentes de contaminación	Alternativas de solución	Factores de la pérdida de biodiversidad

**Número de perfil 2**

ID de tarjeta	RECURSO AGUA	RECURSO AIRE	RECURSO SUELO	RECURSO BIODIVERSIDAD
2	Alternativas de solución	Alternativas de solución	Tipos de contaminantes	Consecuencias

**Número de perfil 3**

ID de tarjeta	RECURSO AGUA	RECURSO AIRE	RECURSO SUELO	RECURSO BIODIVERSIDAD
3	Fuentes de contaminación	Tipos de contaminantes	Alternativas de solución	Consecuencias

**Número de perfil 4**

ID de tarjeta	RECURSO AGUA	RECURSO AIRE	RECURSO SUELO	RECURSO BIODIVERSIDAD
4	Fuentes de contaminación	Alternativas de solución	Fuentes de contaminación	Factores de la pérdida de biodiversidad

**Número de perfil 5**

ID de tarjeta	RECURSO AGUA	RECURSO AIRE	RECURSO SUELO	RECURSO BIODIVERSIDAD
5	Fuentes de contaminación	Fuentes de contaminación	Tipos de contaminantes	Alternativas de solución

**Número de perfil 6**

ID de tarjeta	RECURSO AGUA	RECURSO AIRE	RECURSO SUELO	RECURSO BIODIVERSIDAD
6	Tipos de contaminantes	Alternativas de solución	Alternativas de solución	Alternativas de solución

**Número de perfil 7**

ID de tarjeta	RECURSO AGUA	RECURSO AIRE	RECURSO SUELO	RECURSO BIODIVERSIDAD
7	Tipos de contaminantes	Tipos de contaminantes	Tipos de contaminantes	Factores de la pérdida de biodiversidad

**Número de perfil 8**

ID de tarjeta	RECURSO AGUA	RECURSO AIRE	RECURSO SUELO	RECURSO BIODIVERSIDAD
8	Alternativas de solución	Tipos de contaminantes	Fuentes de contaminación	Alternativas de solución

**Número de perfil 9**

ID de tarjeta	RECURSO AGUA	RECURSO AIRE	RECURSO SUELO	RECURSO BIODIVERSIDAD
9	Tipos de contaminantes	Fuentes de contaminación	Fuentes de contaminación	Consecuencias

Con los perfiles descritos anteriormente, se diseñó el cuestionario electrónico en Google Drive “*Modelos de elección y secuencia de temas para transversalizar el eje medio ambiente*” (Anexo III), donde los docentes de ICIV y expertos en ciencias ambientales participantes, evaluaron el valor o importancia de los contenidos a transversalizar en cada asignatura (Lévy & Varela, 2003).

### **5.3.5 Impregnación de los programas de las asignaturas**

En colaboración con docentes de ICIV del ITChilpancingo y del ITTepic, en esta última fase se impregnaron a manera de ejemplo las asignaturas: Probabilidad y Estadística y Cálculo Diferencial con los contenidos derivados de todos los análisis previos realizados en el proceso metodológico descrito (Anexo IV).

## VI. RESULTADOS

### 6.1 Diagnóstico de ambientalización

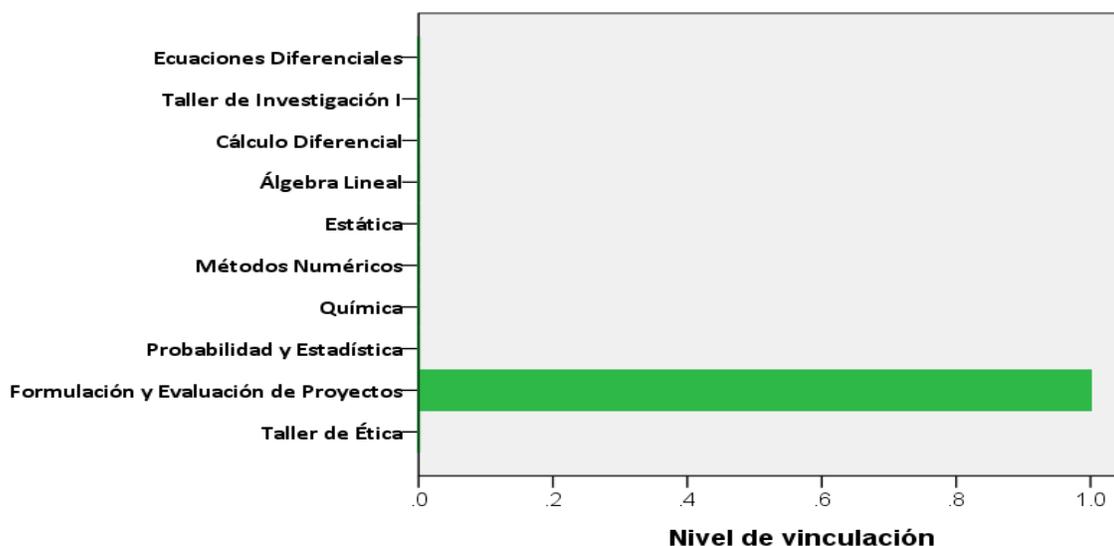
#### 6.1.1 Revisión del Programa Institucional de Innovación y Desarrollo (PIID) 2013-2018 del TecNM

Se analizó el PIID 2013-2018; Objetivo 3: Promover la formación integral de los estudiantes; Estrategia 3.3. Fortalecer la cultura de la prevención, la seguridad, la solaridad y la sustentabilidad; Línea de acción 3.3.4. Fomentar el cuidado sustentable del entorno y emprender acciones que contribuyan a mitigar el cambio climático. El documento carece de indicadores y metas correspondientes.

#### 6.1.2 Evaluación del nivel de ambientalización en las asignaturas

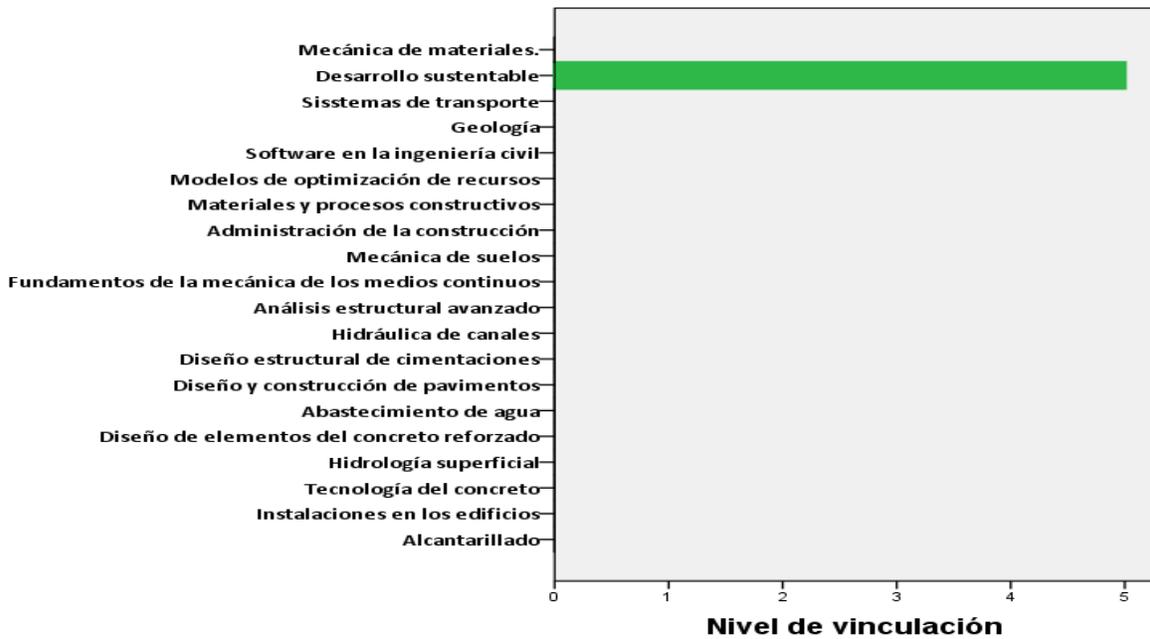
El nivel de vinculación de la presencia del eje medio ambiente en la muestra de las asignaturas del estrato Ciencias Básicas indica que sólo la asignatura “Formulación y Evaluación de Proyectos” está poco vinculada (Figura 8).

Y en el estrato Instrumentales, la asignatura “Desarrollo Sustentable” también está poco vinculada (Figura 9).



36-52 puntos=Muy vinculado, 18-35puntos=Parcialmente vinculado, 1-17puntos=Poco vinculado, 0puntos=No se vincula

**Figura 8.** Asignaturas de ciencias básicas vinculadas con el eje medio ambiente



36-52 puntos=Muy vinculado, 18-35 puntos=Parcialmente vinculado, 1-17 puntos=Poco vinculado, 0 puntos=No se vincula

**Figura 9.** Asignaturas instrumentales vinculadas con el eje medio ambiente

### 6.1.3 Análisis inferencial: intervalos de confianza para una proporción poblacional $P$

Con base en Navidi (2014) se realizó el análisis inferencial.

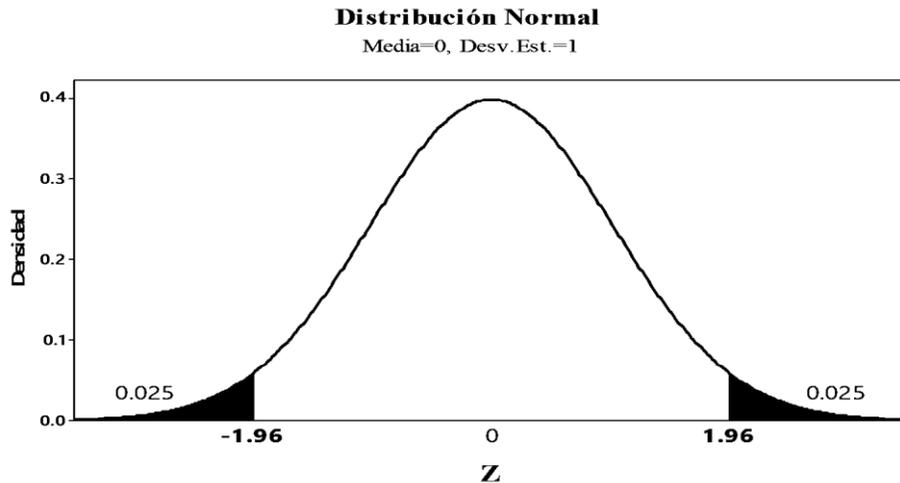
La estimación del intervalo de confianza al 95% de confianza para la proporción poblacional  $P$  = asignaturas poco vinculadas con el eje ambiental (Figura 10).

$\hat{p} = 0.067 = 6.7\%$  proporción muestral “asignaturas poco vinculadas”

$(1 - \hat{p}) = 0.933 = 93.3\%$  proporción muestral “asignaturas desvinculadas”

$\alpha$  (error de estimación) = 0.05       $n = 30$  asignaturas

$Z_{0.05/2}$ (número de desviaciones estándar en la distribución normal) = 1.96



$$0.067 - 1.96 \sqrt{\frac{0.067(1 - 0.067)}{30}} \leq P \leq 0.067 + 1.96 \sqrt{\frac{0.067(1 - 0.067)}{30}}$$

$$0\% \leq P \leq 9.25\%$$

**Figura 10.** Estimación del intervalo al 95% de confianza para la proporción poblacional  $P$

La estimación del intervalo indica que de las 44 asignaturas del plan de estudio de la carrera de ICIV, como máximo 4 (9.25%) de ellas estarían poco vinculadas y 40 totalmente desvinculadas.

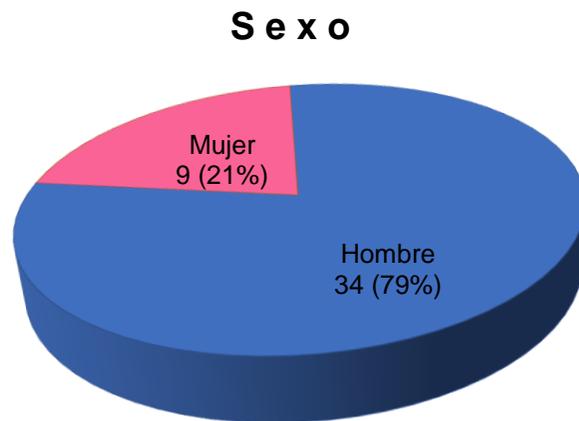
Por tanto, se concluye que los resultados del diagnóstico muestran que el plan de estudio de la carrera de ICIV del TecNM carece de la presencia significativa del eje ambiental.

## 6.2 Identificación de competencias ambientales requeridas en el plan de estudio

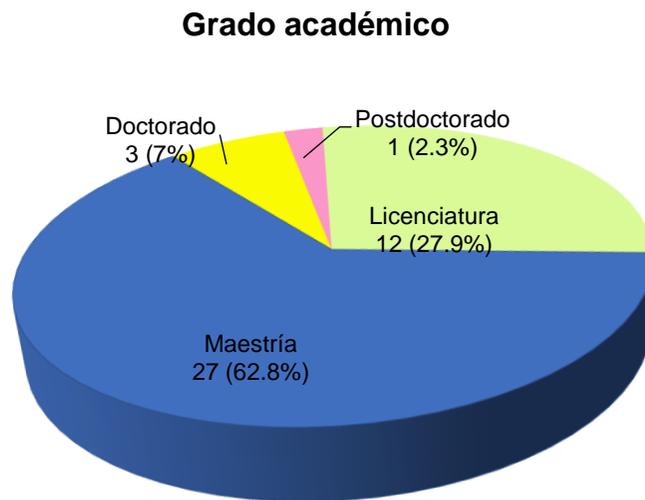
La identificación de competencias tuvo fundamento metodológico en Villagrasa (2015).

### 6.2.1. Análisis descriptivo del cuestionario Delphi “1ra. Ronda”: Variables generales

En esta ronda la participación docente por sexo y grado académico de los 13 IT’s que ofrecen la carrera de ICIV se distribuyó de la siguiente manera (Figura 11 y 12).



*Figura 11. Distribución porcentual de los docentes por sexo.*



*Figura 12. Distribución porcentual de docentes por grado académico*

La totalidad de docentes participantes con distinto perfil profesional, consideran importante que el IC egresado del TecNM debe ser un profesionalista ambientalmente responsable (Figura 13) y (Cuadro 5).

¿Considera importante que el Ingeniero Civil egresado del TecNM, debe ser ambientalmente responsable?



**Figura 13.** Opinión favorable referente al PPAR del Ingeniero Civil .

**Cuadro 5.** Perfil profesional de los participantes en la 1ra. ronda

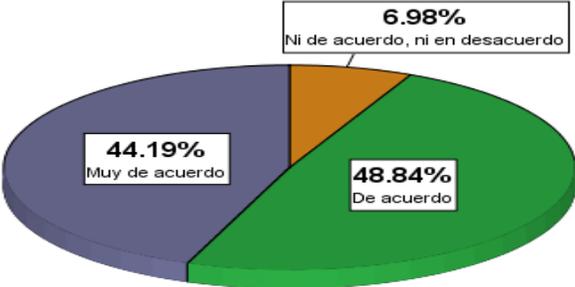
<b>Perfil profesional</b>	<b>Frecuencia</b>
Ingeniero Civil	19
M.C. Matemáticas	1
Arquitecto	1
Investigador.	2
Maestría en Admón. De la construcción	6
Maestría en Desarrollo Regional Sustentable	1
Maestría en ciencias de la Ing. Civil.	2
Doctorado en materiales con enfoque en fisicoquímica teórica	1
Ingeniería Ambiental	1
Geólogo	1
Perito en estructuras de acero y mecánica de suelos	1
Lic. En Matemáticas	1
Maestría en Ingeniería Ambiental	2
Maestría en Ciencias Computacionales	1
Maestría en Estructuras de acero	1
Ingeniero arquitecto	1
Maestría en Hidráulica	1

Para inducir y conocer el grado de opinión de los participantes en esta 1ra. Ronda sobre algunos posibles elementos de la competencia de eje medio ambiente, se les pidió que respondieran los ítems que aparecen a continuación. Las opciones de

respuesta corresponden a una escala Likert (1=Muy en desacuerdo, 2=En desacuerdo, 3=Ni de acuerdo, ni en desacuerdo, 4=De acuerdo y 5= Muy de acuerdo).

La distribución % de la opinión del elemento “CONOCIMIENTO” se observa en las Figuras 14, 15, 16 y 17.

CONOCIMIENTO A: Considera pertinente que el egresado conozca los fundamentos y conceptos básicos sobre la biodiversidad (interrelación del aire, agua, suelo, flora, fauna silvestre y ecosistemas).



**Figura 14.** Distribución % de las opiniones “CONOCIMIENTO A”

CONOCIMIENTO B: Considera pertinente que el egresado, conozca la normatividad ambiental en la proyección y ejecución de las obras civiles.



**Figura 15.** Distribución % de las opiniones “CONOCIMIENTO B”

CONOCIMIENTO C: Considera pertinente que el egresado, conozca la metodología para evaluar el impacto ambiental en la proyección y ejecución de las obras civiles.

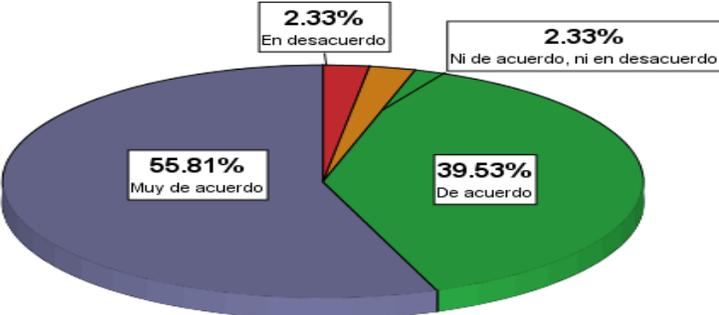


Figura 16. Distribución % de las opiniones del "CONOCIMIENTO C"

CONOCIMIENTO D: Considera pertinente que el egresado, conozca la metodología para evaluar el impacto ambiental en la proyección y ejecución de las obras civiles.

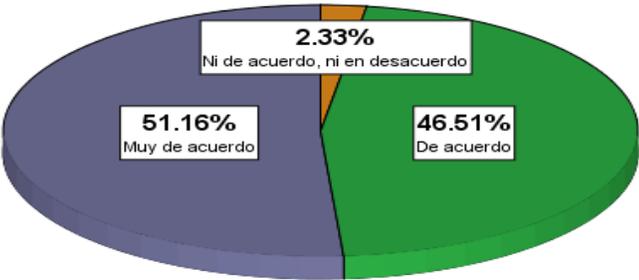
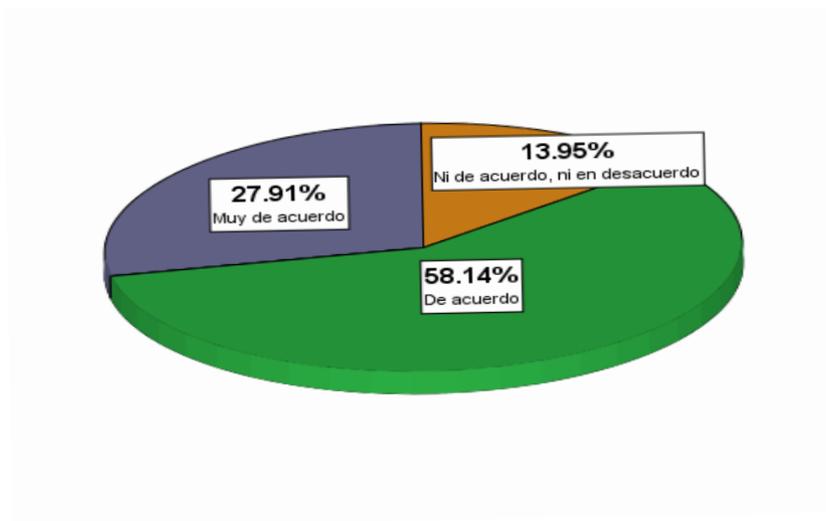


Figura 17. Distribución % de las opiniones "CONOCIMIENTO D"

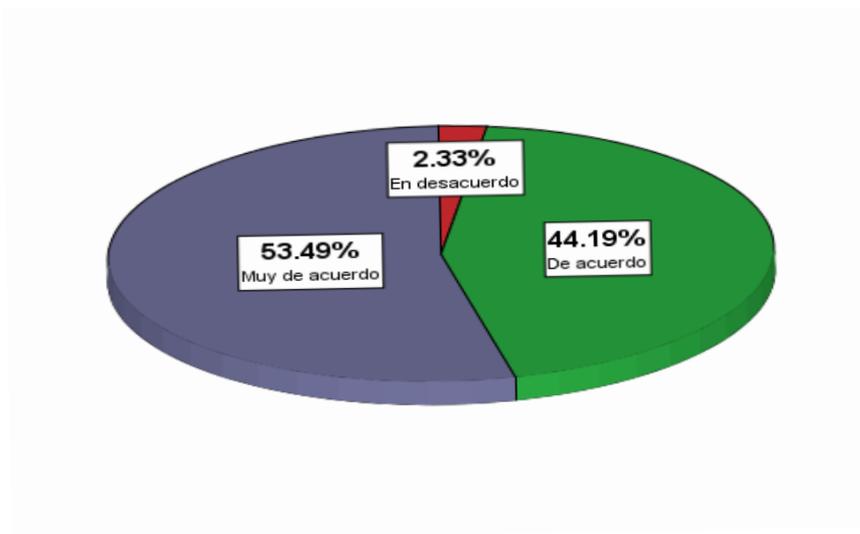
La distribución % de la opinión del elemento "HABILIDAD" se observa en las Figuras 18, 19, 20 y 21.

HABILIDAD A: Considera pertinente que el egresado tenga la capacidad de distinguir los factores determinantes de la biodiversidad en su entorno profesional.



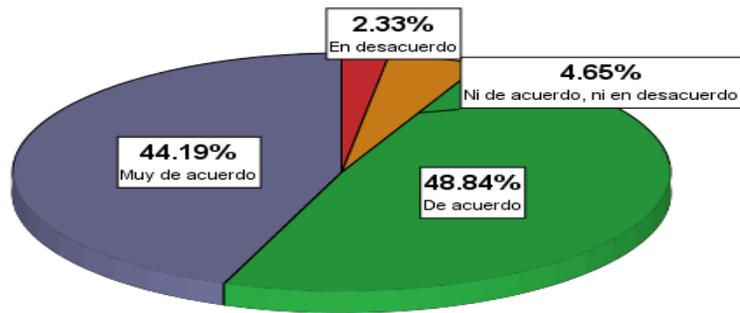
**Figura 18.** Distribución % de las opiniones “HABILIDAD A”

HABILIDAD B: Considera pertinente que el egresado tenga la capacidad para aplicar la normatividad ambiental en la proyección y ejecución de las obras civiles.



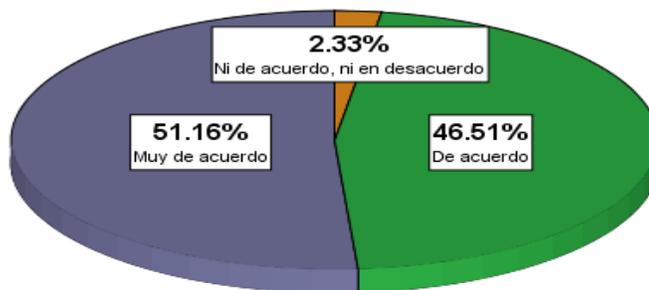
**Figura 19.** Distribución % de las opiniones “HABILIDAD B”

HABILIDAD C: Considera pertinente que el egresado tenga la capacidad de aplicar la metodología para evaluar el impacto ambiental en la proyección y ejecución de las obras civiles.



**Figura 20.** Distribución % de las opiniones “HABILIDAD C”

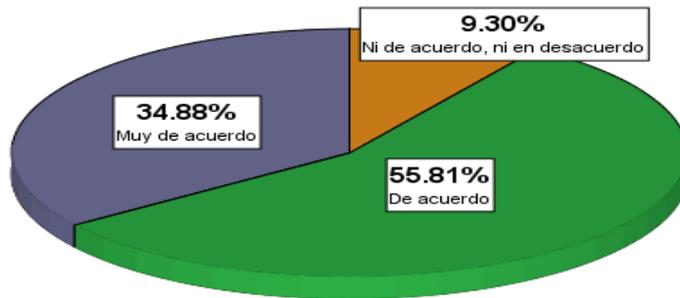
HABILIDAD D: Considera pertinente que el egresado tenga la capacidad de proponer soluciones que contribuyan a la conservación del medio ambiente, en la proyección y ejecución de obras civiles.



**Figura 21.** Distribución % de las opiniones “HABILIDAD D”

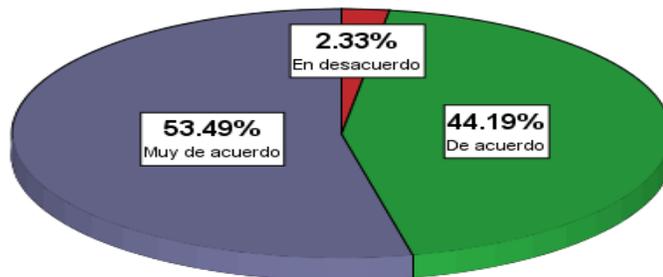
La distribución % de la opinión del elemento “ACTITUD” se observa en las Figuras 22, 23, 24 y 25.

ACTITUD A: Considera pertinente que el egresado valore la importancia de la biodiversidad.



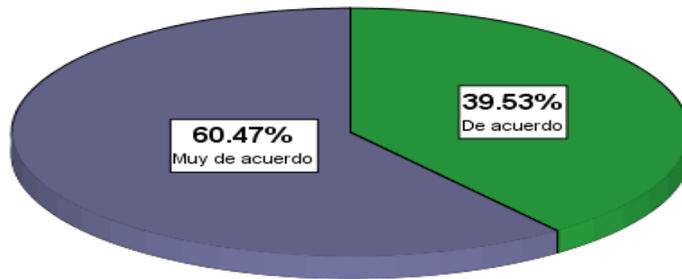
**Figura 22.** Distribución % de las opiniones "ACTITUD A"

ACTITUD B: Considera pertinente que el egresado actúe responsablemente en la aplicación de la normatividad ambiental en la proyección y ejecución de las obras civiles.



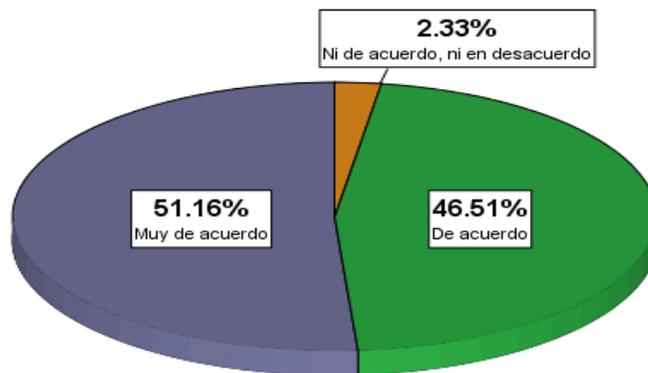
**Figura 23.** Distribución % de las opiniones "ACTITUD B"

ACTITUD C: Considera pertinente que el egresado actúe con ética y profesionalismo en la aplicación de la metodología para evaluar el impacto ambiental, en la proyección y ejecución de obras civiles.



**Figura 24.** Distribución % de las opiniones “ACTITUD C”

ACTITUD D: Considera pertinente que el egresado desarrolle una cultura de responsabilidad en la búsqueda de alternativas de la solución de los problemas ambientales.

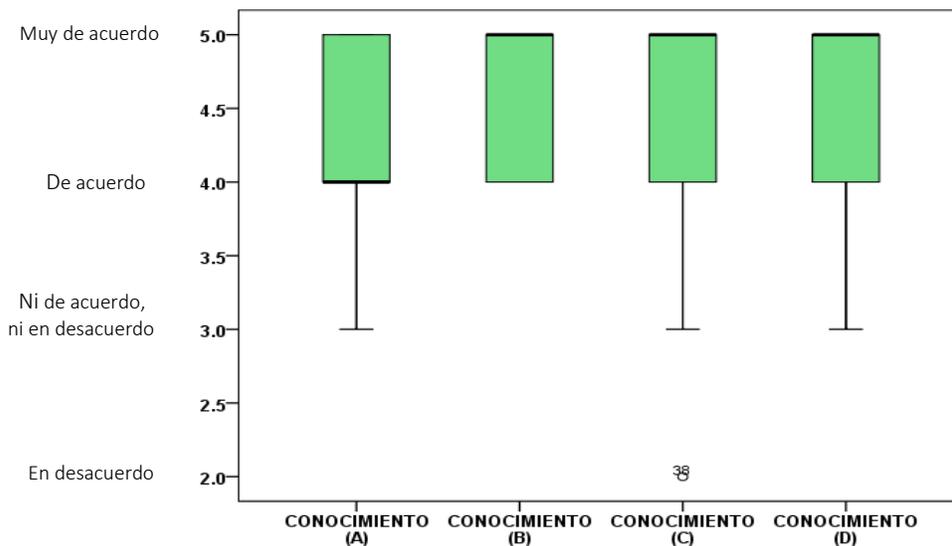


**Figura 25.** Distribución % de las opiniones “ACTITUD D”

### 6.2.2. Análisis de convergencia mediante cuartiles ( $Q_n$ ) para los elementos de la competencia del eje medio ambiente “1ra. Ronda”

La convergencia de opiniones del elemento “CONOCIMIENTO” se observa en la Figura 26 y en el Cuadro 6, estos indicaron que:

- El 25% de los participantes opinan que no están “ni de acuerdo, ni en desacuerdo” que los conocimientos A, C y D se incorporen en el perfil del egresado.
- El 75% de los participantes opinan que están “de acuerdo” y “muy de acuerdo” que los conocimientos A (*conozca los fundamentos y conceptos básicos sobre la biodiversidad (interrelación del aire, agua, suelo, flora, fauna silvestre y ecosistemas)*), C (*conozca la metodología para evaluar el impacto ambiental en la proyección y ejecución de las obras civiles*) y D (*conozca la metodología para evaluar el impacto ambiental en la proyección y ejecución de las obras civiles*) se incorporen en el perfil del egresado.
- El 100% de los participantes opinan que están “de acuerdo” y “muy de acuerdo” que el conocimiento B (*conozca la normatividad ambiental en la proyección y ejecución de las obras civiles*) se incorpore en el perfil del egresado.



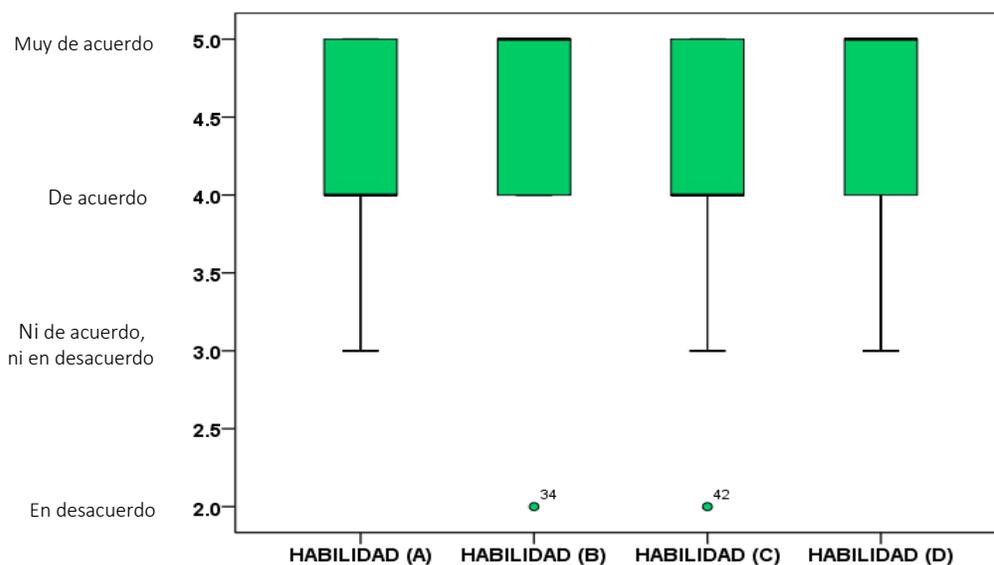
**Figura 26.** Convergencia de opiniones “Conocimiento del eje medio ambiente”

**Cuadro 6.** Conocimiento del eje medio ambiente

		CONOCIMIENTO	CONOCIMIENTO	CONOCIMIENTO	CONOCIMIENTO
		(A)	(B)	(C)	(D)
<b>n</b>	Válidos	43	43	43	43
Cuartiles	<b>Q<sub>1</sub>=25</b>	4.0	4.0	4.0	4.0
	<b>Q<sub>2</sub>=50</b>	4.0	5.0	5.0	5.0
	<b>Q<sub>3</sub>=75</b>	5.0	5.0	5.0	5.0

La convergencia de opiniones del elemento “HABILIDAD” se observa en la Figura 27) y en el Cuadro 7, éstos, indican que:

- El 25% de los participantes opinan que no están “ni de acuerdo, ni en desacuerdo” que las habilidades A, C y D se incorporen en el perfil del egresado.
- El 75% de los participantes opinan que están “de acuerdo” y “muy de acuerdo” que las habilidades A (*tenga la capacidad de distinguir los factores determinantes de la biodiversidad en su entorno profesional*), C (*tenga la capacidad de aplicar la metodología para evaluar el impacto ambiental en la proyección y ejecución de las obras civiles*) y D (*tenga la capacidad de proponer soluciones que contribuyan a la conservación del medio ambiente, en la proyección y ejecución de obras civiles*) se incorporen en el perfil del egresado.
- El 100% de los participantes opinan que están “de acuerdo” y “muy de acuerdo” que la habilidad B (*tenga la capacidad para aplicar la normatividad ambiental en la proyección y ejecución de las obras civiles*) se incorpore en el perfil del egresado.



**Figura 27.** Convergencia de opiniones “Habilidades del eje medio ambiente”

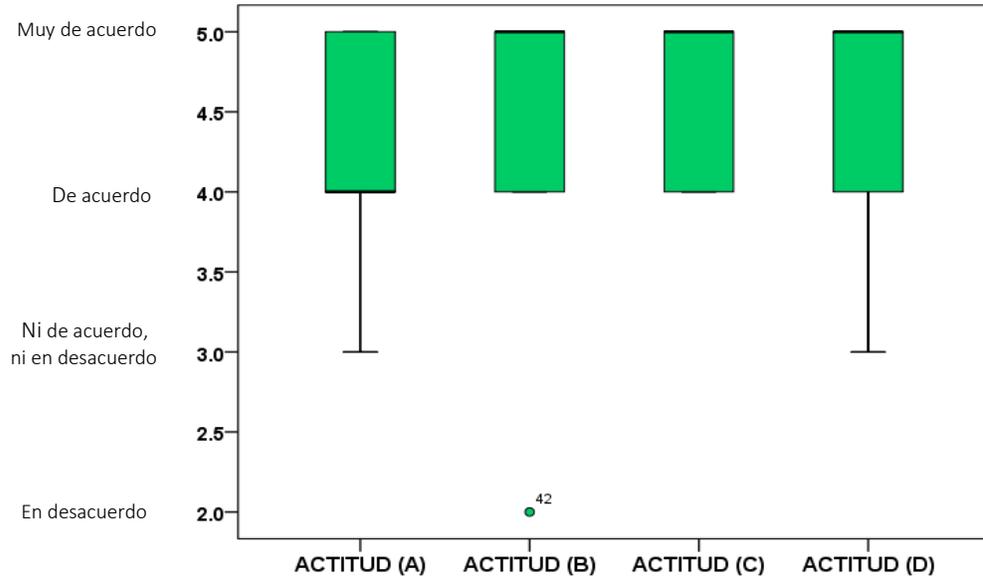
**Cuadro 7.** Habilidades del eje medio ambiente

		HABILIDAD	HABILIDAD	HABILIDAD	HABILIDAD
		(A)	(B)	(C)	(D)
<b>n</b>	Válidos	43	43	43	43
Cuartiles	<b>Q<sub>1</sub>=25</b>	4.0	4.0	4.0	4.0
	<b>Q<sub>2</sub>=50</b>	4.0	5.0	4.0	5.0
	<b>Q<sub>3</sub>=75</b>	5.0	5.0	5.0	5.0

La convergencia de opiniones del elemento “ACTITUD” en la Figura 28 y Cuadro 8, indicaron que:

- El 25% de los participantes opinan que no están “ni de acuerdo, ni en desacuerdo” que las actitudes A y D se incorporen en el perfil del egresado.
- El 75% de los participantes opinan que están “de acuerdo” y “muy de acuerdo” que las habilidades A (*valore la importancia de la Biodiversidad*) y D (*desarrolle una cultura de responsabilidad en la búsqueda de alternativas de la solución de los problemas ambientales*) se incorporen en el perfil del egresado.
- El 100% de los participantes opinan que están “de acuerdo” y “muy de acuerdo” que las actitudes B (*actúe responsablemente en la aplicación de la normatividad*

ambiental en la proyección y ejecución de las obras civiles) y C (actúe con ética y profesionalismo en la aplicación de la metodología para evaluar el impacto ambiental, en la proyección y ejecución de obras civiles) se incorpore en el perfil del egresado.



**Figura 28.** Convergencia de opiniones “Actitudes del eje medio ambiente”

**Cuadro 8.** Actitudes del eje medio ambiente

		ACTITUD (A)	ACTITUD (B)	ACTITUD (C)	ACTITUD (D)
<b>n</b>	Válidos	43	43	43	43
Cuartiles	<b>Q<sub>1</sub>=25</b>	4.0	4.0	4.0	4.0
	<b>Q<sub>2</sub>=50</b>	4.0	5.0	5.0	5.0
	<b>Q<sub>3</sub>=75</b>	5.0	5.0	5.0	5.0

Los docentes que participaron respondiendo el *cuestionario Delphi-electrónico “1ra. Ronda”* coinciden que son relevantes once elementos del eje medio ambiente donde cada uno de los cuales incluyen conocimientos, habilidades, actitudes y valores (Cuadro 9).

**Cuadro 9. Elementos del eje medio ambiente propuestos en la 1ra. Ronda**

---

<b>Conocimientos</b>
(A): Identifica las características de las materias primas usadas en la construcción de obras civiles y su efecto sobre el medio ambiente del entorno de intervención.
(B): Reconoce los elementos de la transversalidad de proyectos de construcción con la economía ambiental.
(C): Propone estrategias de sustentabilidad en la construcción.
(D): Analiza las causas y consecuencias del deterioro ambiental.
(E): Reconoce los elementos para el diseño y construcción.
(F): Identifica la infraestructura para el manejo de residuos y desechos.
(G): Identifica los tratamientos de aguas residuales.
(H): Identifica los elementos de la Biorremediación de aguas y suelos.
(I): Identifica las técnicas para el manejo de residuos peligrosos y no peligrosos.
(J): Identifica los métodos para valorar el impacto ambiental.
(K): Determina los elementos para elaborar una manifestación de impacto ambiental y valorar los riesgos de impacto ambiental.

---

<b>Habilidades</b>
(A): Aplica la normatividad en materia ambiental relacionada con la ejecución de obras civiles.
(B): Utiliza la transversalidad referente a aspectos económicos, propone medidas para la reducción de efectos negativos al ambiente y mejorar el valor total de la obra.
(C): Utiliza las estrategias de sustentabilidad en la construcción.
(D): Diseña proyectos de obras civiles destinadas a solucionar la problemática ambiental (agua, agua residual, residuos peligrosos y no peligrosos).
(E): Es capaz de sensibilizar a través de talleres a la sociedad, sobre el beneficio de usar energías limpias (renovables).
(F): Es capaz para el manejo, disposición y/o reciclado adecuado de residuos y desechos.
(G): Diseña proyectos de obras civiles enfocadas a solucionar problemas ambientales relacionados con el agua y agua residual.
(H): Emplea ecotecnias en la Biorremediación de aguas y suelos.
(I): Realiza proyectos de obras civiles para solucionar problemas ambientales relacionados con residuos peligrosos y no peligrosos.
(J): Aplica la matriz de Leopold en la evaluación del impacto ambiental.
(K): Elabora un MIA y valora un RIA.

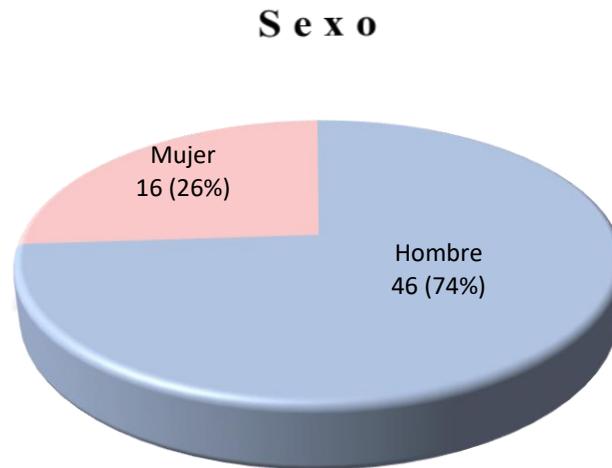
---

<b>Actitudes y valores</b>
(A): Actúa con ética y honestidad con respecto a la observancia de la normatividad ambiental.
(B): Actúa con compromiso, conciencia ecológica y ética profesional.
(C): Trabaja con responsabilidad y ética ambiental.
(D): Actúa con respeto hacia el medio ambiente y valora que toda obra civil debe contribuir al bienestar de toda la sociedad y no solamente al cliente (individuo o grupo).
(E): Es líder para trabajar de manera integral con otros profesionistas, trabajadores y la sociedad en la búsqueda de soluciones a diferentes problemas.
(F): Trabaja con responsabilidad ambiental en el manejo de residuos y desechos.
(G): Es consciente, empático y sensible.
(H): Tiene interés en su entorno y su comunidad.
(I): Toma decisiones con responsabilidad ambiental en el manejo de residuos peligrosos y no peligrosos.
(J): Es responsable, analítico y ético.
(K): Actúa con ética y profesionalismo.

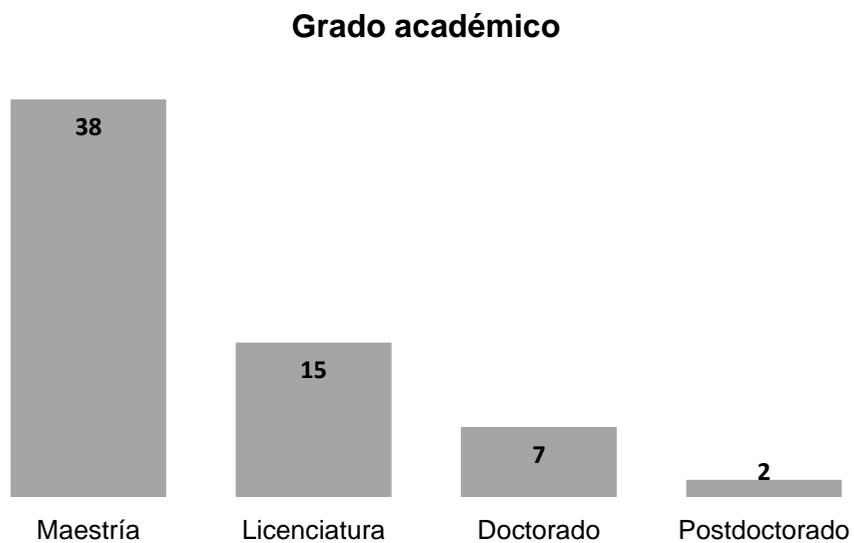
---

### 6.2.3. Análisis descriptivo del cuestionario Delphi-electrónico “2da. Ronda”: Variables generales

En esta segunda ronda participaron 62 docentes de 23 IT's, distribuidos por sexo y grado académico (Figura 29 y Figura 30).



*Figura 29. Distribución % de los docentes por sexo.*



*Figura 30. Distribución de docentes por grado académico*

#### 6.2.4. Análisis de convergencia de opiniones del cuestionario Delphi “2da. Ronda”

A partir de las propuestas descritas en el Cuadro 9, se solicitó en una “segunda ronda” a los docentes de ICIV de los IT’s participantes, seleccionar cinco elementos del eje medio ambiente, que definirían las competencias que derivarán en el PPAR de esta carrera.

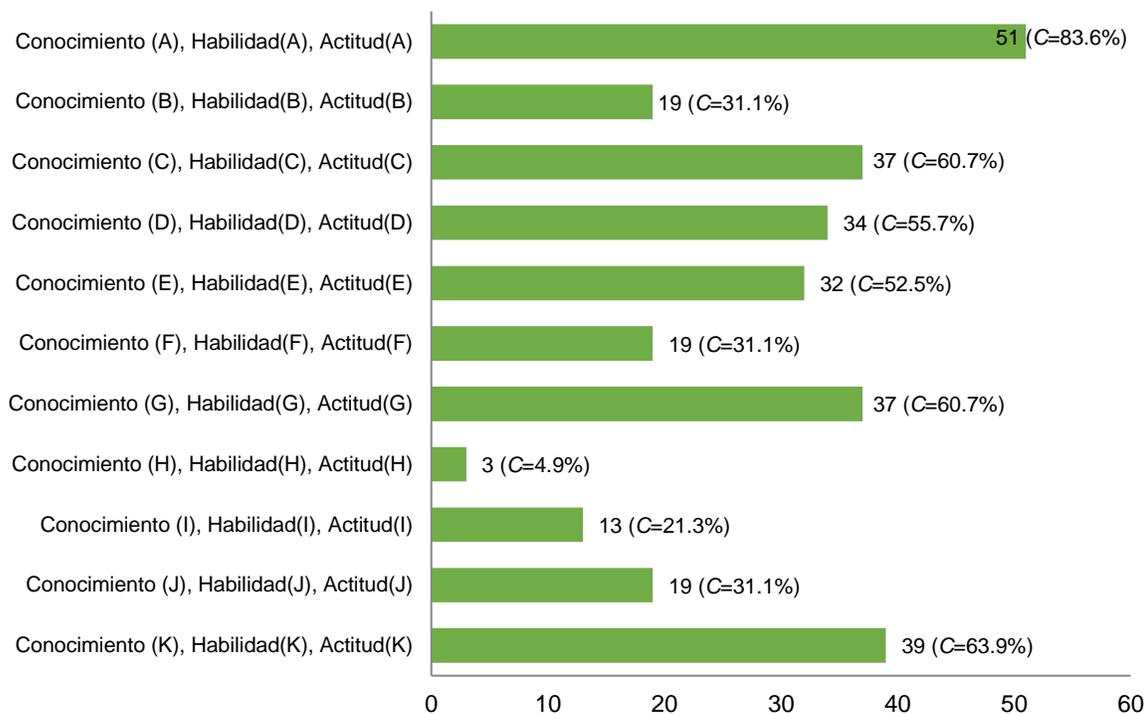
A través del coeficiente Delphi (**C**) calculado de la ecuación (4):

$$C = 1 - \frac{V_n}{V_k} * 100 \quad (4)$$

En donde **C** es la concordancia expresada en porcentaje,  $V_n$ , el número de expertos en contra del criterio y  $V_k$  el número total de expertos. Las opiniones fueron convergentes en el siguiente resultado (Cuadro 10) y (Figura 31).

**Cuadro 10.** Propuestas con mayor concordancia en la 2da. Ronda

<b>Conocimientos</b>	<b>Coeficiente Delphi “C”</b>
(A): Identifica las características de las materias primas usadas en la construcción de obras civiles y su efecto sobre el medio ambiente del entorno de intervención.	C = 83.6%
(K): Determina los elementos para elaborar una manifestación de impacto ambiental y valorar los riesgos de impacto ambiental.	C = 63.9%
(C): Propone estrategias de sustentabilidad en la construcción.	C = 60.7%
(G): Identifica los tratamientos de aguas residuales.	C = 60.7%
(D): Analiza causas y consecuencias del deterioro ambiental.	C = 55.7%
<b>Habilidades</b>	<b>Coeficiente Delphi “C”</b>
(A): Aplica la normatividad en materia ambiental relacionada con la ejecución de obras civiles.	C = 83.6%
(K): Elabora un MIA y valora un RIA.	C = 63.9%
(C): Utiliza las estrategias de sustentabilidad en la construcción.	C = 60.7%
(G): Diseña proyectos de obras civiles enfocadas a solucionar problemas ambientales relacionados con el agua y agua residual.	C = 60.7%
(D): Diseña proyectos de obras civiles destinadas a solucionar la problemática ambiental (agua, agua residual, residuos peligrosos y no peligrosos).	C = 55.7%
<b>Actitudes y valores</b>	<b>Coeficiente Delphi “C”</b>
(A): Actúa con ética y honestidad con respecto a la observancia de la normatividad ambiental.	C = 83.6%
(K): Actúa con ética y profesionalismo.	C = 63.9%
(C): Trabaja con responsabilidad y ética ambiental.	C = 60.7%
(G): Es consciente, empático y sensible.	C = 60.7%
(D): Actúa con respeto hacia el medio ambiente y valora que toda obra civil debe contribuir al bienestar de toda la sociedad y no solamente al cliente (individuo o grupo).	C = 55.7%



**Figura 31.** Convergencia de opiniones en Delphi 2da. Ronda.

### 6.3. Definición del PPAR del egresado de ICIV del TecNM

Las competencias ambientales de los profesionales graduados de la carrera de ICIV, se definieron con base en los resultados obtenidos de la aplicación del método Delphi y del análisis realizado de la Misión, Visión y Valores del TecNM:

#### **Conocimientos**

- Identifica las características de las materias primas usadas en la construcción de obras civiles y su efecto sobre el medio ambiente del entorno de intervención.
- Determina los elementos para elaborar una manifestación de impacto ambiental y valorar los riesgos de impacto ambiental.
- Propone estrategias de sustentabilidad en la construcción.
- Identifica los tratamientos de aguas residuales.
- Analiza causas y consecuencias del deterioro ambiental.

### **Habilidades**

- Aplica la normatividad en materia ambiental relacionada con la ejecución de obras civiles.
- Elabora un MIA y valora un RIA.
- Utiliza las estrategias de sustentabilidad en la construcción.
- Diseña proyectos de obras civiles enfocadas a solucionar problemas ambientales relacionados con el agua y agua residual.
- Diseña proyectos de obras civiles destinadas a solucionar la problemática ambiental (agua, agua residual, residuos peligrosos y no peligrosos).

### **Actitudes y valores**

- Actúa con ética y honestidad con respecto a la observancia de la normatividad ambiental.
- Actúa con ética y profesionalismo.
- Trabaja con responsabilidad y ética ambiental.
- Es consciente, empático y sensible.
- Actúa con respeto hacia el medio ambiente y valora que toda obra civil debe contribuir al bienestar de toda la sociedad y no solamente al cliente (individuo o grupo).

Reflejando las competencias ambientales identificadas, se proponen el objetivo y PPAR (Cuadro 11) siguientes:

### **Objetivo general del programa académico de ICIV del TecNM**

- Formar ingenieros civiles de manera integral, con visión humana, analítica, creativa, y emprendedora, capaces de identificar y resolver problemas con eficiencia, eficacia y pertinencia, mediante la planeación, diseño, construcción, operación y conservación de obras de infraestructura, en el marco de la globalización, la sustentabilidad y la calidad, contribuyendo al desarrollo de la sociedad.

**Cuadro 11.** Perfil Profesional Ambientalmente Responsable (PPAR)

<b>Características de un PPAR</b>	<b>Elementos de la competencia ambiental</b>
1. Mostrar un comportamiento como agente activo en la creación y actuación de una conciencia con sentido humano, sustentable basada en valores en el ejercicio de sus actividades profesionales.	<ul style="list-style-type: none"><li>• El saber ser y los valores</li></ul>
2. Realizar la planificación, proyección, diseño, construcción, operación y conservación de obras hidráulicas y sanitarias; sistemas estructurales; vías terrestres; edificación y obras de infraestructura urbana e industrial, cumpliendo con la normatividad en materia ambiental.	<ul style="list-style-type: none"><li>• El saber hacer y valor responsabilidad ambiental</li></ul>
3. Liderar equipos técnicos para determinar la factibilidad ambiental, económica, técnica, normativa, administrativa y financiera de los proyectos de obras civiles.	<ul style="list-style-type: none"><li>• El saber ser</li></ul>
4. Realizar proyectos de investigación y desarrollo tecnológico en el ámbito de la Ingeniería Civil, que permitan encontrar tecnologías factibles y sustentables.	<ul style="list-style-type: none"><li>• El saber hacer</li></ul>
5. Integrar nuevas tecnologías en los estudios, proyectos y construcción de obras civiles, aplicando métodos científicos.	<ul style="list-style-type: none"><li>• El saber hacer</li></ul>
6. Hacer uso efectivo y sostenido de los recursos en los procesos constructivos de obras civiles.	<ul style="list-style-type: none"><li>• El saber hacer</li></ul>
7. Usar técnicas de control de calidad integral y sustentable en los materiales y procesos constructivos.	<ul style="list-style-type: none"><li>• El saber hacer</li></ul>
8. Utilizar las Tecnologías de la Información y Comunicación para el planteamiento de soluciones integrales.	<ul style="list-style-type: none"><li>• El saber hacer</li></ul>
9. Empezar proyectos productivos y sociales pertinentes con una perspectiva de sentido humano, sustentable y fincado en valores.	<ul style="list-style-type: none"><li>• El saber hacer</li></ul>

#### **6.4. Selección y secuencia de contenidos ambientales**

La selección y secuencia de contenidos ambientales: agua, aire, suelo y biodiversidad derivó de los resultados del cuestionario electrónico: “modelos de elección y secuencia de temas para transversalizar el eje medio ambiente”, donde los docentes de ICIV y expertos en ciencias ambientales participantes, evaluaron el valor o importancia de los contenidos a transversalizar en cada asignatura.

### 6.4.1 Análisis del cuestionario: modelos de elección y secuencia de temas ambientales con SPSS

- De los 28 IT's seleccionados aleatoriamente participaron 21 IT's con 65 docentes de la carrera de Ingeniería Civil y 8 expertos en Ciencias Ambientales de la UCDR de la Universidad Autónoma de Guerrero (Figuras 32 y 33).

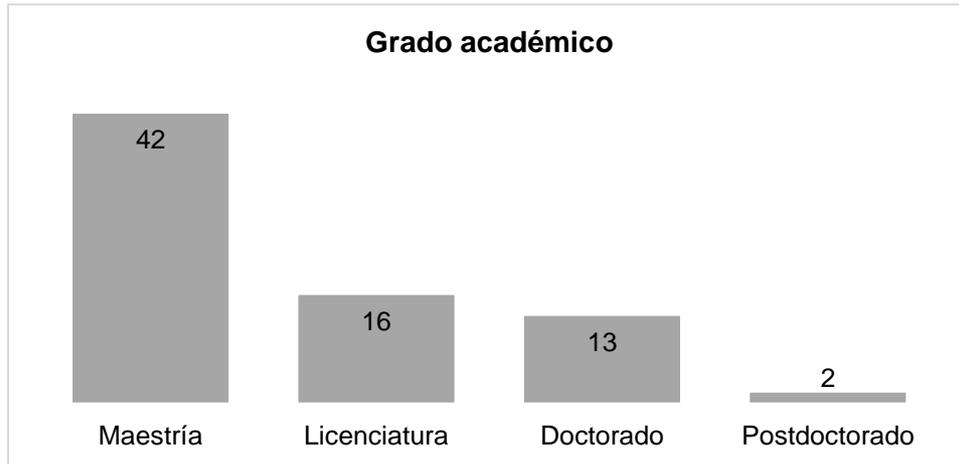


Figura 32. Distribución de docentes por grado académico

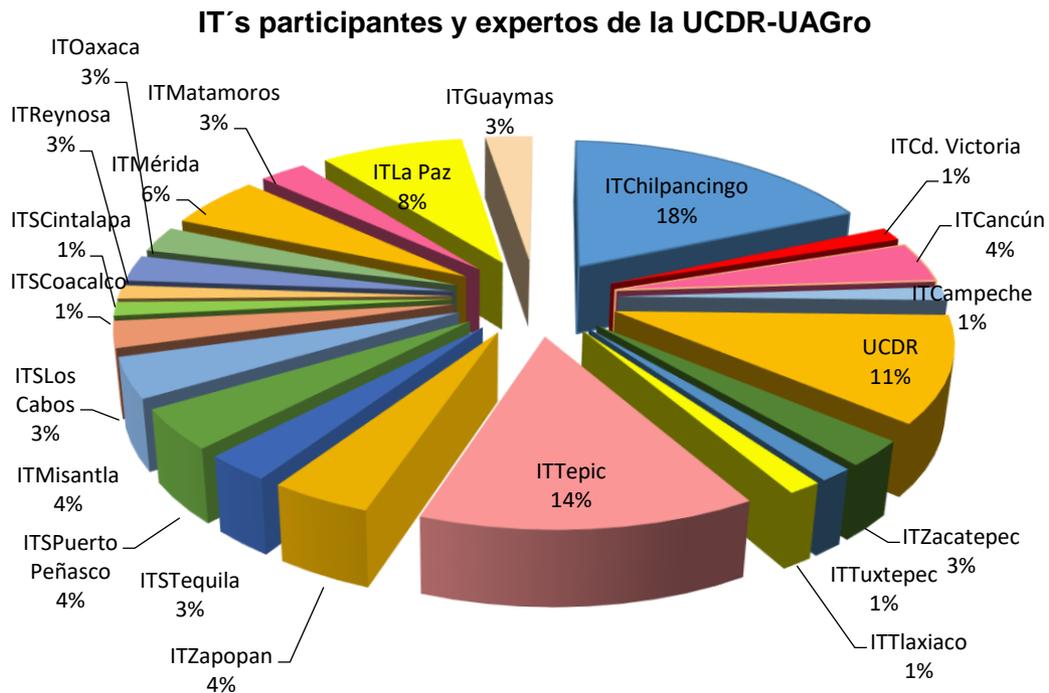
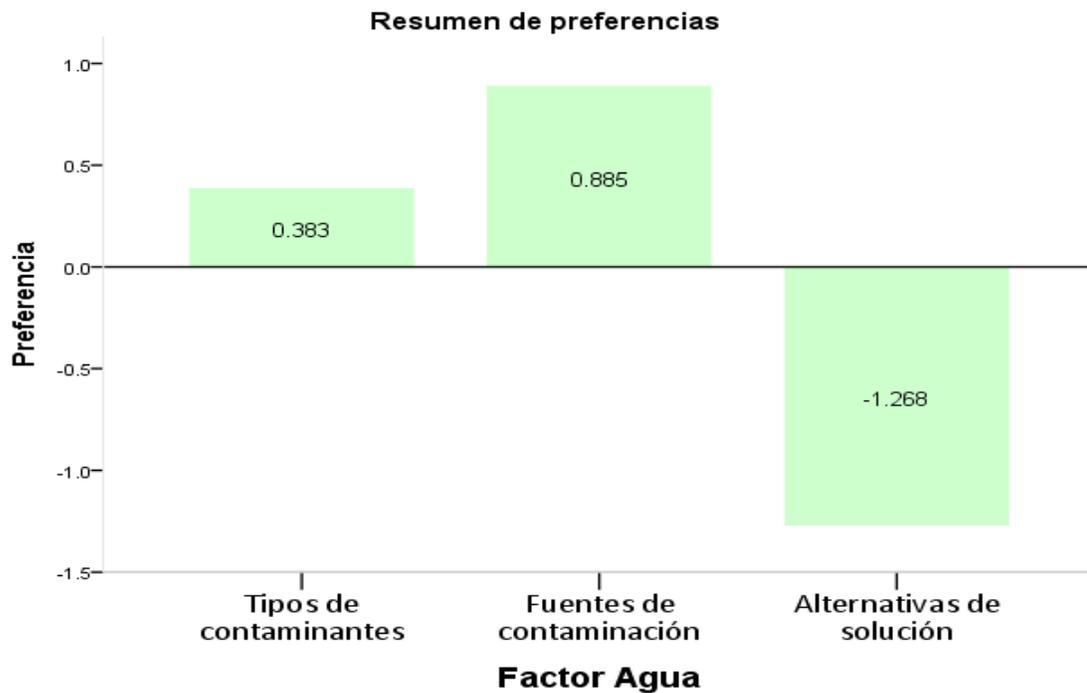


Figura 33. Distribución % de docentes y expertos participantes

#### 6.4.2 Identificación de contenidos ambientales: Análisis por factor o atributo

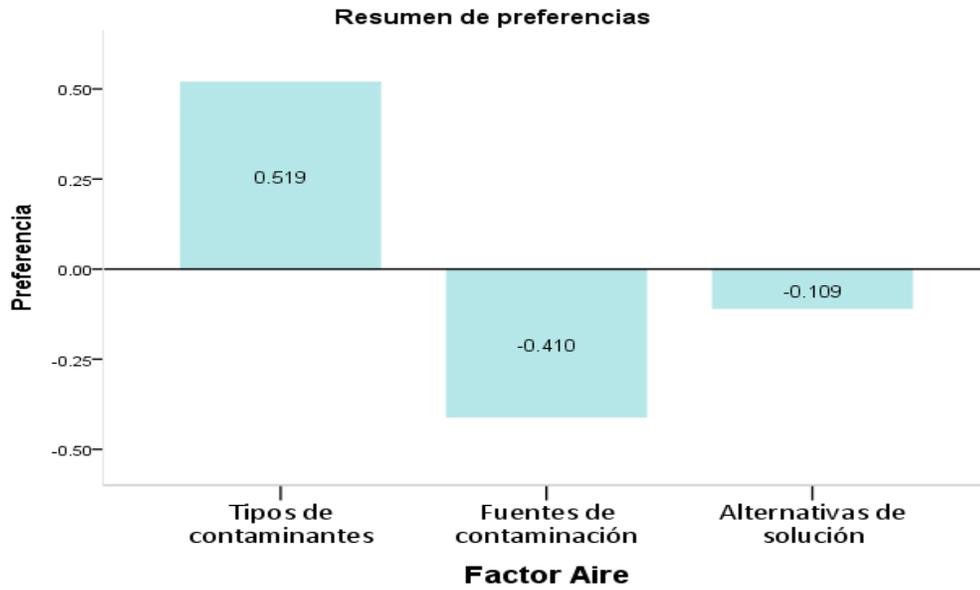
Este análisis muestra el resumen de preferencias por niveles en cada atributo elegidos por los docentes y expertos participantes.

- Caso del **factor agua** señala las preferencias expresadas en los distintos niveles, lo que indica que la mayor preferencia, se refiere al nivel “**fuentes de contaminación**”, seguida de tipos de contaminantes (Figura 34) y (Cuadro 12).



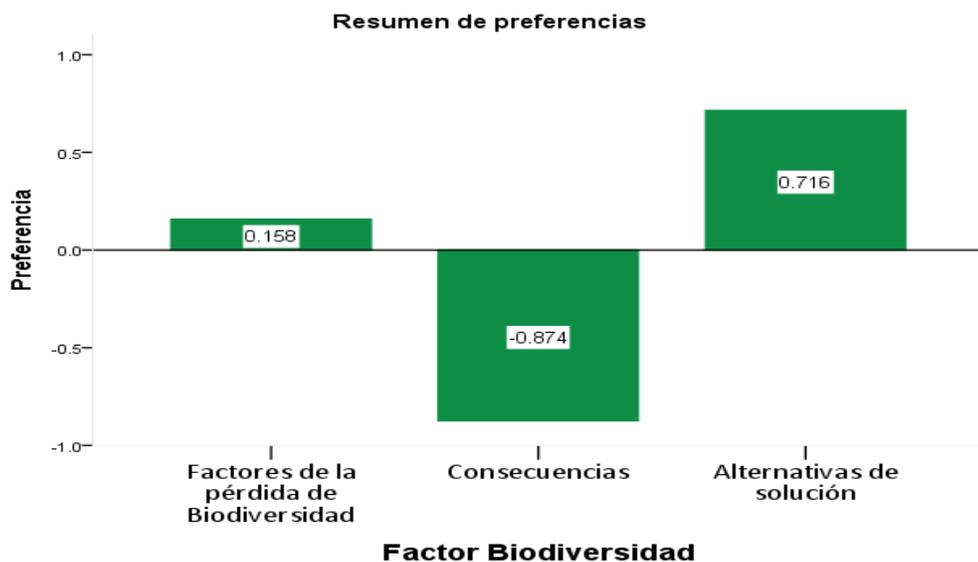
*Figura 34. Niveles preferidos para el factor Agua*

- En el **factor aire** la preferencia se inclina por el nivel “tipos de contaminantes” (Figura 35) y (Cuadro 12).



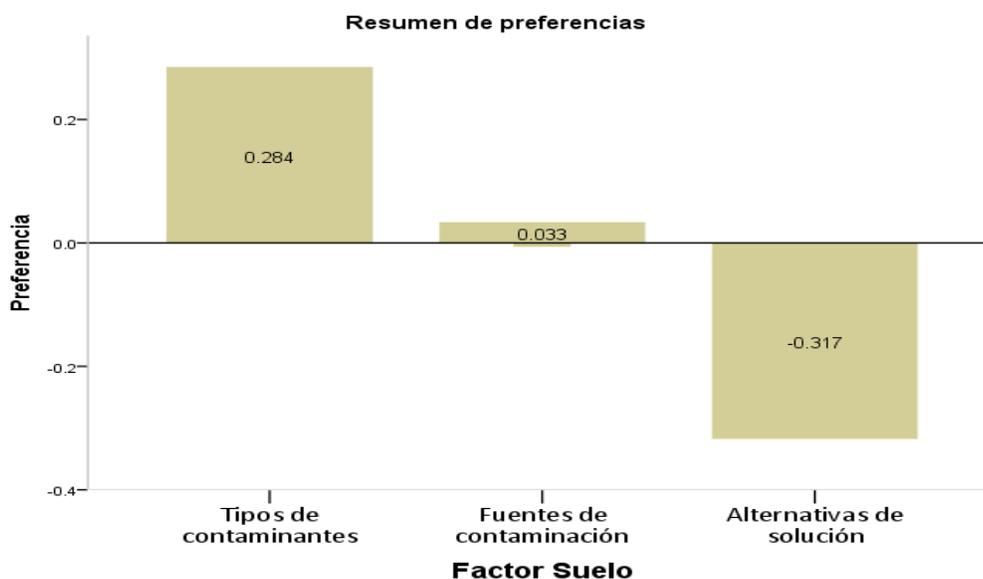
**Figura 35.** Niveles preferidos para el factor Aire

- En el **factor biodiversidad** la preferencia más alta es el nivel “alternativas de solución” (Figura 36) y (Cuadro 12).



**Figura 36.** Niveles preferidos para el factor Biodiversidad

- En el **factor suelo** la preferencia es el nivel “tipos de contaminantes” (Figura 37) y (Cuadro 12).

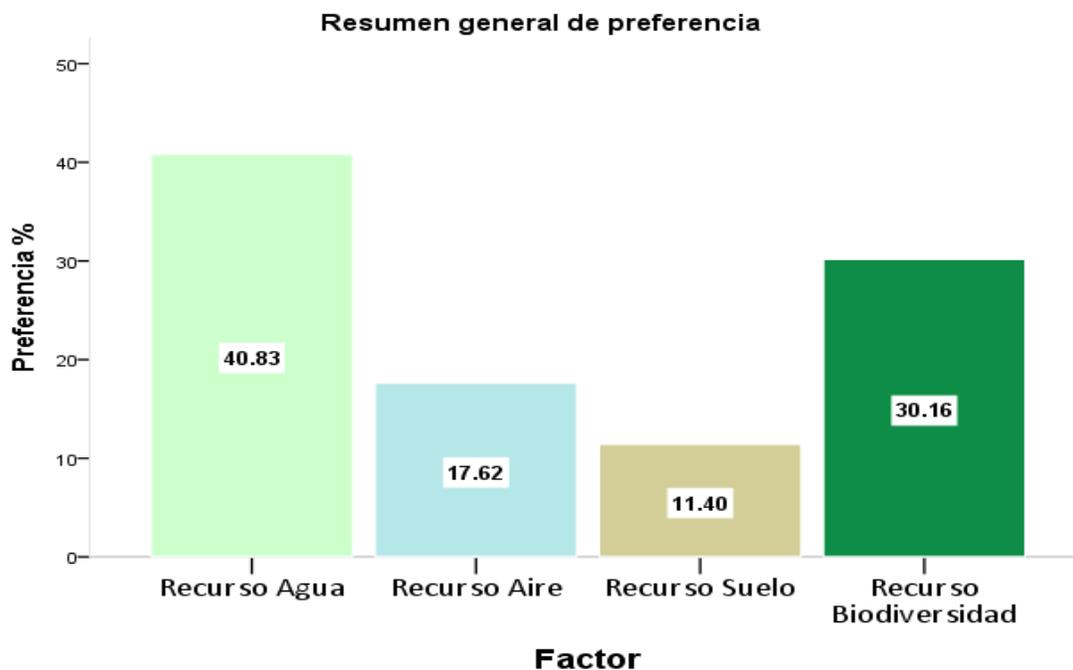


**Figura 37.** Niveles preferidos para el factor Suelo

**Cuadro 12.** Estimación de las preferencias con Análisis Conjunto

<b>Agua</b>	Tipo de contaminantes	<b>.383</b>
	Fuentes de contaminación	.885
	Alternativas de solución	-1.268
<b>Aire</b>	Tipo de contaminantes	<b>.519</b>
	Fuentes de contaminación	-.410
	Alternativas de solución	-.109
<b>Suelo</b>	Tipo de contaminantes	<b>.284</b>
	Fuentes de contaminación	.033
	Alternativas de solución	-.317
<b>Biodiversidad</b>	Factores de la pérdida de biodiversidad	.158
	Consecuencias	-.874
	Alternativas de solución	<b>.716</b>
<b>Constante</b>		<b>5.000</b>

- El resumen general de las preferencias muestra que el “**recurso agua**” es el más preferido, seguido la “**biodiversidad**” (Figura 38).



**Figura 38.** Factores preferidos

#### 6.4.3. Modelo de elección: selección y secuencia de temas ambientales a impregnar

A partir del análisis previo en 6.4.2 y de la estimación de las preferencias en Cuadro 11, el modelo de elección resultante se conformó con los siguientes contenidos ambientales:

1. Fuentes de la contaminación del agua
2. Alternativas de solución a problemas de pérdida de la biodiversidad
3. Tipos de contaminación del aire
4. Tipos de contaminación del suelo

**Cuadro 13.** Modelo de elección

---


$$\text{Preferencia}_{\text{Global}} = 0.885 \text{ (Fuentes de contaminación)} + 0.716 \text{ (Alternativas de solución a problemas de pérdida de la biodiversidad)} + 0.519 \text{ (Tipos de contaminación del aire)} + 0.284 \text{ (Tipos de contaminación del suelo)} + 5 \text{ (Constante)}$$


---

## 6.5. Impregnación del eje medio ambiente en los programas de las asignaturas

Una vez identificado el modelo de elección en 6.6.3, se procedió a realizar la inclusión del eje medio ambiente en las asignaturas: Probabilidad y Estadística, y Cálculo Diferencial a manera de ejemplo. Esta inclusión se llevó a cabo mediante reuniones de trabajo con once docentes de los ITChilpancingo y de ITTepic que imparten la misma asignatura, que previamente participaron en las rondas Delphi (Anexo V).

### 6.5.1 Impregnación en la asignatura: “*Probabilidad y Estadística*”

Para la impregnación de temas ambientales: fuentes de contaminación del agua, alternativas de solución a problemas de pérdida de la biodiversidad, tipos de contaminación del aire y tipos de contaminación del suelo de esta asignatura, se analizaron los temas y subtemas de cada unidad temática, identificando en cuales era posible incorporar los temas ambientales desde la perspectiva de la Probabilidad y Estadística, en este caso, todas las cinco unidades fueron impregnadas (Cuadros 14, 15, 16 , 17 y 18).

#### Datos generales de la asignatura

<b>Nombre de la signatura:</b>	<b>Probabilidad y estadística</b>
<b>Clave de la asignatura:</b>	ICC-1029
<b>SATCA<sup>1</sup>:</b>	2-2-4
<b>Carrera:</b>	<b>Ingeniería Civil</b>

#### Temario

No.	Temas	Subtemas
1	Teoría de la probabilidad	1.1 Conjuntos, sus operaciones, leyes y su representación. 1.2 Introducción a la probabilidad 1.2.1 Probabilidad de eventos aleatorios. 1.2.2 Diagramas de árbol 1.2.3 Permutaciones y combinaciones. 1.2.4 espacio muestral y eventos 1.3 Definiciones de probabilidad. 1.3.1 Definición clásica. 1.3.2 Con base en la frecuencia relativa. 1.3.3 Axiomática. 1.4 Probabilidad condicional e independencia 1.5 Teorema de Bayes

### 1.1 Conjuntos, sus operaciones, leyes y su representación

Sean los conjuntos A=Tipos de contaminación del agua, B= Fuentes de contaminación del agua, y C= Protección y conservación de la biodiversidad.

$$A = \left\{ \begin{array}{l} \text{microorganismos patógenos, desechos} \\ \text{orgánicos, sustancias químicas, ...} \end{array} \right\}$$

$$B = \left\{ \begin{array}{l} \text{aguas residuales de origen industrial,} \\ \text{aguas residuales de la actividad humana, ...} \end{array} \right\}$$

$$C = \left\{ \begin{array}{l} \text{conservación de suelos,} \\ \text{establecimiento de Unidades de Manejo} \\ \text{para la vida Silvestre (UMA),} \\ \text{creación de áreas naturales protegidas(ANP)} \end{array} \right\}$$

- Operaciones con conjuntos:  $A \cup B \cup C, A \cap B \cap C, A^c, B^c, C^c$
  - Representación con diagramas de Venn: **Ilustrar las operaciones  $A \cup B \cup C, A \cap B \cap C, A^c, B^c, C^c$  mediante un diagrama de Venn.**
- 

### 1.2. Introducción a la probabilidad

#### 1.2.2. Diagramas de árbol

- **Representar mediante un diagrama de árbol:**
    - ✍ Los tipos de contaminantes del agua según su origen: natural (seres vivos, volcanes, escorrentía, etc.) y antrópica (urbano: aguas fecales, restos orgánicos (aceites, lejías, detergentes, disolventes,...), agrícola (pesticidas, fertilizantes,...), ganadera (purines, materia orgánica,...) e industrial (temperaturas, metales pesados, productos químicos).
    - ✍ Las acciones encaminadas a la conservación de la biodiversidad (conservación de suelos, establecimiento de UMA y ANP).
    - ✍ Tipo de contaminantes del aire: Contaminación primaria, secundaria y fotoquímica.
    - ✍ Tipo de contaminantes del suelo: hidrocarburos, metales pesados, partículas ácidas en suspensión y fitosanitarios.
- 

La impregnación del eje medio ambiente en esta primera unidad, se aborda en : operaciones con conjuntos, representación con digramas de Venn y de árbol, los cuales corresponden aproximadamente al 14% de los subtemas declarados en esta unidad.

No.	Temas	Subtemas
2	Variables aleatorias y distribuciones	2.1 Variable aleatoria, funciones de densidad de probabilidad y de distribución acumulativa. 2.2 Valor esperado y momentos. 2.3 Distribuciones discretas. 2.3.1 Bernoulli 2.3.2 Binomial 2.3.3 Poisson. 2.3.4 Geométrica. 2.4 Distribuciones continuas. 2.4.1 Uniforme 2.4.2 Exponencial. 2.4.3 Normal y normal estándar 2.4.4 Aproximaciones con la normal.

**Cuadro 15.** Impregnación del eje medio ambiente, Unidad 2: Variables aleatorias y distribuciones

### 2.3. Distribuciones discretas.

- Modelar una función de distribución discreta para las variables aleatorias:
  -  Número de bacterias nocivas por cada  $\text{cm}^3$  de agua.
  -  Partes/millón de metales pesados en un cuerpo de agua (mercurio, níquel, cobre, arsénico, plomo y cromo)
  -  Partes/millón de organoclorados (pesticidas, desechos de la fabricación de PVC y de la incineración de plásticos (polietileno)).
- Calcular sus parámetros  $\mu$ ,  $\sigma^2$  y  $\sigma$

#### 2.3.3. Poisson

-  Modelar una función de distribución Poisson para las variables aleatorias:
-  El número de bacterias nocivas por cada  $\text{cm}^3$  agua.
- Calcular los parámetros  $\mu$ ,  $\sigma^2$  y  $\sigma$  del número de bacterias nocivas.

### 2.4. Distribuciones continuas

#### 2.4.3 Normal y Normal estándar.

- Modelar con una distribución normal y normal estándar para:
  -  La cantidad de contaminantes en un cuerpo de agua.
- Calcular los parámetros  $\mu$ ,  $\sigma^2$  y  $\sigma$  para la cantidad de contaminantes en un cuerpo de agua.

#### 2.4.4 Aproximaciones con la normal

- Aproximar la distribución normal de la distribución Poisson del número de bacterias nocivas por cada  $\text{cm}^3$  agua.
- Calcular los parámetros  $\mu$ ,  $\sigma^2$  y  $\sigma$  del número de bacterias nocivas.

En esta unidad dos, la impregnación se aborda en : Distribuciones discretas generales, discreta de Poisson y distribuciones continuas Normal, Normal estándar y

aproximaciones con la Normal, los cuales corresponden aproximadamente al 28% de los subtemas de la unidad.

No.	Temas	Subtemas
3	Estadística descriptiva y la teoría del muestreo	3.1 Distribuciones de frecuencia, de frecuencia relativa y acumulada. 3.2 Medidas de tendencia central: media, mediana, moda, promedio (ponderado, móvil), media geométrica, media armónica, cuantiles (cuartiles, deciles y percentiles). 3.3 Medidas de dispersión: rango o amplitud de variación, desviación media, varianza, desviación estándar, momentos y curtosis. 3.4 Muestreo aleatorio: simple, sistemático, estratificado, por conglomerados. 3.5 Muestreo no aleatorio: dirigido, por cuotas, deliberado.

**Cuadro 16.** Impregnación del eje medio ambiente, Unidad 3: Estadística descriptiva y Teoría del muestreo

**3.1. Distribución, gráficos de frecuencia %, relativa y acumulada para:**

-  Los sitios de monitoreo por Región Hidrológico-Administrativa (RHA), de acuerdo al indicadores DBO<sub>5</sub> (Demanda Bioquímica de Oxígeno), DQO (Demanda Química de Oxígeno) y SST (Sólidos Suspendidos Totales).
-  Las cuencas con sitios de monitoreo fuertemente contaminados para DBO<sub>5</sub>, DQO y SST.
-  Las acciones encaminadas a la conservación de la biodiversidad (conservación de suelos, establecimiento de UMA y ANP).
-  Fuentes de contaminación del aire: Naturales y antropogénicos.
-  Tipo de contaminantes del aire: Primarios, Secundarios y Fotoquímica.
-  Tipo de contaminantes del suelo: hidrocarburos, metales pesados, partículas ácidas en suspensión y fitosanitarios.

**3.2 Medidas de tendencia central (media, mediana, moda, promedio (ponderado, móvil), media geométrica, cuantiles (cuartiles, deciles y percentiles) para:**

-  Número de bacterias nocivas por cada cm<sup>3</sup> de agua.
-  Partes/millón de metales pesados en un cuerpo de agua (mercurio, níquel, cobre, arsénico, plomo y cromo)
-  Partes/millón de organoclorados (pesticidas, desechos de la fabricación de PVC y de la incineración de plásticos (polietileno).

**3.3 Medidas de dispersión (rango o amplitud de variación, desviación media, varianza, desviación estándar, momentos y curtosis) para:**

-  Número de bacterias nocivas por cada cm<sup>3</sup> de agua.
-  Partes/millón de metales pesados en un cuerpo de agua (mercurio, níquel, cobre, arsénico, plomo y cromo)

- 
- ✎ Partes/millón de organoclorados (pesticidas, desechos de la fabricación de PVC y de la incineración de plásticos (polietileno).
- 

### 3.4 Muestreo aleatorio:

- *Realizar un muestreo aleatorio simple* para:
    - ✎ Cuando la distribución espacial de contaminantes en un sitio potencialmente contaminado presenta homogeneidad.
  - *Realizar un muestreo aleatorio estratificado* de:
    - ✎ Sitios en los que la distribución espacial de contaminantes es heterogénea.
  - *Realizar un muestreo aleatorio sistemático* para:
    - ✎ Cuando no se conoce si existe homogeneidad o heterogeneidad espacial en la distribución espacial de los contaminantes en el sitio.
- 

En la unidad tres, la impregnación se aborda en: Distribución, gráficos de frecuencia %, relativa y acumulada, medidas de tendencia central (media, mediana, moda, promedio (ponderado, móvil), media geométrica, cuantiles (cuartiles, deciles y percentiles), medidas de dispersión (rango o amplitud de variación, desviación media, varianza, desviación estándar, momentos y curtosis), muestreo aleatorio: simple, estratificado y sistemático, que corresponden aproximadamente al 38% de los subtemas.

No.	Temas	Subtemas
4	Inferencia estadística	4.1 Estimación puntual y por intervalos de confianza. 4.2 Estimación de la media, de la diferencia de medias, de la proporción y de la diferencia de proporciones. 4.3 Determinación del tamaño de la muestra. 4.4 Prueba de hipótesis <ul style="list-style-type: none"> <li>4.4.1 Pruebas unilaterales y bilaterales.</li> <li>4.4.2 Pruebas para media y para diferencia de medias</li> <li>4.4.3 pruebas para proporción y diferencia de proporciones.</li> </ul> 4.5 Muestras pequeñas. <ul style="list-style-type: none"> <li>4.5.1 Distribución t de Student.</li> <li>4.5.2 Distribución de ji-cuadrada. Cuadros de contingencia, limitaciones de la prueba.</li> </ul>

#### **4.2 Estimación de la media y variación por:**

-  Intervalo de confianza para la media poblacional  $\mu$ = concentración de O<sub>2</sub> disuelto en agua, mediante la distribución t-Student.
-  Intervalo de confianza para  $\mu$ =número de bacterias nocivas por cada cm<sup>3</sup> de agua mediante la distribución t-Student.
-  Intervalo de confianza para  $\mu$ =partes/millón de metales pesados en un cuerpo de agua (mercurio, níquel, cobre, arsénico, plomo y cromo) mediante la distribución y t-Student.

---

#### **4.4 Pruebas de hipótesis**

##### 4.4.1 Pruebas de hipótesis unilaterales y bilaterales para:

-   $\mu$  =concentración de O<sub>2</sub> disuelto en agua, mediante la distribución Normal.
-   $\mu$  =número de bacterias nocivas por cada cm<sup>3</sup> de agua mediante la distribución t-Student.
-   $\mu$  =partes/millón de metales pesados en un cuerpo de agua (mercurio, níquel, cobre, arsénico, plomo y cromo) mediante la distribución t-Student.

---

#### **4.5 Muestras pequeñas**

##### 4.5.1 Distribución t-Student para:

-  Intervalo de confianza para la media poblacional  $\mu$ =concentración de O<sub>2</sub> disuelto en agua, mediante la distribución t-Student.
-  Intervalo de confianza para  $\mu$ =número de bacterias nocivas por cada cm<sup>3</sup> de agua mediante la distribución t-Student.
-  Intervalo de confianza para  $\mu$ = partes/millón de metales pesados en un cuerpo de agua (mercurio, níquel, cobre, arsénico, plomo y cromo) mediante la distribución t-Student.
-  Una prueba de hipótesis para  $\mu$ = concentración de O<sub>2</sub> disuelto en agua, mediante la distribución t-Student.
-  Una prueba de hipótesis para  $\mu$ =número de bacterias nocivas por cada cm<sup>3</sup> de agua con la distribución t-Student.
-  Una prueba de hipótesis para  $\mu$ =partes/millón de metales pesados en un cuerpo de agua (mercurio, níquel, cobre, arsénico, plomo y cromo) mediante la distribución t-Student.

---

##### 4.5.2 Distribución de ji-cuadrada para:

-  Intervalo de confianza para la variación poblacional  $\sigma$  =variación de O<sub>2</sub> disuelto en agua, mediante una distribución ji-cuadrada.
  -  Intervalo de confianza para la variación poblacional  $\sigma$  =número de bacterias nocivas por cada cm<sup>3</sup> de agua, mediante una distribución ji-cuadrada.
  -  Intervalo de confianza para la variación poblacional  $\sigma$  =partes/millón de metales pesados en un cuerpo de agua (mercurio, níquel, cobre, arsénico, plomo y cromo) mediante, mediante una distribución ji-cuadrada.
-

- ✎ Una prueba de hipótesis para  $\sigma$  =variación de  $O_2$  disuelto en agua, mediante una distribución ji-cuadrada.
- ✎ Una prueba de hipótesis para  $\sigma$  =número de bacterias nocivas por cada  $cm^3$  de agua, mediante una distribución ji-cuadrada.
- ✎ Una prueba de hipótesis  $\sigma$  =partes/millón de metales pesados en un cuerpo de agua (mercurio, níquel, cobre, arsénico, plomo y cromo) mediante, mediante una distribución ji-cuadrada.

En la unidad cuatro, la impregnación se aborda en: Estimación de la media y variación por intervalos de confianza, pruebas de hipótesis unilaterales y bilaterales para  $\mu$ , distribución t-Student en muestras pequeñas para pruebas de hipótesis e intervalos de confianza, distribución de ji-cuadrada para estimar  $\sigma$ , que corresponden aproximadamente al 40% de los subtemas.

No.	Temas	Subtemas
5	Análisis de correlación y regresión	5.1. Correlación 5.2 Regresión lineal simple, curvilínea y múltiple 5.3 Regresión y correlación para datos agrupados. 5.4 Correlación por rangos. 5.5 Coeficiente de correlación para datos nominales.

**Cuadro 18.** Impregnación del eje medio ambiente, Unidad 5: Análisis de Correlación y Regresión

### 5.1 Correlación para:

- ✎ Correlacionar el Y= Índice de Calidad del Agua (ICA) vs  $X_1$ = concentración de  $NO_3^-$ ,  $X_2$ = concentración de P-total,  $X_3$ =OD,  $X_4$ = DBO,  $X_5$ = SDT(Sólidos Disueltos Totales),  $X_6$ =PH y  $X_7$ = turbidez

### 5.2 Regresión lineal simple, curvilínea y múltiple

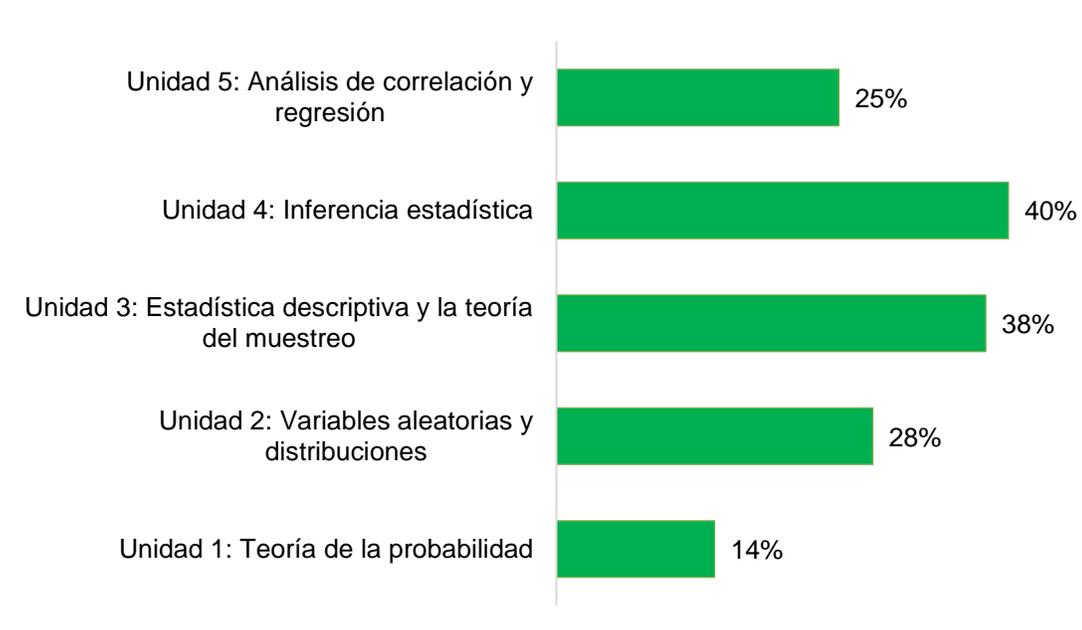
Ajustar y graficar un modelo de regresión lineal múltiple  $\hat{y} = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \dots + \beta_7 X_7 + \varepsilon$  para:

- ✎ Analizar e interpretar cada coeficiente  $\beta$
- ✎ Predecir el ICA

Validar el modelo de regresión múltiple para el ICA.

En la unidad cinco, la impregnación se aborda en: Correlación y Regresión lineal múltiple, correspondiente aproximadamente al 25% de los subtemas.

La proporción de impregnación de contenidos ambientales por unidad del programa de la asignatura se representa gráficamente (Figura 39).



**Figura 39:** % de impregnación en la asignatura "Probabilidad y Estadística"

### 6.5.2 Impregnación en la asignatura: "Cálculo Diferencial"

La impregnación de esta asignatura también se realizó mediante el análisis de los temas y subtemas de cada unidad temática, identificando en cuales era posible incorporar los temas ambientales desde la perspectiva del Cálculo Diferencial, identificando que sólo dos unidades eran viables de ser impregnadas (Cuadros 19 y 20).

## Datos generales de la asignatura

<b>Nombre de la signatura:</b>	<b>Cálculo Diferencial</b>
Clave de la asignatura:	ACF-0901
SATCA <sup>1</sup> :	3 - 2 - 5
<b>Carrera:</b>	<b>Ingeniería Civil</b>

## Temario

No.	Temas	Subtemas
<b>2</b>	Funciones	2.1 Concepto de variable, función, dominio, codominio y recorrido de una función. 2.2 Función inyectiva, suprayectiva y biyectiva 2.3 Función real de variable real y su representación gráfica 2.4 Funciones algebraicas: función polinomial, racional e irracional 2.5. Funciones trascendentes: funciones trigonométricas y funciones exponenciales. 2.6 Función definida por más de una regla de correspondencia: Función valor absoluto. 2.7 Operaciones con funciones: adición, multiplicación, composición. 2.8 Función inversa. Función logarítmica. Funciones trigonométricas inversas. 2.9 Funciones con dominio en los números naturales y recorrido en los números reales: las sucesiones infinitas. 2.10 Función implícita.

---

#### **2.4 Funciones algebraicas: Función Polinomial, Racional e Irracional.**

- En una obra, se encontró que el índice de pérdida de la biodiversidad al construir una carretera que cruza una zona de bosques perennifolios sigue una función dada por

$$y = 3t + 5$$

En donde t está dada en semanas.

-  Calcular el valor de este índice al término de la décima semana de la obra.

---

#### **2.5 Funciones trascendentes: Funciones Trigonómicas y Funciones Exponenciales.**

- El crecimiento poblacional de una colonia de bacterias contaminantes del agua, se produce a razón del 6.5% por hora.
  - a) Establezca la ecuación que representa a dicha población.
  - b) Determine la población al cabo de 24 horas
  - c) Proponga un plan para frenar ese crecimiento poblacional.
-  La vida media del estroncio 90 que es un poderoso contaminante del aire en un accidente nuclear, es de 25 años. Si se desintegra exponencialmente de forma continua, determinar su tasa de desintegración anual.
-  El carbono 14 tiene una vida media de 5730 años, es un isótopo que se produce por acción de los rayos cósmicos sobre el dinitrógeno presente en la atmósfera, se usa para datación de fósiles. Calcular la tasa de desintegración anual que ocurre exponencialmente de manera continua. Calcular la antigüedad de contaminantes orgánicos del suelo si se encontró que contienen 23% de carbono 14 original
-  Una sustancia radiactiva contaminante del suelo que afecta directamente a la biodiversidad, disminuye exponencialmente de forma continua. Su vida media es de 25 días y la cantidad inicial es de 1000g. ¿En qué tiempo se reducirá al 20%?

---

En la unidad dos, la impregnación se aborda en: Funciones algebraicas: Función Polinomial, Racional e Irracional y en Funciones trascendentes: Trigonómicas y exponenciales, que corresponden aproximadamente al 20% de los subtemas.

No.	Temas	Subtemas
5	Aplicaciones de la derivada	5.1 Recta tangente y recta normal a una curva en un punto. Curvas ortogonales. 5.2 Teorema de Rolle, teorema de Lagrange o teorema del valor medio del cálculo diferencial. 5.3 Función creciente y decreciente. Máximos y mínimos de una función. Criterio de la primera derivada para máximos y mínimos. Concavidades y puntos de inflexión. Criterio de la segunda derivada para máximos y mínimos. 5.4 Análisis de la variación de funciones 5.5 Cálculo de aproximaciones usando la diferencial. 5.6 Problemas de optimización y de tasas relacionadas.

**Cuadro 20.** Impregnación del eje medio ambiente, Unidad 5: Aplicaciones de la derivada

### 5.6 Problemas de optimización y de tasas relacionadas

Se ha encontrado que el lixiviado de un producto contaminante del suelo fluye describiendo la función  $f(t)=15-(t-1)^2$

-  Determinar en qué tiempo (t) el flujo será máximo, si t está dado en días.

En referencia con el problema anterior,

-  Determinar en qué intervalos de tiempo el flujo del contaminante es creciente y en qué intervalos es decreciente.

En referencia al problema anterior,

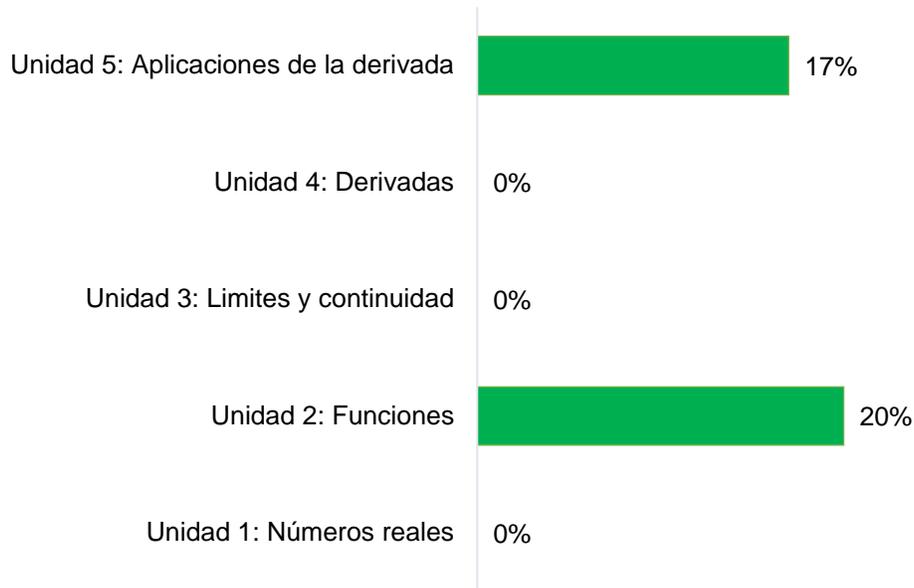
-  Determine la velocidad del flujo del contaminante, en el tiempo en que es máximo.

Durante la construcción de una carretera, la afectación a los ecosistemas intervenidos, produce una pérdida de la biodiversidad que corresponde a la función  $PD=125+(-2+t)^2$ .

-  Determinar el valor de t para el cuál es máxima la pérdida de la biodiversidad. (t está dado en semanas).

En la unidad cinco, la impregnación solo se aborda en problemas de optimización y de tasas relacionadas, que corresponde aproximadamente al 17% de los subtemas.

La Figura 40, muestra la proporción de impregnación de contenidos ambientales por unidad del programa “Cálculo Diferencial”.



*Figura 40: % de impregnación en la asignatura “Cálculo Diferencial”*

## 6.6 Instrumentación didáctica para la formación y desarrollo de competencias profesionales y ambientales del TecNM

### 6.6.1. Instrumentación didáctica “Probabilidad y Estadística”

#### Caracterización de la asignatura

Esta asignatura aporta al PPAR del Ingeniero Civil nuevas estrategias para resolver problemas de aplicación matemática referente a la recolección, análisis e interpretación de datos, busca explicar condiciones regulares en fenómenos tipo aleatorio en la ingeniería civil y en materia ambiental. Así como fomentar un comportamiento como agente activo en la creación y actuación de una conciencia con sentido humano, sustentable basada en valores en el ejercicio de sus actividades profesionales.

Proporciona las herramientas necesarias para el desarrollo de habilidades de investigación científico, tecnológica sustentable y aplicación de conocimientos en el manejo y procesamiento estadístico de la información que requiere el tratamiento de la modelación de fenómenos bajo incertidumbre y que son propios del área de la ingeniería civil.

La asignatura de Probabilidad y Estadística en la carrera de ingeniería civil proporciona los elementos básicos para hacer la descripción de fenómenos de interés por medio de la estimación de los parámetros poblacionales necesarios para su análisis. Proporciona los elementos para entender las leyes probabilísticas que rigen las relaciones tanto a priori como a posteriori del fenómeno bajo estudio. Permite conocer las formas que asumen los fenómenos más comunes que pueden ser estudiados desde la probabilidad y estadística. Hacer uso efectivo y sostenido de los recursos en los procesos constructivos de obras civiles y usar técnicas de control de calidad integral y sustentable en los materiales en tales procesos.

Puesto que esta materia dará soporte a otras, más directamente vinculadas con desempeños profesionales, se encuentra ubicada en el segundo semestre de la estructura curricular, antes de cursar aquéllas a las que da soporte.

## Intención didáctica

La materia de Probabilidad y Estadística permite modelar los fenómenos para conocer su comportamiento y evaluar la magnitud de los mismos. Le debe permitir identificar los problemas que son susceptibles de ser analizados desde la disciplina en cuestión y dando cobertura al desarrollo de una conciencia ambientalmente responsable al profesionalista en formación. Además, debe permitirle estructurar métodos de análisis propios para la investigación a partir del conocimiento de las formas que los fenómenos desarrollan.

El enfoque sugerido para la materia requiere que las actividades prácticas promuevan el desarrollo de habilidades y estrategias para su entorno laboral, tales como: identificación del software en la resolución de los problemas y saber utilizar las aplicaciones adecuadas con lo que se requieren. En las actividades prácticas sugeridas, es conveniente que el profesor guíe a sus alumnos para que ellos realicen las actividades y aprendan a identificar cada uno de los elementos.

## Competencia de la asignatura

Construye y aplica los modelos probabilísticos adecuados en la solución de problemas que involucren fenómenos aleatorios relacionados con la práctica de la ingeniería civil y en materia ambiental, mediante la selección, organización, manejo y análisis de la información que permita inferir y pronosticar el comportamiento de parámetros relacionados con dichos fenómenos.

## Análisis por competencias específicas:

### Unidad 1: Teoría de la probabilidad

#### Competencia No.\_1\_ Descripción: Competencias específicas

- Define y diferencia las características que determinan los tipos de probabilidades.
- Calcula operaciones con conjuntos relacionados con la práctica de la ingeniería civil y en materia ambiental.
- Representa mediante diagramas de Venn y de árbol conjuntos relacionados con la práctica de ingeniería civil y en materia ambiental.
- Calcula las probabilidades condicionales para un conjunto de eventos de un espacio muestral, y determina si existe independencia entre ellos.

<b>Temas y subtemas para desarrollar la competencia específica: Teoría de la probabilidad</b>	
Actividades de aprendizaje:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Investigar y describir conceptos tales como: experimentos aleatorios, espacio muestral, suceso, probabilidad, clasificación de la probabilidad e importancia de la probabilidad de fenómenos aleatorios relacionados con la práctica de la Ingeniería Civil y en materia ambiental.</li> <li>• Elaborar un glosario de términos relacionados con la probabilidad y la estadística.</li> <li>• Exponer en clase ejemplos relacionados con la Ingeniería Civil y en materia ambiental, en los cuales se ilustre el uso de la probabilidad y estadística en fenómenos estocásticos o aleatorios.</li> <li>• Resolver problemas en los cuales apliquen los axiomas y teoremas de la teoría de la probabilidad.</li> </ul>
Actividades de enseñanza	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrollar actividades de búsqueda, selección y análisis de información en distintas fuentes.</li> <li>• Propiciar el uso de las nuevas tecnologías en el desarrollo de la teoría de la probabilidad.</li> <li>• Fomentar actividades grupales que propicien la comunicación, el intercambio de ideas, la reflexión, la integración, y la colaboración entre estudiantes.</li> <li>• Relacionar los contenidos de la Teoría de la probabilidad con el medio ambiente.</li> </ul>
Desarrollo de competencias genéricas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Habilidad para buscar y analizar información provenientes de fuentes diversas</li> <li>• Búsqueda de información confiable y pertinentes</li> <li>• Habilidad de manejo de TIC's</li> <li>• Capacidad de trabajar en equipo interdisciplinario</li> <li>• Capacidad de análisis y síntesis de información</li> <li>• Comunicación oral y escrita en su propia lengua</li> <li>• Conocimiento de una segunda lengua</li> <li>• Trabajar en forma autónoma</li> <li>• Búsqueda del logro con reflexión ética</li> </ul>
Horas teórico-prácticas	1-3

Desempeño	Nivel de desempeño	Indicadores de alcance	Valor del indicador
<b>Competencia alcanzada</b>	<b>Excelente</b>	<p><b>A. Se adapta a situaciones y contextos complejos.</b> Puede trabajar en equipo, reflejar sus conocimientos en la interpretación de la realidad. Pronosticar comportamientos o consecuencias de los fenómenos aleatorios relacionados con la práctica de la Ingeniería Civil y en materia ambiental.</p> <p><b>B. Hace aportaciones a las actividades académicas desarrolladas.</b> Pregunta integrando conocimiento de casos anteriores de la misma asignatura. Presenta otros puntos de vista que complementan al presentado en la clase. Presenta fuentes de información adicionales (internet, documentales, etc.). Usa más bibliografía. Consulta fuentes en un segundo idioma.</p> <p><b>C. Introduce recursos y experiencias que promueven un pensamiento crítico; (por ejemplo el uso de las TIC's estableciendo previamente un criterio).</b> Ante temas de la asignatura, introduce cuestionamientos de tipo ético y ambiental, etc., que deben tomarse en cuenta para comprender mejor, o a futuro dicho tema. Se apoya en foros o autores, bibliografía, documentales, etc., para sustentar su punto de vista.</p> <p><b>D. Incorpora conocimientos y actividades interdisciplinarias en su aprendizaje.</b> En el desarrollo de los temas de la asignatura, incorpora conocimientos y actividades desarrollados en otras asignaturas para lograr la competencia.</p> <p><b>E. Realiza su trabajo de manera autónoma y autorregulada.</b> Es capaz de organizar su tiempo y trabajar sin necesidad de una supervisión estrecha y/o coercitiva. Aprovecha la planeación de la asignatura presentada por el (la) profesor(a), (instrumentación didáctica) para presentar propuestas de mejora de la temática vista durante el curso. Realiza actividades de investigación para participar activamente durante el curso.</p>	95-100
	Notable		85-94
	Bueno		75-84
	Suficiente		70-74
	<b>Competencia no alcanzada</b>	Desempeño Insuficiente	No se cumple con el 100% de evidencias conceptuales, procedimentales y actitudinales de los indicadores definidos en el desempeño.

## Niveles de desempeño:

Desempeño	Nivel de desempeño	Indicadores de alcance	Valoración numérica
Competencia alcanzada	Excelente	A, B, C, D y E	95-100
	Notable	A, B, C, D y E	85-94
	Bueno	A, B, C, D y E	75-84
	Suficiente	A, B, C, D y E	70-74
Competencia no alcanzada	Insuficiente	A, B, C, D y E	NA

## Matriz de evaluación

Evidencia de aprendizaje	%	Indicador de alcance					Evaluación formativa de la competencia
		A	B	C	D	E	
Reportes de lectura							
Participación individual							
Participación en equipo y/o grupal							
Reportes de análisis de las prácticas desarrolladas							
Resolución de problemas de los temas							
Examen							
	TOTAL						

Nota: Este apartado se repite, de acuerdo al número de competencias específicas de los temas de asignatura.

## Fuentes de información y apoyos didácticos

<ul style="list-style-type: none"> <li>DeVore, J. (2005). Probabilidad y Estadística para Ingeniería y Ciencias. México: Thomson.</li> <li>SEMARNAT. (2013). <i>La calidad del aire: una práctica de vida</i></li> <li>Ortega, E. (2012). La ingeniería civil y el cuidado al ambiente. México: Benemérita Universidad Autónoma de Puebla</li> <li>Ross, S. M. (2001). Probabilidad y Estadística para Ingenieros. México: McGraw Hill.</li> <li>Spiegel, M. R. (1992). Manual de Fórmulas y Tablas Matemáticas. México: McGraw Hill.</li> <li>Morillón, D. (2011). Edificación Sustentable en México: Retos y oportunidades. México</li> <li>Consejo de Evaluación de los Ecosistemas del Milenio. <i>Estamos Gastando más de lo que poseemos</i>. New York: United Nations. 2005.</li> <li>PNUMA. (2013). <i>Temas emergentes en nuestro medio ambiente mundial</i></li> <li>PNUMA. (2015). <i>Informe anual</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pizarrón blanco y marcadores borrables</li> <li>Laboratorio de cómputo</li> <li>Computadora</li> <li>Proyector digital</li> <li>Softwares estadísticos: MINITAB y SPSS</li> <li>Calculadora</li> <li>Internet</li> <li>Dados y algunos juegos de azar</li> </ul>
---	---

## 1. Calendarización de evaluación en semanas

SEMANA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	...	N
TR																
TP																
SD																

TR= Tiempo Real      TP=Tiempo Planeado      SD=Seguimiento Departamental

**ED=** Evaluación Diagnóstica    **EF<sub>n</sub>** =Evaluación Formativa (competencia específica n)

**ES=** Evaluación Sumativa

---

Nombre y firma del (de la) profesor(a)

---

Nombre y firma del (de la) jefe(a) del  
Departamento académico

## Unidad 2: Variables aleatorias y distribuciones

### Competencia No.\_1\_ Descripción: Competencias específicas

- Construir el concepto de variable aleatoria y determinar su relación con los conceptos de funciones de densidad de probabilidad y de distribución acumulativa.
- Calcular la esperanza matemática, momento y varianza de una variable aleatoria relacionadas con la práctica de ingeniería civil y en materia ambiental, dada su función de probabilidad y su función de densidad probabilística.
- Determinar las características de las distribuciones de probabilidad discretas relacionadas con la práctica de ingeniería civil y en cuestión ambiental
- Determinar las características de las distribuciones de probabilidad continuas relacionadas con la práctica de ingeniería civil y en cuestión ambiental.

<b>Temas y subtemas para desarrollar la competencia específica: Variables aleatorias y distribuciones</b>	
Actividades de aprendizaje:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ilustrar y deducir con experimentos relacionados con problemas del ámbito ambiental y de la ingeniería civil los conceptos de: <ul style="list-style-type: none"> <li> Variable aleatoria</li> <li> Función de probabilidad</li> <li> Esperanza matemática</li> <li> Varianza</li> </ul> </li> <li>• Realizar talleres para resolver ejercicios en los que se traten de determinar la distribución de probabilidad de una variable aleatoria, su esperanza matemática, varianza y desviación estándar.</li> <li>• Identificar y caracterizar el uso y aplicación de las principales distribuciones de probabilidad discretas en el ámbito ambiental y de la ingeniería civil.</li> <li>• Identificar y caracterizar el uso y aplicación de las principales distribuciones de probabilidad continuas en el ámbito ambiental y de la ingeniería civil.</li> </ul>
Actividades de enseñanza	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Propiciar en el estudiante, el desarrollo de actividades intelectuales de inducción-deducción y análisis-síntesis, las cuales lo encaminan hacia la investigación, la aplicación de conocimientos y la solución de problemas</li> <li>• Propiciar actividades de búsqueda, selección y análisis de información en distintas fuentes.</li> <li>• Propiciar el uso de las nuevas tecnologías en el desarrollo de variables aleatorias y sus distribuciones.</li> <li>• Desarrollar prácticas que promuevan el desarrollo de habilidades para la experimentación, tales como: observación, identificación y modelación de variables aleatorias discretas y continuas.</li> <li>• Analizar fenómenos y problemáticas propias del campo ocupacional relacionadas con el medio ambiente.</li> <li>• Fomentar actividades grupales que propicien la comunicación, el intercambio de ideas, la reflexión, la integración, y la colaboración entre estudiantes.</li> <li>• Relacionar los contenidos de las variables aleatorias y sus distribuciones con el medio ambiente y la ingeniería civil.</li> </ul>
Desarrollo de competencias genéricas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Habilidad para buscar y analizar información provenientes de fuentes diversas</li> <li>• Búsqueda de información confiable y pertinentes</li> <li>• Habilidad de manejo de TIC's</li> <li>• Capacidad de trabajar en equipo interdisciplinario</li> <li>• Capacidad de análisis y síntesis de información</li> <li>• Comunicación oral y escrita en su propia lengua</li> <li>• Conocimiento de una segunda lengua</li> <li>• Trabajar en forma autónoma</li> <li>• Búsqueda del logro con reflexión ética</li> </ul>
Horas teórico-prácticas	2-2

Desempeño	Nivel de desempeño	Indicadores de alcance	Valor del indicador
<b>Competencia alcanzada</b>	<b>Excelente</b>	<p><b>A. Se adapta a situaciones y contextos complejos.</b> Puede trabajar en equipo, reflejar sus conocimientos en la interpretación de la realidad. Pronosticar comportamientos o consecuencias de los fenómenos aleatorios relacionados con la práctica de la Ingeniería Civil y en materia ambiental.</p> <p><b>B. Hace aportaciones a las actividades académicas desarrolladas.</b> Pregunta integrando conocimiento de casos anteriores de la misma asignatura. Presenta otros puntos de vista que complementan al presentado en la clase. Presenta fuentes de información adicionales (internet, documentales, etc.). Usa más bibliografía. Consulta fuentes en un segundo idioma.</p> <p><b>C. Introduce recursos y experiencias que promueven un pensamiento crítico; (por ejemplo el uso de las TIC's estableciendo previamente un criterio).</b> Ante temas de la asignatura, introduce cuestionamientos de tipo ético y ambiental, etc., que deben tomarse en cuenta para comprender mejor, o a futuro dicho tema. Se apoya en foros o autores, bibliografía, documentales, etc., para sustentar su punto de vista.</p> <p><b>D. Incorpora conocimientos y actividades interdisciplinarias en su aprendizaje.</b> En el desarrollo de los temas de la asignatura, incorpora conocimientos y actividades desarrollados en otras asignaturas para lograr la competencia.</p> <p><b>E. Realiza su trabajo de manera autónoma y autorregulada.</b> Es capaz de organizar su tiempo y trabajar sin necesidad de una supervisión estrecha y/o coercitiva. Aprovecha la planeación de la asignatura presentada por el (la) profesor(a), (instrumentación didáctica) para presentar propuestas de mejora de la temática vista durante el curso. Realiza actividades de investigación para participar activamente durante el curso.</p>	95-100
	Notable		85-94
	Bueno		75-84
	Suficiente		70-74
	<b>Competencia no alcanzada</b>	Desempeño Insuficiente	No se cumple con el 100% de evidencias conceptuales, procedimentales y actitudinales de los indicadores definidos en el desempeño.

## Niveles de desempeño:

Desempeño	Nivel de desempeño	Indicadores de alcance	Valoración numérica
Competencia alcanzada	Excelente	A, B, C, D y E	95-100
	Notable	A, B, C, D y E	85-94
	Bueno	A, B, C, D y E	75-84
	Suficiente	A, B, C, D y E	70-74
Competencia no alcanzada	Insuficiente	A, B, C, D y E	NA

## Matriz de evaluación

Evidencia de aprendizaje	%	Indicador de alcance					Evaluación formativa de la competencia
		A	B	C	D	E	
Reportes de lectura							
Participación individual							
Participación en equipo y/o grupal							
Reportes de análisis de las prácticas desarrolladas							
Resolución de problemas de los temas							
Examen							
	TOTAL						

Nota: Este apartado de la instrumentación didáctica se repite, de acuerdo al número de competencias específicas de los temas de asignatura.

## Fuentes de información y apoyos didácticos

<ul style="list-style-type: none"> <li>DeVore, J. (2005). Probabilidad y Estadística para Ingeniería y Ciencias. México: Thomson.</li> <li>SEMARNAT. (2013). <i>La calidad del aire: una práctica de vida</i></li> <li>Ortega, E. (2012). La ingeniería civil y el cuidado al ambiente. México: Benemérita Universidad Autónoma de Puebla</li> <li>Ross, S. M. (2001). Probabilidad y Estadística para Ingenieros. México: McGraw Hill.</li> <li>Spiegel, M. R. (1992). Manual de Fórmulas y Tablas Matemáticas. México: McGraw Hill.</li> <li>Morillón, D. (2011). Edificación Sustentable en México: Retos y oportunidades. México</li> <li>Consejo de Evaluación de los Ecosistemas del Milenio. <i>Estamos Gastando más de lo que poseemos</i>. New York: United Nations. 2005.</li> <li>PNUMA. (2013). <i>Temas emergentes en nuestro medio ambiente mundial</i></li> <li>PNUMA. (2015). <i>Informe anual</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pizarrón blanco y marcadores borrables</li> <li>Laboratorio de cómputo</li> <li>Computadora</li> <li>Proyector digital</li> <li>Softwares estadísticos: MINITAB y SPSS</li> <li>Calculadora</li> <li>Internet</li> </ul>
---	---

### Calendarización de evaluación en semanas

SEMANA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	...	N
TR																
TP																
SD																

TR= Tiempo Real      TP=Tiempo Planeado      SD=Seguimiento Departamental

**ED=** Evaluación Diagnóstica    **EF<sub>n</sub>** =Evaluación Formativa (competencia específica n)

**ES=** Evaluación Sumativa

---

Nombre y firma del (de la) profesor(a)

---

Nombre y firma del (de la) jefe(a) del  
Departamento académico

### Unidad 3: Estadística descriptiva y Teoría del muestreo

#### Competencia No.\_1\_ Descripción: Competencias específicas

- Representar, analizar e interpretar conjuntos de datos obtenidos a partir de diferentes tipos de muestreo de una situación real o simulada, haciendo síntesis de ellos mediante descripciones numéricas en las cuales se representen las medidas de tendencia central y de dispersión.

<b>Temas y subtemas para desarrollar la competencia específica: Estadística descriptiva y la teoría del muestreo</b>	
Actividades de aprendizaje:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mediante la observación de un fenómeno relacionado con la práctica de la ingeniería civil y del ámbito ambiental, construir muestras de y obtener datos en los cuales se apliquen los conceptos de distribución de frecuencia, medidas de tendencia central y de dispersión y su representación gráfica con los softwares estadísticos: MINITAB Y SPSS.</li> </ul>
Actividades de enseñanza	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Propiciar en el estudiante, el desarrollo de actividades intelectuales de inducción-deducción y análisis-síntesis, las cuales lo encaminan hacia la investigación, la aplicación de conocimientos y la solución de problemas</li> <li>• Propiciar actividades de búsqueda, selección y análisis de información en distintas fuentes.</li> <li>• Propiciar el uso de las nuevas tecnologías en el desarrollo de variables aleatorias y sus distribuciones.</li> <li>• Desarrollar prácticas que promuevan el desarrollo de habilidades para la experimentación, tales como: observación, identificación y aplicación de la estadística descriptiva y la teoría del muestreo, mediante los softwares estadísticos: MINITAB y SPSS</li> <li>• Analizar fenómenos y problemáticas propias del campo ocupacional y del medio ambiente.</li> <li>• Fomentar actividades grupales que propicien la comunicación, el intercambio de ideas, la reflexión, la integración, y la colaboración entre estudiantes.</li> <li>• Aplicar la estadística descriptiva y la teoría del muestreo a variables relacionadas con el medio ambiente y la ingeniería civil.</li> </ul>
Desarrollo de competencias genéricas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Habilidad para buscar y analizar información provenientes de fuentes diversas</li> <li>• Búsqueda de información confiable y pertinente</li> <li>• Habilidad de manejo de TIC's</li> <li>• Capacidad de trabajar en equipo interdisciplinario</li> <li>• Capacidad de análisis y síntesis de información</li> <li>• Comunicación oral y escrita en su propia lengua</li> <li>• Conocimiento de una segunda lengua</li> <li>• Trabajar en forma autónoma</li> <li>• Búsqueda del logro con reflexión ética</li> <li>• Solución de problemas</li> </ul>
Horas teórico-prácticas	1-3

Desempeño	Nivel de desempeño	Indicadores de alcance	Valor del indicador
<b>Competencia alcanzada</b>	<b>Excelente</b>	<p><b>A. Se adapta a situaciones y contextos complejos.</b> Puede trabajar en equipo, reflejar sus conocimientos en la interpretación de la realidad. Pronosticar comportamientos o consecuencias de los fenómenos aleatorios relacionados con la práctica de la Ingeniería Civil y en materia ambiental.</p> <p><b>B. Hace aportaciones a las actividades académicas desarrolladas.</b> Pregunta integrando conocimiento de casos anteriores de la misma asignatura. Presenta otros puntos de vista que complementan al presentado en la clase. Presenta fuentes de información adicionales (internet, documentales, etc.). Usa más bibliografía. Consulta fuentes en un segundo idioma.</p> <p><b>C. Introduce recursos y experiencias que promueven un pensamiento crítico; (por ejemplo el uso de las TIC's estableciendo previamente un criterio).</b> Ante temas de la asignatura, introduce cuestionamientos de tipo ético y ambiental, etc., que deben tomarse en cuenta para comprender mejor, o a futuro dicho tema. Se apoya en foros o autores, bibliografía, documentales, etc., para sustentar su punto de vista.</p> <p><b>D. Incorpora conocimientos y actividades interdisciplinarias en su aprendizaje.</b> En el desarrollo de los temas de la asignatura, incorpora conocimientos y actividades desarrollados en otras asignaturas para lograr la competencia.</p> <p><b>E. Realiza su trabajo de manera autónoma y autorregulada.</b> Es capaz de organizar su tiempo y trabajar sin necesidad de una supervisión estrecha y/o coercitiva. Aprovecha la planeación de la asignatura presentada por el (la) profesor(a), (instrumentación didáctica) para presentar propuestas de mejora de la temática vista durante el curso. Realiza actividades de investigación para participar activamente durante el curso.</p>	95-100
	Notable		85-94
	Bueno		75-84
	Suficiente		70-74
	<b>Competencia no alcanzada</b>	Desempeño Insuficiente	No se cumple con el 100% de evidencias conceptuales, procedimentales y actitudinales de los indicadores definidos en el desempeño.

## Niveles de desempeño:

Desempeño	Nivel de desempeño	Indicadores de alcance	Valoración numérica
Competencia alcanzada	Excelente	A, B, C, D y E	95-100
	Notable	A, B, C, D y E	85-94
	Bueno	A, B, C, D y E	75-84
	Suficiente	A, B, C, D y E	70-74
Competencia no alcanzada	Insuficiente	A, B, C, D y E	NA

## Matriz de evaluación

Evidencia de aprendizaje	%	Indicador de alcance					Evaluación formativa de la competencia
		A	B	C	D	E	
Reportes de lectura							
Participación individual							
Participación en equipo y/o grupal							
Reportes de análisis de las prácticas desarrolladas							
Resolución de problemas de los temas							
Examen							
	TOTAL						

Nota: Este apartado se repite, de acuerdo al número de competencias específicas de los temas de asignatura.

## Fuentes de información y apoyos didácticos

<ul style="list-style-type: none"> <li>DeVore, J. (2005). Probabilidad y Estadística para Ingeniería y Ciencias. México: Thomson.</li> <li>SEMARNAT. (2013). <i>La calidad del aire: una práctica de vida</i></li> <li>Lohr, S. L. y O. A. P. Velasco. 2000. <i>Muestreo: Diseño y análisis</i>. Ed. International Thomson. México. 480 p.</li> <li>Ortega, E. (2012). La ingeniería civil y el cuidado al ambiente. México: Benemérita Universidad Autónoma de Puebla</li> <li>Ross, S. M. (2001). Probabilidad y Estadística para Ingenieros. México: McGraw Hill.</li> <li>Morillón, D. (2011). Edificación Sustentable en México: Retos y oportunidades. México</li> <li>Consejo de Evaluación de los Ecosistemas del Milenio. <i>Estamos Gastando más de lo que poseemos</i>. New York: United Nations. 2005.</li> <li>PNUMA. (2013). <i>Temas emergentes en nuestro medio ambiente mundial</i></li> <li>PNUMA. (2015). <i>Informe anual</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pizarrón blanco y marcadores borrables</li> <li>Laboratorio de cómputo</li> <li>Computadora</li> <li>Proyector digital</li> <li>Softwares estadísticos: MINITAB y SPSS</li> <li>Calculadora</li> <li>Internet</li> </ul>
--	---

### Calendarización de evaluación en semanas

SEMANA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	...	N
TR																
TP																
SD																

TR= Tiempo Real      TP=Tiempo Planeado      SD=Seguimiento Departamental

**ED=** Evaluación Diagnóstica    **EF<sub>n</sub>** =Evaluación Formativa (competencia específica n)

**ES=** Evaluación Sumativa

---

Nombre y firma del (de la) profesor(a)

---

Nombre y firma del (de la) jefe(a) del  
Departamento académico

### Unidad 4: Inferencia estadística

**Competencia No.\_1\_ Descripción:** Competencias específicas

- Aplicar los principios de la estadística inferencial en la determinación de los valores de parámetros poblacionales mediante su estimación por intervalos de confianza, planteamiento y prueba de hipótesis.

<b>Temas y subtemas para desarrollar la competencia específica: Inferencia estadística</b>	
Actividades de aprendizaje:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar una investigación relacionada con la práctica de la ingeniería civil y del ámbito ambiental en la que se seleccione una muestra aleatoria donde se apliquen los conceptos de estimación por intervalos de confianza, mediante el apoyo de los softwares: MINITAB Y SPSS.</li> <li>• Realizar una investigación relacionada con la práctica de la ingeniería civil y del ámbito ambiental en la que se seleccione una muestra aleatoria donde se apliquen los conceptos de prueba de hipótesis del comportamiento de los datos de la población de donde proviene la muestra, apoyándose de los softwares: MINITAB Y SPSS.</li> </ul>
Actividades de enseñanza	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Propiciar en el estudiante, el desarrollo de actividades intelectuales de inducción-deducción y análisis-síntesis, las cuales lo encaminan hacia la investigación, la aplicación de conocimientos y la solución de problemas</li> <li>• Propiciar actividades de búsqueda, selección y análisis de información en distintas fuentes.</li> <li>• Propiciar el uso de las nuevas tecnologías en la aplicación de intervalos de confianza y de las pruebas de hipótesis.</li> <li>• Desarrollar prácticas que promuevan el desarrollo de habilidades para la experimentación, tales como: observación, identificación y aplicación de la estadística inferencial a la ingeniería civil y del medio ambiente con apoyo de los softwares estadísticos: MINITAB y SPSS</li> <li>• Analizar fenómenos y problemáticas propias del campo ocupacional y del medio ambiente.</li> <li>• Fomentar actividades grupales que propicien la comunicación, el intercambio de ideas, la reflexión, la integración, y la colaboración entre estudiantes.</li> <li>• Aplicar la estadística inferencial a variables relacionadas con el medio ambiente y la ingeniería civil.</li> </ul>
Desarrollo de competencias genéricas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Habilidad para buscar y analizar información provenientes de fuentes diversas</li> <li>• Búsqueda de información confiable y pertinente</li> <li>• Habilidad de manejo de TIC's</li> <li>• Capacidad de trabajar en equipo interdisciplinario</li> <li>• Capacidad de análisis y síntesis de información</li> <li>• Comunicación oral y escrita en su propia lengua</li> <li>• Conocimiento de una segunda lengua</li> <li>• Trabajar en forma autónoma</li> <li>• Búsqueda del logro con reflexión ética</li> <li>• Solución de problemas</li> </ul>
Horas teórico-prácticas	2-2

Desempeño	Nivel de desempeño	Indicadores de alcance	Valor del indicador
<b>Competencia alcanzada</b>	Excelente	<p><b>A. Se adapta a situaciones y contextos complejos.</b> Puede trabajar en equipo, reflejar sus conocimientos en la interpretación de la realidad. Pronosticar comportamientos o consecuencias de los fenómenos aleatorios relacionados con la práctica de la Ingeniería Civil y en materia ambiental.</p> <p><b>B. Hace aportaciones a las actividades académicas desarrolladas.</b> Pregunta integrando conocimiento de casos anteriores de la misma asignatura. Presenta otros puntos de vista que complementan al presentado en la clase. Presenta fuentes de información adicionales (internet, documentales, etc.). Usa más bibliografía. Consulta fuentes en un segundo idioma.</p> <p><b>C. Introduce recursos y experiencias que promueven un pensamiento crítico; (por ejemplo el uso de las TIC´s estableciendo previamente un criterio).</b> Ante temas de la asignatura, introduce cuestionamientos de tipo ético y ambiental, etc., que deben tomarse en cuenta para comprender mejor, o a futuro dicho tema. Se apoya en foros o autores, bibliografía, documentales, etc., para sustentar su punto de vista.</p> <p><b>D. Incorpora conocimientos y actividades interdisciplinarias en su aprendizaje.</b> En el desarrollo de los temas de la asignatura, incorpora conocimientos y actividades desarrollados en otras asignaturas para lograr la competencia.</p> <p><b>E. Realiza su trabajo de manera autónoma y autorregulada.</b> Es capaz de organizar su tiempo y trabajar sin necesidad de una supervisión estrecha y/o coercitiva. Aprovecha la planeación de la asignatura presentada por el (la) profesor(a), (instrumentación didáctica) para presentar propuestas de mejora de la temática vista durante el curso. Realiza actividades de investigación para participar activamente durante el curso.</p>	95-100
		Notable	85-94
		Bueno	75-84
		Suficiente	70-74
<b>Competencia no alcanzada</b>	Desempeño Insuficiente	No se cumple con el 100% de evidencias conceptuales, procedimentales y actitudinales de los indicadores definidos en el desempeño.	NA (no alcanzada)

## Niveles de desempeño:

Desempeño	Nivel de desempeño	Indicadores de alcance	Valoración numérica
Competencia alcanzada	Excelente	A, B, C, D y E	95-100
	Notable	A, B, C, D y E	85-94
	Bueno	A, B, C, D y E	75-84
	Suficiente	A, B, C, D y E	70-74
Competencia no alcanzada	Insuficiente	A, B, C, D y E	NA

## Matriz de evaluación

Evidencia de aprendizaje	%	Indicador de alcance					Evaluación formativa de la competencia
		A	B	C	D	E	
Reportes de lectura							
Participación individual							
Participación en equipo y/o grupal							
Reportes de análisis de las prácticas desarrolladas							
Resolución de problemas de los temas							
Examen							
	TOTAL						

Nota: Este apartado de la instrumentación didáctica se repite, de acuerdo al número de competencias específicas de los temas de asignatura.

## Fuentes de información y apoyos didácticos

<ul style="list-style-type: none"> <li>DeVore, J. (2005). Probabilidad y Estadística para Ingeniería y Ciencias. México: Thomson.</li> <li>SEMARNAT. (2013). <i>La calidad del aire: una práctica de vida</i></li> <li>Lohr, S. L. y O. A. P. Velasco. 2000. <i>Muestreo: Diseño y análisis</i>. Ed. International Thomson. México. 480 p.</li> <li>Ortega, E. (2012). La ingeniería civil y el cuidado al ambiente. México: Benemérita Universidad Autónoma de Puebla</li> <li>Ross, S. M. (2001). Probabilidad y Estadística para Ingenieros. México: McGraw Hill.</li> <li>Morillón, D. (2011). Edificación Sustentable en México: Retos y oportunidades. México</li> <li>Consejo de Evaluación de los Ecosistemas del Milenio. <i>Estamos Gastando más de lo que poseemos</i>. New York: United Nations. 2005.</li> <li>PNUMA. (2013). <i>Temas emergentes en nuestro medio ambiente mundial</i></li> <li>PNUMA. (2015). <i>Informe anual</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pizarrón blanco y marcadores borrables</li> <li>Laboratorio de cómputo</li> <li>Computadora</li> <li>Proyector digital</li> <li>Softwares estadísticos: MINITAB y SPSS</li> <li>Calculadora</li> <li>Internet</li> </ul>
--	---

### Calendarización de evaluación en semanas

SEMANA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	...	N
TR																
TP																
SD																

TR= Tiempo Real      TP=Tiempo Planeado      SD=Seguimiento Departamental

**ED=** Evaluación Diagnóstica    **EF<sub>n</sub>** =Evaluación Formativa (competencia específica n)

**ES=** Evaluación Sumativa

---

Nombre y firma del (de la) profesor(a)

---

Nombre y firma del (de la) jefe(a) del  
Departamento académico

## Unidad 5: Análisis de Correlación y Regresión

### Competencia No.\_1\_ Descripción: Competencias específicas

- Aplicar las técnicas de regresión y correlación para determinar y predecir el estado de las variables aleatorias, así como la dependencia entre éstas.

Temas y subtemas para desarrollar la competencia específica: Análisis de regresión y correlación	
Actividades de aprendizaje:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Exponer los principales métodos de regresión y correlación aplicables a la ingeniería civil y al ámbito ambiental:               <ul style="list-style-type: none"> <li>✎ Determinar la correlación lineal de Pearson para un conjunto de datos X,Y</li> <li>✎ Dado un conjunto de datos X,Y aplicar el método de mínimos cuadrados para definir una curva de regresión</li> <li>✎ Validar la curva de regresión</li> <li>✎ Plantear y resolver problemas de regresión y correlación lineal de aplicación a la ingeniería civil y del medio ambiente.</li> <li>✎ Utilizar software estadístico (MINITAB o SPSS) para la solución de problemas de regresión y correlación</li> </ul> </li> </ul>
Actividades de enseñanza	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Propiciar en el estudiante, el desarrollo de actividades intelectuales de inducción-deducción y análisis-síntesis, las cuales lo encaminan hacia la investigación, la aplicación de conocimientos y la solución de problemas</li> <li>• Propiciar actividades de búsqueda, selección y análisis de información en distintas fuentes.</li> <li>• Propiciar el uso de las nuevas tecnologías en la aplicación de la regresión y correlación</li> <li>• Desarrollar prácticas que promuevan el desarrollo de habilidades para la experimentación, tales como: observación, identificación y modelación por regresión aplicadas a la ingeniería civil y al ámbito ambiental con apoyo de los software estadístico: MINITAB o SPSS</li> <li>• Analizar fenómenos y problemáticas propias del campo ocupacional y del medio ambiente.</li> <li>• Fomentar actividades grupales que propicien la comunicación, el intercambio de ideas, la reflexión, la integración, y la colaboración entre estudiantes.</li> <li>• Aplicar la regresión y correlación a variables relacionadas con el medio ambiente y la ingeniería civil.</li> </ul>
Desarrollo de competencias genéricas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Habilidad para buscar y analizar información provenientes de fuentes diversas</li> <li>• Búsqueda de información confiable y pertinente</li> <li>• Habilidad de manejo de TIC's</li> <li>• Capacidad de trabajar en equipo interdisciplinario</li> <li>• Capacidad de análisis y síntesis de información</li> <li>• Comunicación oral y escrita en su propia lengua</li> <li>• Conocimiento de una segunda lengua</li> <li>• Trabajar en forma autónoma</li> <li>• Toma de decisiones</li> <li>• Búsqueda del logro con reflexión ética</li> <li>• Solución de problemas</li> </ul>
Horas teórico-prácticas	2-2

Desempeño	Nivel de desempeño	Indicadores de alcance	Valor del indicador
<b>Competencia alcanzada</b>	<b>Excelente</b>	<p><b>A. Se adapta a situaciones y contextos complejos.</b> Puede trabajar en equipo, reflejar sus conocimientos en la interpretación de la realidad. Pronosticar comportamientos o consecuencias de los fenómenos aleatorios relacionados con la práctica de la Ingeniería Civil y en materia ambiental.</p> <p><b>B. Hace aportaciones a las actividades académicas desarrolladas.</b> Pregunta integrando conocimiento de casos anteriores de la misma asignatura. Presenta otros puntos de vista que complementan al presentado en la clase. Presenta fuentes de información adicionales (internet, documentales, etc.). Usa más bibliografía. Consulta fuentes en un segundo idioma.</p> <p><b>C. Introduce recursos y experiencias que promueven un pensamiento crítico; (por ejemplo el uso de las TIC's estableciendo previamente un criterio).</b> Ante temas de la asignatura, introduce cuestionamientos de tipo ético y ambiental, etc., que deben tomarse en cuenta para comprender mejor, o a futuro dicho tema. Se apoya en foros o autores, bibliografía, documentales, etc., para sustentar su punto de vista.</p> <p><b>D. Incorpora conocimientos y actividades interdisciplinarias en su aprendizaje.</b> En el desarrollo de los temas de la asignatura, incorpora conocimientos y actividades desarrollados en otras asignaturas para lograr la competencia.</p> <p><b>E. Realiza su trabajo de manera autónoma y autorregulada.</b> Es capaz de organizar su tiempo y trabajar sin necesidad de una supervisión estrecha y/o coercitiva. Aprovecha la planeación de la asignatura presentada por el (la) profesor(a), (instrumentación didáctica) para presentar propuestas de mejora de la temática vista durante el curso. Realiza actividades de investigación para participar activamente durante el curso.</p>	95-100
	Notable		85-94
	Bueno		75-84
	Suficiente		70-74
<b>Competencia no alcanzada</b>	Desempeño Insuficiente	No se cumple con el 100% de evidencias conceptuales, procedimentales y actitudinales de los indicadores definidos en el desempeño.	NA (no alcanzada)

## Niveles de desempeño:

Desempeño	Nivel de desempeño	Indicadores de alcance	Valoración numérica
Competencia alcanzada	Excelente	A, B, C, D y E	95-100
	Notable	A, B, C, D y E	85-94
	Bueno	A, B, C, D y E	75-84
	Suficiente	A, B, C, D y E	70-74
Competencia no alcanzada	Insuficiente	A, B, C, D y E	NA

## Matriz de evaluación

Evidencia de aprendizaje	%	Indicador de alcance					Evaluación formativa de la competencia
		A	B	C	D	E	
Reportes de lectura							
Participación individual							
Participación en equipo y/o grupal							
Reportes de análisis de las prácticas desarrolladas							
Resolución de problemas de los temas							
Examen							
	TOTAL						

Nota: Este apartado de la instrumentación didáctica se repite, de acuerdo al número de competencias específicas de los temas de asignatura.

## Fuentes de información y apoyos didácticos

<ul style="list-style-type: none"> <li>DeVore, J. (2005). Probabilidad y Estadística para Ingeniería y Ciencias. México: Thomson.</li> <li>CONAGUA. (2014). <i>Estadísticas del agua en México</i></li> <li>SEMARNAT. (2013). <i>La calidad del aire: una práctica de vida</i></li> <li>Lohr, S. L. y O. A. P. Velasco. (2000). <i>Muestreo: Diseño y análisis</i>. Ed. International Thomson. México. 480 p.</li> <li>Ortega, E. (2012). La ingeniería civil y el cuidado al ambiente. México: Benemérita Universidad Autónoma de Puebla</li> <li>Montgomery, D. (2002). Introducción al análisis de regresión. México: CECSA</li> <li>Morillón, D. (2011). Edificación Sustentable en México: Retos y oportunidades. México</li> <li>Consejo de Evaluación de los Ecosistemas del Milenio. <i>Estamos Gastando más de lo que poseemos</i>. New York: United Nations. 2005.</li> <li>PNUMA. (2013). <i>Temas emergentes en nuestro medio ambiente mundial</i></li> <li>PNUMA. (2015). <i>Informe anual</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pizarrón blanco y marcadores borrables</li> <li>Laboratorio de cómputo</li> <li>Computadora</li> <li>Proyector digital</li> <li>Software estadístico: MINITAB y SPSS</li> <li>Calculadora</li> <li>Internet</li> </ul>
--	---

### Calendarización de evaluación en semanas

SEMANA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	...	N
TR																
TP																
SD																

TR= Tiempo Real      TP=Tiempo Planeado      SD=Seguimiento Departamental

**ED=** Evaluación Diagnóstica    **EF<sub>n</sub>** =Evaluación Formativa (competencia específica n)

**ES=** Evaluación Sumativa

---

Nombre y firma del (de la) profesor(a)

---

Nombre y firma del (de la) jefe(a) del  
Departamento académico

## 6.6.2. Instrumentación didáctica “Cálculo Diferencial”

### Caracterización de la asignatura

Esta asignatura aporta al PPAR del Ingeniero Civil nuevas estrategias para resolver problemas de aplicación matemática referente a la modelación de fenómenos, busca explicar la aplicación de herramientas provistas por el cálculo diferencial en la resolución de problemas inherentes a la Ingeniería Civil y en materia ambiental. Así como fomentar un comportamiento como agente activo en la creación y actuación de una conciencia con sentido humano, sustentable basada en valores en el ejercicio de sus actividades profesionales.

La característica más sobresaliente de esta asignatura es que en ella se estudian los conceptos sobre los que se construye todo el Cálculo: números reales, variable, función y límite. Utilizando estos tres conceptos se establece uno de los esenciales del Cálculo: la derivada, concepto que permite analizar razones de cambio entre dos variables, noción de trascendental importancia en las aplicaciones de la ingeniería. Esta asignatura contiene los conceptos básicos y esenciales para cualquier área de la ingeniería y contribuye a desarrollar en el ingeniero un pensamiento lógico, formal, heurístico y algorítmico. En el Cálculo Diferencial el estudiante adquiere los conocimientos necesarios para afrontar con éxito cálculo integral, cálculo vectorial, ecuaciones diferenciales, asignaturas de física y ciencias de la ingeniería. Además, encuentra, también, los principios y las bases para el modelado matemático. En congruencia con los objetivos planteados en una educación integral, la asignatura se ha impregnado de contenidos del eje emergente ambiental, buscando que el estudiante adquiriera las bases de un desarrollo sustentable, durante su ejercicio profesional.

Puesto que esta materia dará soporte a otras, más directamente vinculadas con desempeños profesionales, se encuentra ubicada en el primer semestre de la estructura curricular, antes de cursar aquellas a las que da soporte.

### Intención didáctica

La asignatura de Cálculo Diferencial en sus secciones de aplicación, permite modelar los fenómenos para conocer su comportamiento y evaluar la magnitud de los mismos. Le debe permitir identificar los problemas que son susceptibles de ser analizados desde la disciplina en cuestión y dando cobertura al desarrollo de una conciencia ambientalmente responsable al profesionista en formación. Además, debe permitirle estructurar métodos de análisis propios para la investigación a partir del conocimiento de las formas que los fenómenos desarrollan.

El enfoque sugerido para la materia requiere que las actividades prácticas promuevan el desarrollo de habilidades y estrategias para su entorno laboral, tales como: identificación del software en la resolución de los problemas y saber utilizar las aplicaciones adecuadas con lo que se requieren. En las actividades prácticas sugeridas, es conveniente que el profesor guíe a sus alumnos para que ellos realicen las actividades y aprendan a identificar cada uno de los elementos.

### Competencia de la asignatura

Construye y aplica las herramientas del Cálculo Diferencial (funciones, máximos y mínimos) adecuadas en la solución de problemas que involucren fenómenos relacionados con la práctica de la Ingeniería Civil y en materia ambiental, mediante la selección, organización, manejo y análisis de problemas vinculados a los procesos propios de la Ingeniería.

## Análisis por competencias específicas:

### Unidad 2: Funciones

#### Competencia No.\_1\_ Descripción: Competencias específicas

- Identifica funciones matemáticas que correspondan a fenómenos que se produzcan en el ámbito de la Ingeniería Civil.
- Calcula operaciones con funciones vinculados a la práctica de la Ingeniería Civil y en materia ambiental.
- Calcula máximos y mínimos vinculados a la práctica de la Ingeniería civil y en materia ambiental

<b>Temas y subtemas para desarrollar la competencia específica: Funciones</b>	
Actividades de aprendizaje:	<ul style="list-style-type: none"><li>• Identificar funciones matemáticas que describan un fenómeno dado.</li><li>• Emplear herramientas provistas por el cálculo diferencial para determinar parámetros específicos de interés.</li><li>• Analizar los resultados obtenidos y tratar de elaborar propuestas para mitigar el impacto ambiental producido por procesos de la ingeniería civil.</li></ul>
Actividades de enseñanza	<ul style="list-style-type: none"><li>• Diseñar ejercicios que favorezcan el desarrollo de conceptos por los estudiantes respecto de las diferentes funciones matemáticas.</li><li>• Proponer problemas que les permitan a los estudiantes relacionar las funciones matemáticas con fenómenos reales que sean modelados por ellas.</li><li>• Coadyuvar al desarrollo de habilidades para aplicar las herramientas del cálculo diferencial en la resolución de problemas relacionados con los fenómenos descritos.</li></ul>
Desarrollo de competencias genéricas	<ul style="list-style-type: none"><li>• Habilidad para buscar y analizar información provenientes de fuentes diversas</li><li>• Búsqueda de información confiable y pertinentes</li><li>• Habilidad de manejo de TIC's</li><li>• Capacidad de trabajar en equipo interdisciplinario</li><li>• Capacidad de análisis y síntesis de información</li><li>• Comunicación oral y escrita en su propia lengua</li><li>• Conocimiento de una segunda lengua</li><li>• Trabajar en forma autónoma</li><li>• Búsqueda del logro con reflexión ética</li></ul>
Horas teórico-prácticas	3-2

Desempeño	Nivel de desempeño	Indicadores de alcance	Valor del indicador
<b>Competencia alcanzada</b>	<b>Excelente</b>	<p><b>A. Se adapta a situaciones y contextos complejos.</b> Puede trabajar en equipo, reflejar sus conocimientos en la interpretación de la realidad. Pronosticar comportamientos o consecuencias de los fenómenos aleatorios relacionados con la práctica de la Ingeniería Civil y en materia ambiental.</p> <p><b>B. Hace aportaciones a las actividades académicas desarrolladas.</b> Pregunta integrando conocimiento de casos anteriores de la misma asignatura. Presenta otros puntos de vista que complementan al presentado en la clase. Presenta fuentes de información adicionales (internet, documentales, etc.). Usa más bibliografía. Consulta fuentes en un segundo idioma.</p> <p><b>C. Introduce recursos y experiencias que promueven un pensamiento crítico; (por ejemplo el uso de las TIC's estableciendo previamente un criterio).</b> Ante temas de la asignatura, introduce cuestionamientos de tipo ético y ambiental, etc., que deben tomarse en cuenta para comprender mejor, o a futuro dicho tema. Se apoya en foros o autores, bibliografía, documentales, etc., para sustentar su punto de vista.</p> <p><b>D. Incorpora conocimientos y actividades interdisciplinarias en su aprendizaje.</b> En el desarrollo de los temas de la asignatura, incorpora conocimientos y actividades desarrollados en otras asignaturas para lograr la competencia.</p> <p><b>E. Realiza su trabajo de manera autónoma y autorregulada.</b> Es capaz de organizar su tiempo y trabajar sin necesidad de una supervisión estrecha y/o coercitiva. Aprovecha la planeación de la asignatura presentada por el (la) profesor(a), (instrumentación didáctica) para presentar propuestas de mejora de la temática vista durante el curso. Realiza actividades de investigación para participar activamente durante el curso.</p>	95-100
	Notable		85-94
	Bueno		75-84
	Suficiente		70-74
	<b>Competencia no alcanzada</b>	Desempeño Insuficiente	No se cumple con el 100% de evidencias conceptuales, procedimentales y actitudinales de los indicadores definidos en el desempeño.

## Niveles de desempeño:

Desempeño	Nivel de desempeño	Indicadores de alcance	Valoración numérica
Competencia alcanzada	Excelente	A, B, C, D y E	95-100
	Notable	A, B, C, D y E	85-94
	Bueno	A, B, C, D y E	75-84
	Suficiente	A, B, C, D y E	70-74
Competencia no alcanzada	Insuficiente	A, B, C, D y E	NA

## Matriz de evaluación

Evidencia de aprendizaje	%	Indicador de alcance					Evaluación formativa de la competencia
		A	B	C	D	E	
Reportes de lectura							
Participación individual							
Participación en equipo y/o grupal							
Reportes de análisis de las prácticas desarrolladas							
Resolución de problemas de los temas							
Examen							
	TOTAL						

Nota: Este apartado se repite, de acuerdo al número de competencias específicas de los temas de asignatura.

## Fuentes de información y apoyos didácticos

<ul style="list-style-type: none"> <li>Larson, Hostetler y Edwards (2006). Cálculo I octava edición Mc. Graw Hill.</li> <li>SEMARNAT. (2013). <i>La calidad del aire: una práctica de vida</i></li> <li>Ortega, E. (2012). La ingeniería civil y el cuidado al ambiente. México: Benemérita Universidad Autónoma de Puebla</li> <li>Spiegel, M. R. (1992). Manual de Fórmulas y Tablas Matemáticas. México: McGraw Hill.</li> <li>Morillón, D. (2011). Edificación Sustentable en México: Retos y oportunidades. México</li> <li>Consejo de Evaluación de los Ecosistemas del Milenio. <i>Estamos Gastando más de lo que poseemos</i>. New York: United Nations. 2005.</li> <li>PNUMA. (2013). <i>Temas emergentes en nuestro medio ambiente mundial</i></li> <li>PNUMA. (2015). <i>Informe anual</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pizarrón blanco y marcadores borrables</li> <li>Laboratorio de cómputo</li> <li>Computadora</li> <li>Proyector digital</li> <li>Software matemático: Scientific Notebook</li> <li>Calculadora</li> <li>Internet</li> <li>Libro de texto (Cálculo Diferencial por competencias)</li> </ul>
--	--

### Calendarización de evaluación en semanas

SEMANA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	...	N
TR																
TP																
SD																

TR= Tiempo Real      TP=Tiempo Planeado      SD=Seguimiento Departamental

**ED=** Evaluación Diagnóstica    **EF<sub>n</sub>** =Evaluación Formativa (competencia específica n)

**ES=** Evaluación Sumativa

---

Nombre y firma del (de la) profesor(a)  
Departamento académico

---

Nombre y firma del (de la) jefe(a) del

## Unidad 5: Aplicaciones de la derivada

### Competencia No.1 Descripción: Competencias específicas

- Aplicar el concepto de la derivada para la solución de problemas de optimización y de variación de funciones y el de diferencial en problemas que requieren de aproximaciones.
- Modelar matemáticamente fenómenos y situaciones vinculados a la práctica de la Ingeniería Civil y en materia ambiental.
- Optimizar soluciones

<b>Temas y subtemas para desarrollar la competencia específica: Funciones</b>	
Actividades de aprendizaje:	<ul style="list-style-type: none"><li>• Obtener los puntos críticos de una función</li><li>• Explicar los conceptos de punto máximo, punto mínimo y punto de inflexión de una función.</li><li>• Determinar cuando un punto crítico es un máximo o un mínimo o un punto de inflexión (criterio de la primera derivada)</li><li>• Explicar la diferencia entre máximos y mínimos relativos y máximos y mínimos absolutos de una función en un intervalo.</li><li>• Calcular máximos y mínimos de funciones vinculadas a la práctica de la Ingeniería Civil y en materia ambiental.</li><li>• Analizar los resultados obtenidos y tratar de elaborar propuestas para mitigar el impacto ambiental producido por procesos de la Ingeniería Civil.</li></ul>
Actividades de enseñanza	<ul style="list-style-type: none"><li>• Diseñar ejercicios que favorezcan el desarrollo de conceptos por los estudiantes respecto de las aplicaciones de las derivadas.</li><li>• Coadyuvar al desarrollo de habilidades para aplicar las herramientas del cálculo diferencial en la resolución de problemas relacionados con la Ingeniería Civil y en materia ambiental.</li></ul>
Desarrollo de competencias genéricas	<ul style="list-style-type: none"><li>• Habilidad para buscar y analizar información provenientes de fuentes diversas</li><li>• Búsqueda de información confiable y pertinentes</li><li>• Habilidad de manejo de TIC's</li><li>• Capacidad de trabajar en equipo interdisciplinario</li><li>• Capacidad de análisis y síntesis de información</li><li>• Comunicación oral y escrita en su propia lengua</li><li>• Conocimiento de una segunda lengua</li><li>• Trabajar en forma autónoma</li><li>• Búsqueda del logro con reflexión ética</li></ul>
Horas teórico-prácticas	3-2

Desempeño	Nivel de desempeño	Indicadores de alcance	Valor del indicador
<b>Competencia alcanzada</b>	<b>Excelente</b>	<p><b>A. Se adapta a situaciones y contextos complejos.</b> Puede trabajar en equipo, reflejar sus conocimientos en la interpretación de la realidad. Pronosticar comportamientos o consecuencias de los fenómenos aleatorios relacionados con la práctica de la Ingeniería Civil y en materia ambiental.</p> <p><b>B. Hace aportaciones a las actividades académicas desarrolladas.</b> Pregunta integrando conocimiento de casos anteriores de la misma asignatura. Presenta otros puntos de vista que complementan al presentado en la clase. Presenta fuentes de información adicionales (internet, documentales, etc.). Usa más bibliografía. Consulta fuentes en un segundo idioma.</p> <p><b>C. Introduce recursos y experiencias que promueven un pensamiento crítico; (por ejemplo el uso de las TIC´s estableciendo previamente un criterio).</b> Ante temas de la asignatura, introduce cuestionamientos de tipo ético y ambiental, etc., que deben tomarse en cuenta para comprender mejor, o a futuro dicho tema. Se apoya en foros o autores, bibliografía, documentales, etc., para sustentar su punto de vista.</p> <p><b>D. Incorpora conocimientos y actividades interdisciplinarias en su aprendizaje.</b> En el desarrollo de los temas de la asignatura, incorpora conocimientos y actividades desarrollados en otras asignaturas para lograr la competencia.</p> <p><b>E. Realiza su trabajo de manera autónoma y autorregulada.</b> Es capaz de organizar su tiempo y trabajar sin necesidad de una supervisión estrecha y/o coercitiva. Aprovecha la planeación de la asignatura presentada por el (la) profesor(a), (instrumentación didáctica) para presentar propuestas de mejora de la temática vista durante el curso. Realiza actividades de investigación para participar activamente durante el curso.</p>	95-100
	Notable		85-94
	Bueno		75-84
	Suficiente		70-74
	<b>Competencia no alcanzada</b>	Desempeño Insuficiente	No se cumple con el 100% de evidencias conceptuales, procedimentales y actitudinales de los indicadores definidos en el desempeño.

## Niveles de desempeño:

Desempeño	Nivel de desempeño	Indicadores de alcance	Valoración numérica
Competencia alcanzada	Excelente	A, B, C, D y E	95-100
	Notable	A, B, C, D y E	85-94
	Bueno	A, B, C, D y E	75-84
	Suficiente	A, B, C, D y E	70-74
Competencia no alcanzada	Insuficiente	A, B, C, D y E	NA

## Matriz de evaluación

Evidencia de aprendizaje	%	Indicador de alcance					Evaluación formativa de la competencia
		A	B	C	D	E	
Reportes de lectura							
Participación individual							
Participación en equipo y/o grupal							
Reportes de análisis de las prácticas desarrolladas							
Resolución de problemas de los temas							
Examen							
	TOTAL						

Nota: Este apartado se repite, de acuerdo al número de competencias específicas de los temas de asignatura.

## Fuentes de información y apoyos didácticos

<ul style="list-style-type: none"> <li>Larson, Hostetler y Edwards (2006). Cálculo I octava edición Mc. Graw Hill.</li> <li>SEMARNAT. (2013). <i>La calidad del aire: una práctica de vida</i></li> <li>Ortega, E. (2012). La ingeniería civil y el cuidado al ambiente. México: Benemérita Universidad Autónoma de Puebla</li> <li>Spiegel, M. R. (1992). Manual de Fórmulas y Tablas Matemáticas. México: McGraw Hill.</li> <li>Morillón, D. (2011). Edificación Sustentable en México: Retos y oportunidades. México</li> <li>Consejo de Evaluación de los Ecosistemas del Milenio. <i>Estamos Gastando más de lo que poseemos</i>. New York: United Nations. 2005.</li> <li>PNUMA. (2013). <i>Temas emergentes en nuestro medio ambiente mundial</i></li> <li>PNUMA. (2015). <i>Informe anual</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pizarrón blanco y marcadores borrables</li> <li>Laboratorio de cómputo</li> <li>Computadora</li> <li>Proyector digital</li> <li>Software matemático: Scientific Notebook</li> <li>Calculadora</li> <li>Internet</li> <li>Libro de texto (Cálculo Diferencial por competencias)</li> </ul>
--	--

### Calendarización de evaluación en semanas

SEMANA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	...	N
TR																
TP																
SD																

TR= Tiempo Real      TP=Tiempo Planeado      SD=Seguimiento Departamental

**ED=** Evaluación Diagnóstica    **EF<sub>n</sub>** =Evaluación Formativa (competencia específica n)

**ES=** Evaluación Sumativa

---

Nombre y firma del (de la) profesor(a)  
Departamento académico

---

Nombre y firma del (de la) jefe(a) del

Cabe resaltar que todos los esfuerzos realizados en busca de la transversalización ambiental en planes de estudios de ES, carecen de una metodología rigurosa que conduzca a ella, partiendo de un PPAR y de la opinión tanto de expertos como de docentes del programa educativo a transversalizar. Esto dio lugar a la formulación del proyecto que aporta el conocimiento científico para construir un modelo aplicable a las IES, desde un enfoque estadístico (Cuadro 21).

Las dos asignaturas impregnadas ilustran su contribución a la formación del PPAR, esto se puede observar en la siguiente matriz de correlación (Cuadro 21).

**Cuadro 21:** Matriz de correlación “contribución de las asignaturas impregnadas al PPAR”

<b>Características de un PPAR</b>	<b>Asignaturas ICIV</b>		
	Probabilidad y Estadística	Cálculo Diferencial	...
1. Mostrar un comportamiento como agente activo en la creación y actuación de una conciencia con sentido humano, sustentable basada en valores en el ejercicio de sus actividades profesionales.			
2. Realizar la planificación, proyección, diseño, construcción, operación y conservación de obras hidráulicas y sanitarias; sistemas estructurales; vías terrestres; edificación y obras de infraestructura urbana e industrial, cumpliendo con la normatividad en materia ambiental.			
3. Liderar equipos técnicos para determinar la factibilidad ambiental, económica, técnica, normativa, administrativa y financiera de los proyectos de obras civiles.			
4. Realizar proyectos de investigación y desarrollo tecnológico en el ámbito de la Ingeniería Civil, que permitan encontrar tecnologías factibles y sustentables.			
5. Integrar nuevas tecnologías en los estudios, proyectos y construcción de obras civiles, aplicando métodos científicos.			
6. Hacer uso efectivo y sostenido de los recursos en los procesos constructivos de obras civiles.			
7. Usar técnicas de control de calidad integral y sustentable en los materiales y procesos constructivos.			
8. Utilizar las Tecnologías de la Información y Comunicación para el planteamiento de soluciones integrales.			
9. Emprender proyectos productivos y sociales pertinentes con una perspectiva de sentido humano, sustentable y fincado en valores.			

## VII. DISCUSIÓN

### 7.1 Diagnóstico

Para cuantificar la presencia del eje medio ambiente en las asignaturas del plan de estudio de la carrera de ICIV, se utilizó el instrumento de cuatro intervalos: 36-52=muy vinculado, 18-35=parcialmente vinculado, 1-17=poco vinculado y 0=no se vincula, propuesto por Aparicio et al., (2014), a diferencia de los métodos de Becerra (2017) que no valora el grado de ambientalización y de IRG et al., (2009) que en su instrumento sólo propone tres intervalos.

El diagnóstico del nivel de presencia del eje medio ambiente en la muestra aleatoria y el análisis descriptivo de las asignaturas en el programa educativo de la carrera de ICIV, mostró que sólo la denominada “Desarrollo Sustentable” está poco vinculada con el eje medio ambiente (Figura 8). Asimismo, la estimación inferencial mediante el intervalo al 95% de confianza para una proporción poblacional ( $P$ =asignaturas poco vinculadas), indicó que de las 44 asignaturas, 4 (9.25%) están poco vinculadas con el eje medio ambiente y 40 totalmente desvinculadas (Figura 10). La aplicación de estas técnicas estadísticas da lugar a que estos resultados sean reproducibles en otras investigaciones. En contraste, otros autores (IRG, AGA & ASOCIADOS-Consultores en Comunicación, 2009; Aparicio, et al, 2014; Becerra, 2017; & Alvear, Rengifo, Urbano & Barcia, 2017), han diagnosticado la dimensión ambiental en asignaturas y programas educativos, utilizando las técnicas de análisis documental y la entrevista como se realizó en este estudio. Otras investigaciones muestran resultados del diagnóstico, pero no la metodología desarrollada, por lo que no se puede hacer una comparación de resultados (Araiza, 2017; Suarez-Rodríguez, Medina-Lerma, Gamboa-León, Aguilera-Alejo & Pérez-Orta, 2017).

Por otra parte, Suarez-Rodríguez, et al., (2017) hicieron una revisión de los planes curriculares, donde identificaron la inclusión de la competencia sustentabilidad y responsabilidad social en cuatro programas educativos (Contador Público, Ingeniería mecánica electricista, Ingeniería agroindustrial y Enfermería) de la Región Huasteca Sur de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí; con esta investigación se

encontró coincidencia solo en la revisión de planes curriculares y de las competencias ambientales pertinentes; sin embargo, al no presentar su metodología, no se puede realizar una discusión más amplia.

El estudio de Becerra (2017), solo realizó un análisis documental de materias de 21 carreras de la Universidad Autónoma de Chapingo, agrupándolas en tres niveles, sin llegar a valorar el grado de ambientalización de cada una de ellas. Con esta investigación sólo se coincide en el análisis documental de las asignaturas.

## **7.2 Definición del PPAR**

En esta fase, se adopta la definición de un Perfil Profesional Ambientalmente Responsable como el rasgo referencial que articula el mundo académico universitario, el mundo del trabajo que ejercen los profesores y la demanda ética de un ciudadano que proteja el ambiente (IRG et al., 2009).

La metodología del PPAR en este proyecto se basó en un análisis de convergencia de opiniones establecido por los docentes participantes en la primera y segunda ronda del método Delphi, así como en la formulación de competencias ambientales cognitivas que integran conocimientos disciplinares relacionados con el eje ambiental (comprender, identificar, determinar, proponer y analizar); habilidades que implican cómo proceder en situaciones profesionales, manejo de tecnologías y estrategias ambientalmente responsables; y competencias actitudinales referente a los saberes afectivos, emocionales y valorativos que permiten al egresado ejercer su profesión con responsabilidad ambiental, fundamentados en la Misión, Visión y Valores del TecNM.

En comparación con IRG et al., (2009) quienes refieren una serie de actividades para la definición de un PPAR, este estudio coincide en la incorporación de competencias ambientales cognitivas, procedimentales y actitudinales, partiendo de un diagnóstico de ambientalización y delimitando los dominios de las competencias del egresado.

En este sentido, se destaca que esta investigación es innovadora en el uso del simulador social Delphi-electrónico en el proceso de construcción y propuesta de un PPAR, mediante la participación colegiada de docentes y expertos en todo el país, reconociendo su rol en el proceso educativo.

En otras investigaciones revisadas, no existe definición de un PPAR para el fin de lograr una transversalización ambiental. Es el caso de Fernández-Batanero (2004) en su proyecto *La transversalidad curricular en el contexto universitario: un puente entre el aprendizaje académico y el natural*; el de Velásquez-Sarria (2009) en *La transversalidad como posibilidad curricular desde la EA*; y finalmente, el de Uscanga & Huerta (2011) quienes presentan *La transversalización de la EA para la sustentabilidad* en el Centro Universitario Hispano Mexicano (CUHM), quienes al no definir un PPAR, no se puede comparar con esta.

Es importante destacar que la determinación de un PPAR es indispensable para decidir la naturaleza de los contenidos ambientales y las competencias respectivas a incorporar en el currículo a ser transversalizado.

### **7.3 Selección y secuencia de contenidos ambientales**

Para llegar a la transversalización, se considera que una vez que se realiza el diagnóstico y se define el PPAR, la siguiente actividad debe ser seleccionar y organizar los contenidos ambientales en las unidades de aprendizaje.

La selección y secuencia de contenidos ambientales se realizó a través de la técnica estadística multivariante de análisis conjunto, basada en que los docentes participantes, evalúen la importancia de los contenidos ambientales a transversalizar en cada asignatura que imparten, siguiendo el proceso: a) definición de factores y niveles ambientales; b) confección de tarjetas o perfiles completos con SPSS; c) diseño, aplicación y análisis del cuestionario electrónico *Modelos de elección y secuencia de temas ambientales*; d) identificación de los temas ambientales; y e) construcción del modelo de elección: selección y secuencia de temas a impregnar, mostrado en el diagrama (Figura 7).

Este trabajo coincide con las actividades a) y d) que propone IRG et al., (2009); y se distingue por la aplicación de la técnica estadística modelos de elección con análisis conjunto en perfiles completos, lo que permitió identificar el nivel de importancia y la secuencia de los factores ambientales a impregnar en las asignaturas (Anexo III), permitiendo la reproducibilidad de resultados.

Uscanga et al., (2011) seleccionaron los temas a integrar como parte del eje de transversalización de la EA para la sustentabilidad en el CUHM, considerando todos los reportados durante ocho años por los profesores, como experiencias de gran aporte en las asignaturas, para llegar a una metodología como la que se propone en esta investigación, fue necesario que su Coordinación de Gestión y Educación Ambiental trabajara con el cuerpo docente durante dos años, brindándoles capacitación en cuatro talleres; diez años en total. En la metodología que aquí se propone, sólo se requirió un semestre para obtener datos confiables.

Referente a la elección y secuenciación de contenidos, en este estudio se tomaron en cuenta las opiniones de docentes y expertos participantes que convergieron en la secuencia: “agua”, “biodiversidad”, “aire” y “suelo”; las preferencias de cada nivel de los contenidos ambientales y su impregnación en las asignaturas del plan de estudio se pueden observar en las Figuras 34, 35, 36, 37 y cuadro 12. En el caso de IRG et al., (2009) se propone el orden siguiente: “Recurso agua”, “Recurso aire”, “Recurso suelo” y “Recurso Energía”, en tanto que Uscanga et al., (2011) no concretan alguna secuencia de temas. Mora (2012) refiere la ambientalización de los programas curriculares de la Facultad de Medio Ambiente en la Universidad Distrital en Bogotá, identificando las ideas del profesorado, en relación con las necesidades requeridas para incluir la dimensión ambiental en los programas curriculares, diseñando una encuesta con catorce preguntas abiertas, referidas a tres ámbitos: desarrollo sostenible, constructivismo didáctico (aspectos pedagógico-didácticos), y complejidad (pensamiento sistémico).

Con base en la literatura revisada, se observa que en esta investigación se ha logrado un avance significativo sobre la selección y secuencia de contenidos ambientales a impregnar.

#### **7.4 Impregnación de los contenidos ambientales**

La *impregnación* de contenidos ambientales implica desarrollar o fortalecer currículos, documentos institucionales y materiales pedagógicos con un enfoque multi, inter e incluso transdisciplinar (Ull, Martínez-Agut, Piñero & Aznar-Minguet, 2010). Es una tarea muy específica que requiere la participación activa de los docentes.

La última fase del proceso de transversalización propuesto en este estudio, consiste en la impregnación, la cual se realizó mediante grupos de trabajo con docentes de los Institutos Tecnológicos de Tepic y de Chilpancingo, que imparten la misma asignatura en la carrera de ICIV (Anexos IV y V). El proceso fue el siguiente: a) se realizó un análisis correlacional de las competencias del PPAR, los contenidos ambientales identificados y los contenidos de los temas de la asignatura; b) se determinó en cuáles temas y subtemas se podían incorporar; y c) se diseñaron y formularon problemas vinculados a los temas ambientales identificados, incluyendo la instrumentación didáctica para la formación y desarrollo de competencias del TecNM, que comprende: 1) caracterización de la asignatura; 2) intención didáctica; 3) competencias de la asignatura; 4) análisis por competencias específicas; 5) fuentes de información y apoyos didácticos; y 6) calendarización de evaluación en semanas.

La presente propuesta coincide con la de IRG et al., (2009) en la redefinición de competencias (objetivos) y en la incorporación de temas; y se distingue, por el uso de un enfoque estadístico que permitió llegar a la *impregnación* de dos asignaturas a manera de ejemplo: Probabilidad y Estadística (Cuadros 14, 15, 16, 17 y 18) y Cálculo Diferencial (Cuadros 19 y 20), logrando incluso una propuesta de problemas y actividades de aprendizaje. Ésta es una de las formas de transversalizar que refiere Velásquez (2009); una organización de contenidos curriculares que incluye temas presentados como problemas que hay que investigar, y no sólo cruzar contenidos de un lado a otro del currículo.

## **7.5 Modelo para la transversalización de programas en educación superior**

El modelo propuesto en esta investigación consta de cinco fases para transversalizar el eje medio ambiente: I) diagnóstico de ambientalización en las asignaturas; II) identificación de las competencias ambientales requeridas; III) definición del PPAR; IV) selección y secuencia de contenidos ambientales; y V) impregnación de los programas de las asignaturas.

Esta propuesta es innovadora en la aplicación de técnicas estadísticas: descriptivas, inferenciales, simuladores sociales (método Delphi) y multivariantes en modelos de elección (Análisis Conjunto en perfiles completos) para el desarrollo de las fases I) a IV). A diferencia de otras investigaciones revisadas, solo IRG et al., (2009) sugieren un modelo de cinco pasos, donde ninguno de ellos se trata con herramienta estadística, y no presentan al menos una asignatura transversalizada a manera de ejemplo.

Cabe mencionar que aun cuando el modelo se diseñó para el plan de estudio de ICIV del TecNM, también es aplicable a cualesquier programa académico de educación superior, con la condición de seguir el procedimiento para cada una de las cinco etapas de la metodología. La aplicabilidad del modelo no depende de la naturaleza particular del programa académico, sino de las técnicas estadísticas utilizadas que le dan rigor científico son universalmente aplicables y reproducibles. En todos los casos los protagonistas de los procesos serán los docentes y expertos del programa a transversalizar. Esto marca una importante diferencia con todos los estudios comentados, que no garantizan su reproducibilidad en otros contextos similares.

## VIII. CONCLUSIONES

A partir de los resultados de la investigación, se considera que se cumplió el objetivo general para la creación de un modelo para transversalizar el eje medio ambiente en planes de estudio de educación superior. Los enfoques teóricos y metodológicos utilizados fueron pertinentes.

El diagnóstico realizado permitió conocer que el plan de estudio de la carrera de ICIV del TecNM carecía de la presencia significativa del eje ambiental, así como de competencias y contenidos que contribuyeran a la definición del PPAR.

La aplicación del método Delphi resultó eficiente para conocer la convergencia de opiniones respecto de un tema particular, y sirvió para la definición y construcción del PPAR de la carrera de ICIV del TecNM. Además, tiene la ventaja de sustituir la reunión presencial de los participantes, evitando discusiones que se aparten del objetivo en cuestión.

El análisis conjunto en modelos de elección con perfiles completos, contempló la opinión de expertos en las ocho regiones económicas del país, lo que le da validez y representatividad nacional.

El modelo diseñado para la transversalización del eje medio ambiente, desarrollado y validado, se considera viable para ser replicado en cualquier plan de estudio de ES.

El logro fundamental de esta tesis fue la transversalización de dos asignaturas: Probabilidad y Estadística, y Cálculo Diferencial; en ambas se promueve en la formación del egresado, valores, actitudes y destrezas con sentido humano que lo conviertan en un agente de conservación y preservación del medio ambiente.

Es recomendable que en los IT's que ofrecen esta carrera, se promueva la impregnación de las asignaturas restantes, previa capacitación en un programa de educación ambiental.

Una vez transversalizado el eje ambiental en todo el plan de estudio de la carrera, se sugiere evaluar los resultados de la primera generación de egresados.

Se considera que es necesario realizar más estudios de carácter prospectivo; en futuras investigaciones se podrían desarrollar modelos de formación docente que contribuyan a formar egresados, con las competencias ambientales desarrolladas plenamente.

## IX. REFERENCIAS

- Almenara, J. C., y Moro, A. I. (2014). Empleo del método Delphi y su empleo en la investigación en comunicación y educación. *Edutec*. Revista Electrónica de Tecnología Educativa, (48), 1-16. [Consultado el 5 de septiembre de 2016]. Recuperado de [https://idus.us.es/xmlui/bitstream/handle/11441/32234/edutec-e\\_n48\\_cabero-infante.pdf?sequence=1](https://idus.us.es/xmlui/bitstream/handle/11441/32234/edutec-e_n48_cabero-infante.pdf?sequence=1)
- Amadio, M. (2013). A rapid assessment of curricula for general education focusing on cross-curricular themes and generic competences or skills. Background paper for EFA Global Monitoring Report, (14). [Consultado el 20 de agosto de 2016]. Recuperado de <http://www.icet4u.org/docs/225939e.pdf>
- ANUIES-SEMARNAT. 2000. Plan de acción para el desarrollo sustentable en las instituciones de educación superior. <http://www.complexus.org.mx/Documentos/ANUIES-PlandeAccionSemarnat.pdf> (Consultado: 08/01/2016).
- Aparicio López, J. (2014). Propuesta metodológica para diagnosticar la transversalidad del eje medio ambiente en programas educativos de nivel superior: el caso de la UAGro. (Tesis de Doctorado). Universidad Autónoma de Guerrero, México.
- Aparicio, J., Rodríguez, C., Beltrán, J. y Sampedro, L. (2014). Transversalidad del eje medio ambiente en Educación Superior. *Revista Iberoamericana de Ciencias*, 1(1), 1-10. [Consultado el 13 de octubre de 2016]. Recuperado de <http://www.reibci.org/publicados/2014/mayo/4568505.pdf>
- Arce Ruíz, Rosa María y Palomino Monzón, M. Carmen (2006). *El medio ambiente y la sostenibilidad en las escuelas de ingeniería civil*. En: "III Congreso de Ingeniería Civil, Territorio y Medio Ambiente (ICITEMA): Agua, biodiversidad e ingeniería", 25/10/2006 - 27/10/2006, Zaragoza, España. ISBN 84-380-0335-4. pp. 1-14. Recuperado de [http://oa.upm.es/45172/1/INVE\\_MEM\\_2006\\_245390.pdf](http://oa.upm.es/45172/1/INVE_MEM_2006_245390.pdf)
- Ayón, H. H. (2014). La Educación Ambiental desde la perspectiva de la Universidad Autónoma de Nayarit.
- Ávila, A. (2009). La educación ambiental a nivel superior: Centro de Investigación y Estudios de Posgrado. Recuperado de <http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/mexico13/052.pdf>.

- Bravo M, T. (2008). La educación superior en México: Avances y desafíos en la reconversión ambiental de sus instituciones. Instituto de Investigaciones sobre la Universidad y la Educación de la Universidad Autónoma de México. En: Reyes E, F. y Bravo M, T. (2008). Educación ambiental para la sustentabilidad en México. Aproximaciones conceptuales, metodológicas y prácticas. Selva Negra. Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, México.
- Bravo Mercado, M. T. (2012). La UNAM y sus procesos de ambientalización curricular. *Revista mexicana de investigación educativa*, 17(55), 1119-1146.
- Benayas, J., Gutiérrez, J., & Hernández, N. (2003). *La investigación en educación ambiental en España*. Ministerio de Medio Ambiente, Organismo Autónomo Parques Nacionales.
- Bukosky, M., Montero, C., Pérez, D., Bambill, E., & Amado, L. (2017). Educación para el desarrollo sustentable en Ingeniería Civil de la FRBB-UTN. Recuperado de <http://ria.utn.edu.ar/xmlui/bitstream/handle/123456789/2127/Educacion%20para%20desarrollo%20sustentable.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Calixto-Flores, R. (2012). Investigación en educación ambiental. *Revista mexicana de investigación educativa*, 17(55), 1019-1033.
- Casanova Romero, I., & Inciarte González, A. (2016). Integración curricular del perfil por competencias a partir de un ordenamiento transversal. *Opción*, 32(13).
- Chica, C. A. B. (2015). Los ejes transversales como instrumento pedagógico para la formación en valores. *Revista Politécnica*, 2(3), 49-59.
- Choquehuanca, D. (2009). El vivir bien como respuesta a la crisis global. *Ministerio de Relaciones Exteriores, La Paz*.
- Díaz Barriga, Á. (2006). La educación en valores: Avatares del currículum formal, oculto y los temas transversales. *Revista electrónica de investigación educativa*, 8(1), 1-15. Recuperado de <http://www.scielo.org.mx/pdf/redie/v8n1/v8n1a1.pdf>
- Espinosa Ramírez, J. Á., Bricuyet, D., & Manuel, L. (2016). La formación ambiental de los estudiantes. Recomendaciones para su consideración en la universidad. *Revista Universidad y Sociedad*, 8(3), 13-22.
- Falla, U. (2012). La investigación, eje transversal en la formación en trabajo social en Colombia. *Espacio Regional*, 1(9), 13-27.

- Filho, W., & Schwarz, J. (2008). Engaging stakeholders in a sustainability context: the Regional Centre of Expertise on Education for Sustainable Development in Hamburg and region. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 9(4), 498-508.
- Fernández-Batanero, J. M. (2004). Temas transversales del currículum en Educación Infantil y Educación Primaria: conceptualización y objetivos. *Temas transversales del currículum en Educación Infantil y Primaria*. Sevilla: Universidad de Sevilla, Grupo de Investigación Didáctica.
- Gallego, L. E. S. (2012). Educación ambiental en el nivel educativo superior de Manizales. *Luna Azul*, (34), 50-65. Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/luaz/n34/n34a04.pdf>
- García-Lucini, F. (1993). Temas transversales y educación en valores. *Madrid, Editorial Anaya. Col. Alauda*.
- García, A. (2005). Breve historia de la educación ambiental a nivel superior: del conservacionismo hacia el desarrollo sostenible. *Futuros*, (12), 1-8.
- García, J. E. (2006). Educación ambiental y alfabetización científica: argumentos para el debate. *Revista de Investigación en la Escuela*, (60), 7-19.
- González-Gaudiano, E. (1994). Elementos estratégicos para el desarrollo de la educación ambiental en México. *México, Sedesol-INE*. 112p.
- González-Gaudiano, E. G. (1997). *Educación ambiental: historia y conceptos a veinte años de Tbilisi* (No. GE 70. G66 1997).
- Guillén, F. C. (2004). Educación, medio ambiente y desarrollo sostenible. *Biocenosis*, 18(1-2). Recuperado de <http://investiga.uned.ac.cr/revistas/index.php/biocenosis/article/download/1390>
- Gutiérrez-Pérez, J. G., & Dulzaidés, A. G. (2005). Ambientalizar la universidad: un reto institucional para el aseguramiento de la calidad en los ámbitos curriculares y de la gestión. *Revista Iberoamericana de Educación*. Recuperado de [https://scholar.google.com.mx/scholar?hl=es&as\\_sdt=0%2C5&q=Ambientalizar+la+universidad%3A+un+reto+institucional+para+el+aseguramiento+de+la+calidad+en+los+%C3%A1mbitos+curriculares+y+de+la+gesti%C3%B3n%2C+Universidad+de+Ciego+de+%C3%81vila&btnG=](https://scholar.google.com.mx/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=Ambientalizar+la+universidad%3A+un+reto+institucional+para+el+aseguramiento+de+la+calidad+en+los+%C3%A1mbitos+curriculares+y+de+la+gesti%C3%B3n%2C+Universidad+de+Ciego+de+%C3%81vila&btnG=)
- Gavidia, V. (2000). Valores y temas transversales en el currículum. *Dialnet*, (3), 9-24.

- International Resources Group (IRG) y AGA y Asociados-Consultores en Comunicación. (2009). Guía para transversalizar el eje ambiental en las carreras del nivel de Educación Superior de Honduras. Tegucigalpa, Honduras, 25p.
- Izarra, D., López, I., & Prince, E. (2003). El perfil del educador. *Revista Ciencias de la Educación*, 21, 27-147. [Consultado 22 de octubre de 2016]. Recuperado de <http://lcp.s3.amazonaws.com/nincarupel/myfiles/face21-7.pdf>
- Lahera Ramón, V. Educación superior y sustentabilidad La UNAM en sus 100 años. *Bitácora arquitectura*, (21). Recuperado de [https://scholar.google.com.mx/scholar?hl=es&as\\_sdt=0%2C5&q=Lahera%2C+educaci%C3%B3n+superior+y+sustentabilidad+en+la+UNAM&btnG=](https://scholar.google.com.mx/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=Lahera%2C+educaci%C3%B3n+superior+y+sustentabilidad+en+la+UNAM&btnG=)
- Leff, E. (2007). La Complejidad Ambiental: Del logos científico al diálogo de saberes. O. Saenz (Compilador) *Ciencias Ambientales*, (16), 44-52.
- Lévy, J. P. y J. Varela. 2003. Análisis multivariable para las ciencias sociales. Ed. Pearson Educación. Madrid. 886 p.
- Lohr, S. L., & Velasco, O. A. P. (2000). *Muestreo: diseño y análisis* (No. 519.52 L64.). México: International Thomson.
- Lucini, F. (1994). Temas transversales y áreas curriculares. *Editorial Anaya. Col. Alauda. Madrid.*
- Macarrón, L. (2012). La educación ambiental o la educación para el desarrollo sostenible: su interpretación desde la visión sistémica y holística del concepto de medio ambiente. *Educación y Futuro: Revista de Investigación Aplicada y Experiencias Educativas*, (26), 17-42.
- Macedo, B. & Salgado, C. (2007). Educación ambiental y educación para el desarrollo sostenible en América Latina. *Revista Fórum de Sostenibilidad*. 1, 29-37. Recuperado de [http://www.ehu.es/cdsea/web/revista/numero\\_1/01\\_03macedo.pdf](http://www.ehu.es/cdsea/web/revista/numero_1/01_03macedo.pdf)
- Mata, C. E. (2011). *Evaluación del impacto de la educación ambiental en la formación profesional de los alumnos del Instituto Tecnológico de Acapulco* (Tesis de Doctorado). Unidad de Ciencias de Desarrollo Regional, Universidad Autónoma de Guerrero, Acapulco, México.
- Mercado, M. T. B. (2005). Promoviendo el cambio ambiental, experiencia de una estrategia de intervención en el currículum institucional de la educación superior en México.

- Modelo Educativo para el Siglo XXI (2012). Formación y Desarrollo de Competencias Profesionales. Sistema Nacional de Institutos Tecnológicos. [Consultado el 10 de julio de 2016]. Recuperado de [http://www.itmexicali.edu.mx/informacion/modelo\\_educativo.pdf](http://www.itmexicali.edu.mx/informacion/modelo_educativo.pdf)
- Monclus, A., & Sabán, C. (1999). *Educación para la paz: contenidos y experiencias didácticas*. Editorial Síntesis.
- Muñoz, J. M. (2010). La Educación Ambiental como eje transversal en el currículo. *Revista Innovación y Experiencia Educativas*, 29, 1-9.
- Morin, E. (2003). *Educación en la era planetaria*. Barcelona, España: Gedisa. [Consultado el 26 de agosto de 2016]. Recuperado de <http://abdet.com.br/site/wp-content/uploads/2015/04/Educacion-na-Era-Planet%C3%A1ria.pdf>
- Nieto-Caraveo, L. M. (1999). La evaluación y el diseño curricular como construcción social del currículum. *México. UASLP*. Nieto-Caraveo, L. M. & B. Salvador S. (2000). La preocupación ambiental en los planes de estudio de la UASLP, *Revista Universitarios*, 6 (7), 1-10. Nieto-Caraveo, L. M. (2001). Presentación, Modalidades de La Educación Ambiental: Diversidad y Desafíos. *Dos Santos, José Eduardo y Michèle Sato, A Contribuição da Educação Ambiental à Esperança de Pandora, Rima Editora, Brasil, pág, 624*.
- Nieto Caraveo, L. M., & Medellín Milán, P. (2007). Medio ambiente y educación superior: implicaciones en las políticas públicas. *Revista de la educación superior*, 36(142), 31-42.
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura en colaboración con el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente. (1977). *Declaración de la Conferencia Intergubernamental de Tbilisi sobre Educación Ambiental*. [Consultado el 18 de julio de 2016]. Recuperado de <http://unesdoc.unesco.org/images/0003/000327/032763sb>.
- Organización de las Naciones Unidas. *Transformando nuestro mundo: La agenda para el desarrollo Sostenible*, 2016. Recuperado de <http://www.un.org/sustainabledevelopment/es/climate-change-2/>
- Palos, J. (1998). *Educación para el futuro: Temas Transversales del Currículum*. Bilbao, España: Desclée de Brouwer.

- Penagos, W. M. M. (2012). Ambientalización curricular en la educación superior: un estudio cualitativo de las ideas del profesorado. *Profesorado. Revista de currículum y formación de profesorado*, 16(2), 77-103.
- Pasek de Pinto, E. (2004). Hacia una conciencia ambiental. *Educare*, 8(24).
- Pellegrini, N., Reyes, R., Martín, A., Aguilera, M., & Pulido, M. (2007). La dimensión ambiental en la Universidad Simón Bolívar. *Universidad, Ciencia y Tecnología*, 11(42), 045-050. Recuperado de <http://www.siamb.did.usb.ve/pdf/ESA%20PN%2031-2555515648/ESA%20PN%2031.pdf>
- Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. (2012). Temas emergentes en nuestro medio ambiente mundial. [Consultado el 22 de agosto de 2016]. Recuperado de [http://staging.unep.org/yearbook/2013/pdf/YearBook\\_2013\\_Spanish.pdf](http://staging.unep.org/yearbook/2013/pdf/YearBook_2013_Spanish.pdf)
- Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (2012). *Perspectivas del Medio Ambiente Mundial (GEO5)*. Nairobi. PNUMA.
- Reyes, F., & Bravo, M. (2008). Educación Ambiental para la sustentabilidad en México. Aproximaciones conceptuales, metodológicas y prácticas. *Colección Jaguar. Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas (UCACH), Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Academia Nacional de Educación Ambiental (ANEA)*. México.
- Reyzábal, M. V., & Sanz, A. I. (1995). *Los ejes transversales: aprendizajes para la vida*. Escuela Española.
- Rodríguez, R. y Máster, A. (2014). La Educación Ambiental en la Educación Superior. Un estudio de caso. Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores, 1(3), 1-24. [Consultado el 15 de noviembre de 2016]. Recuperado de <http://www.dilemascontemporaneoseducacionpoliticayvalores.com/edici%e2%99%80n-2013/ano-i-publicacion-no-3-enero-2014/>
- Rojas, J. H. M., & Moreno, C. F. P. (2012). Ecología industrial y desarrollo humano integral sustentable. Dinámica social, ambiental y económica. *Gestión & Sociedad*, 5(1), 147-161. Recuperado de <https://revistas.lasalle.edu.co/index.php/gs/article/view/749/665>
- Santomé, J. T. (2010). *La justicia curricular. El caballo de Troya de la cultura escolar*. Ediciones Morata.
- Sarria, J. A. V. (2009). La transversalidad como posibilidad curricular desde la educación ambiental. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos (Colombia)*, 5(2), 29-44.

- Sauvé, L., Berryman, T., & Brunelle, R. (2003). Environnement et développement: la culture de la filière ONU. *Éducation relative à l'environnement: Regards-Recherches-Réflexions*, 4, 33-55.
- Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2006). Estrategia de Educación Ambiental para la Sustentabilidad en México. Ciudad de México, México. [Consultado el 19 de mayo de 2016]. Recuperado de <http://www.semarnat.gob.mx/educacionambiental.pdf>
- Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2006). Estrategia de Educación Ambiental para la Sustentabilidad en México. Ciudad de México, México. [Consultado el 19 de mayo de 2016]. Recuperado de <http://www.semarnat.gob.mx/educacionambiental.pdf>
- Sosa, S. B., Isaac-Márquez, R., Eastmond, A., Ayala, M. E., & Arteaga, M. A. (2010). Educación superior y cultura ambiental en el sureste de México. *Universidad y ciencia*, 26(1), 33-49. Recuperado de <http://www.scielo.org.mx/pdf/uc/v26n1/v26n1a3.pdf>
- Speller, P. (2000). Évolution de la prise en compte de l'éducation relative à l'environnement dans les politiques éducatives du Brésil. *Éducation relative à l'environnement: Regards, Recherches, Réflexions*, 2, 201-206. Recuperado de [http://www.ecorfan.org/actas/educacion\\_ambiental\\_II/ACTA-Educacion-Ambiental-desde-la-Innovacion-Tomo-2-311-321.pdf](http://www.ecorfan.org/actas/educacion_ambiental_II/ACTA-Educacion-Ambiental-desde-la-Innovacion-Tomo-2-311-321.pdf)
- Tello, M. J. J., Rodríguez, Á. Y., & Guerrero, F. (2015). Las bases de la Educación Ambiental. *Iniciación a la Investigación*, (1).
- Teitelbaum, A. (1978). *El papel de la educación ambiental en América Latina* (No. 344.046 T4).
- Terán, R. M. (2017). Diseño de un eje curricular transversal para desarrollar competencias ambientales básicas en los estudiantes de ingeniería del Perú. *Revista Científica Investigación Andina*, 16(2), 228-237. Recuperado de [https://scholar.google.com.mx/scholar?hl=es&as\\_sdt=0%2C5&q=transversalidad+ambiental+en+el+curriculo+de+ingenier%C3%ADa+civil&btnG=](https://scholar.google.com.mx/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=transversalidad+ambiental+en+el+curriculo+de+ingenier%C3%ADa+civil&btnG=).
- Torres-Santomé, J. (Ed. 1ª). (1998). Globalización e interdisciplinariedad: el curriculum integrado. España: Morata, S. L.

- Torres, J. E. O., & Román, P. E. (2013). Perspectivas de la educación ambiental en las instituciones de educación superior. *Iberoamericana de las Ciencias Biológicas y Agropecuarias*, 2(3).
- Tréllez-Solís, E., Wilches-Chaux, G., & Torres, M. (1998). Educación ambiental para un futuro sostenible en América Latina y el Caribe. *Documento. Lima, Perú, Popayán, Santa Fe de Bogotá*.
- Tréllez-Solís, E. (1998). La protección normativa de la biodiversidad en los Países Andinos Tomo I: La biodiversidad y su protección en la comunidad andina.
- Ull, M., & Martínez Agut, M., & Piñero, A., & Aznar Minguet, P. (2010). ANÁLISIS DE LA INTRODUCCIÓN DE LA SOSTENIBILIDAD EN LA ENSEÑANZA SUPERIOR EN EUROPA: COMPROMISOS INSTITUCIONALES Y PROPUESTAS CURRICULARES. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 7 , 413-432. Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/920/92013009020.pdf>
- UNESCO (1978), *Conferencia intergubernamental sobre educación ambiental*, Informe final, París, UNESCO.
- UNESCO (1977), *Región regional de expertos en educación ambiental de América Latina y el Caribe*, Informe final, París, UNESCO. Recuperado de <http://unesdoc.unesco.org/images/0015/001503/150384sb.pdf>
- Villagrasa, R. (2015). El método Delphi y la toma de decisiones. *Apuntes: Revista de Ciencias Sociales*, (5), 53-59. [Consultado el 7 de septiembre de 2016]. Recuperado de <http://revistas.up.edu.pe/index.php/apuntes/article/view/572/557>
- Yus, R. (1998). *Temas transversales: hacia una nueva escuela*, Editorial Graó, Barcelona. Recuperado de <http://www.terras.edu.ar/biblioteca/32/32Caracterizacion-curricular-de-los-temas-transversales.pdf>
- Zúñiga-Vega, C., Arnáez-Serrano, E., Hernández-Rojas, L., García-Fallas, J., Rojas-Núñez, P., Arguedas-Quirós, S., & Salmerón-Alpizar, X. (2012). Educación ambiental: una estrategia para ambientalizar el currículo universitario. *Biocenosis*, 26(1-2).

## X. Anexos

Anexo I.

### **CUESTIONARIO DELPHI (1ra. ronda) “CONSTRUCCIÓN DEL PERFIL AMBIENTAL DEL EGRESADO DE INGENIERÍA CIVIL DEL TecNM”**

Responder este cuestionario dando clic en la liga al calce, en casi todas las preguntas, sólo tendrá que elegir una opción.

¡FAVOR DE ENVIAR SÓLO UN CUESTIONARIO!

Este proyecto de investigación tiene como finalidad diseñar una metodología para transversalizar el eje medio ambiente en el plan de estudio de ingeniería civil del TNM, mediante simuladores sociales, conociendo su opinión y encontrando la convergencia de opiniones de otros colegas suyos en el resto del país, se pretende como primera fase, construir el perfil ambiental del egresado de ingeniería civil del TNM. Por eso su opinión es muy importante para alcanzar esa primera fase.

Muchas gracias, le reitero su opinión es muy importante para la culminación de este proyecto.

#### **DATOS GENERALES**

Seleccione el Instituto Tecnológico al que está adscrito.

- |  |   |  |
|--|---|--|
| <input type="radio"/> ITTijuana        | <input type="radio"/> ITTapachula       | <input type="radio"/> ITSLagos de Moreno             |
| <input type="radio"/> ITLa Paz         | <input type="radio"/> ITChilpancingo    | <input type="radio"/> ITSTequila                     |
| <input type="radio"/> ITDurango        | <input type="radio"/> ITOaxaca          | <input type="radio"/> ITSZapopan                     |
| <input type="radio"/> ITNogales        | <input type="radio"/> ITIstmo           | <input type="radio"/> ITSOriente del Edo. De Hidalgo |
| <input type="radio"/> ITGuaymas        | <input type="radio"/> ITTuxtepec        | <input type="radio"/> ITSAcayucan                    |
| <input type="radio"/> ITCd.Victoria    | <input type="radio"/> ITPochutla        | <input type="radio"/> ITSLas Choapas                 |
| <input type="radio"/> ITMatamoros      | <input type="radio"/> ITTlaxiaco        | <input type="radio"/> ITSMisantla                    |
| <input type="radio"/> ITReynosa        | <input type="radio"/> ITCampeche        | <input type="radio"/> ITSXalapa                      |
| <input type="radio"/> ITTepic          | <input type="radio"/> ITChetumal        | <input type="radio"/> ITSCoacalco                    |
| <input type="radio"/> ITPachuca        | <input type="radio"/> ITCancún          | <input type="radio"/> ITSHuixquilucan                |
| <input type="radio"/> ITTehuacán       | <input type="radio"/> ITVillahermosa    | <input type="radio"/> ITSJilotepec                   |
| <input type="radio"/> ITApizaco        | <input type="radio"/> ITMérida          | <input type="radio"/> ITSSan Felipe del Progreso     |
| <input type="radio"/> ITBoca del Río   | <input type="radio"/> ITSLos Cabos      | <input type="radio"/> ITSCintalapa                   |
| <input type="radio"/> ITCerro Azul     | <input type="radio"/> ITSPuerto Peñasco | <input type="radio"/> ITSMacuspana                   |
| <input type="radio"/> ITIztapalapa III | <input type="radio"/> ITSZitácuaro      | <input type="radio"/> ITSLos Ríos                    |
| <input type="radio"/> ITZacatepec      | <input type="radio"/> ITSApatzingán     | <input type="radio"/> ITSValladolid                  |

Sexo

- Hombre       Mujer

Grado máximo de estudios

- Licenciatura     Maestría     Doctorado     Postdoctorado

Formación profesional (favor de escribir su formación profesional)

---

Asignaturas diferentes que imparte en la carrera de Ingeniería Civil

---

¿Considera importante que el Ingeniero Civil egresado del TecNM, debe ser ambientalmente responsable?

- Si                       No

**ELEMENTOS DE LA COMPETENCIA DEL EJE MEDIO AMBIENTE EN EL PERFIL DEL EGRESADO DE INGENIERÍA CIVIL DEL TecNM.**

En las siguientes preguntas, elija sólo una opción.

1. **CONOCIMIENTO (A):** Considera pertinente que el egresado conozca los fundamentos y conceptos básicos sobre la biodiversidad (interrelación del aire, agua, suelo, flora, fauna silvestre y ecosistemas).

1. Muy en desacuerdo    2. En desacuerdo    3. Ni de acuerdo, ni en desacuerdo    4. De acuerdo  
5. Muy de acuerdo

1. **CONOCIMIENTO (B):** Considera pertinente que el egresado conozca la normatividad ambiental en la proyección y ejecución de las obras civiles.

1. Muy en desacuerdo    2. En desacuerdo    3. Ni de acuerdo, ni en desacuerdo    4. De acuerdo  
5. Muy de acuerdo

1. **CONOCIMIENTO (C):** Considera pertinente que el egresado, conozca la metodología para evaluar el impacto ambiental en la proyección y ejecución de las obras civiles.

1. Muy en desacuerdo    2. En desacuerdo    3. Ni de acuerdo, ni en desacuerdo    4. De acuerdo  
5. Muy de acuerdo

1. **CONOCIMIENTO (D):** Considera pertinente que el egresado identifique las posibles soluciones que contribuyan a la conservación del medio ambiente en la proyección y ejecución de obras civiles.

1. Muy en desacuerdo    2. En desacuerdo    3. Ni de acuerdo, ni en desacuerdo    4. De acuerdo  
5. Muy de acuerdo

Proponga algún(os) **CONOCIMIENTO(S)** que considere importante(s) para fortalecer el perfil del egresado de Ingeniería Civil del TecNM.

---

---

2. **HABILIDAD (A):** Considera pertinente que el egresado tenga la capacidad de distinguir los factores determinantes de la biodiversidad en su entorno profesional.

1. Muy en desacuerdo    2. En desacuerdo    3. Ni de acuerdo, ni en desacuerdo    4. De acuerdo  
5. Muy de acuerdo

2. **HABILIDAD (B):** Considera pertinente que el egresado tenga la capacidad para aplicar la normatividad ambiental en la proyección y ejecución de las obras civiles.

1. Muy en desacuerdo    2. En desacuerdo    3. Ni de acuerdo, ni en desacuerdo    4. De acuerdo  
5. Muy de acuerdo

2. **HABILIDAD (C):** Considera pertinente que el egresado tenga la capacidad de aplicar la metodología para evaluar el impacto ambiental en la proyección y ejecución de las obras civiles.

1. Muy en desacuerdo    2. En desacuerdo    3. Ni de acuerdo, ni en desacuerdo    4. De acuerdo  
5. Muy de acuerdo

2. **HABILIDAD (D):** Considera pertinente que el egresado tenga la capacidad de proponer soluciones que contribuyan a la conservación del medio ambiente, en la proyección y ejecución de obras civiles.

1. Muy en desacuerdo    2. En desacuerdo    3. Ni de acuerdo, ni en desacuerdo    4. De acuerdo  
5. Muy de acuerdo

Proponga alguna(s) **HABILIDAD(ES)** que considere importante(s) para fortalecer el perfil del egresado de Ingeniería Civil del TecNM.

---

---

3. **ACTITUD (A):** Considera pertinente que el egresado valore la importancia de la biodiversidad.

1. Muy en desacuerdo    2. En desacuerdo    3. Ni de acuerdo, ni en desacuerdo    4. De acuerdo  
5. Muy de acuerdo

3. **ACTITUD (B):** Considera pertinente que el egresado actúe responsablemente en la aplicación de la normatividad ambiental en la proyección y ejecución de las obras civiles.

1. Muy en desacuerdo    2. En desacuerdo    3. Ni de acuerdo, ni en desacuerdo    4. De acuerdo  
5. Muy de acuerdo

3. **ACTITUD (C):** Considera pertinente que el egresado actúe con ética y profesionalismo en la aplicación de la metodología para evaluar el impacto ambiental, en la proyección y ejecución de las obras civiles.

1. Muy en desacuerdo    2. En desacuerdo    3. Ni de acuerdo, ni en desacuerdo    4. De acuerdo  
5. Muy de acuerdo

3. **ACTITUD (D):** Considera pertinente que el egresado desarrolle una cultura de responsabilidad en la búsqueda de alternativas de la solución de los problemas ambientales.

1. Muy en desacuerdo    2. En desacuerdo    3. Ni de acuerdo, ni en desacuerdo    4. De acuerdo  
5. Muy de acuerdo

Proponga alguna(s) **ACTITUD(ES)** que considere importante(s) para fortalecer el perfil del egresado de Ingeniería Civil del TecNM.

---

---

Anexo II.

## **CUESTIONARIO DELPHI (2da. ronda) “CONSTRUCCIÓN DEL PERFIL AMBIENTAL DEL EGRESADO DE INGENIERÍA CIVIL DEL TecNM”**

Responder este cuestionario dando clic en la liga al calce (FILL IN FORM).

**¡FAVOR DE ENVIAR SÓLO UN CUESTIONARIO!**

Continuando con el proyecto de investigación, cuyo objetivo es diseñar una metodología para transversalizar el eje medio ambiente en el plan de estudio de ingeniería civil del TecNM, mediante simuladores sociales, conociendo su opinión y encontrando la convergencia de opiniones de otros colegas suyos en el resto del país, se pretende como segunda fase, presentar las propuestas generadas en la primera ronda para ir configurando el perfil ambiental del egresado de ingeniería civil del TecNM.

*Muchas gracias. Su opinión es muy importante para culminar con esta segunda fase.*

### **DATOS GENERALES**

Seleccione el Instituto Tecnológico al que está adscrito.

- |  |   |  |
|--|---|--|
| <input type="radio"/> ITTijuana        | <input type="radio"/> ITTapachula       | <input type="radio"/> ITSLagos de Moreno             |
| <input type="radio"/> ITLa Paz         | <input type="radio"/> ITChilpancingo    | <input type="radio"/> ITSTequila                     |
| <input type="radio"/> ITDurango        | <input type="radio"/> ITOaxaca          | <input type="radio"/> ITSZapopan                     |
| <input type="radio"/> ITNogales        | <input type="radio"/> ITIstmo           | <input type="radio"/> ITSORiente del Edo. De Hidalgo |
| <input type="radio"/> ITGuaymas        | <input type="radio"/> ITTuxtpec         | <input type="radio"/> ITSAcayucan                    |
| <input type="radio"/> ITCd.Victoria    | <input type="radio"/> ITPochutla        | <input type="radio"/> ITSLas Choapas                 |
| <input type="radio"/> ITMatamoros      | <input type="radio"/> ITTlaxiaco        | <input type="radio"/> ITSMisantla                    |
| <input type="radio"/> ITReynosa        | <input type="radio"/> ITCampeche        | <input type="radio"/> ITSXalapa                      |
| <input type="radio"/> ITTepic          | <input type="radio"/> ITChetumal        | <input type="radio"/> ITSCoacalco                    |
| <input type="radio"/> ITPachuca        | <input type="radio"/> ITCancún          | <input type="radio"/> ITSHuixquilucan                |
| <input type="radio"/> ITTehuacán       | <input type="radio"/> ITVillahermosa    | <input type="radio"/> ITSJilotepec                   |
| <input type="radio"/> ITApizaco        | <input type="radio"/> ITMérida          | <input type="radio"/> ITSSan Felipe del Progreso     |
| <input type="radio"/> ITBoca del Río   | <input type="radio"/> ITSLos Cabos      | <input type="radio"/> ITSCintalapa                   |
| <input type="radio"/> ITCerro Azul     | <input type="radio"/> ITSPuerto Peñasco | <input type="radio"/> ITSMacuspana                   |
| <input type="radio"/> ITIztapalapa III | <input type="radio"/> ITSZitácuaro      | <input type="radio"/> ITSLos Ríos                    |
| <input type="radio"/> ITZacatepec      | <input type="radio"/> ITSApatzingán     | <input type="radio"/> ITSValladolid                  |

Sexo

- Hombre  Mujer

Grado máximo de estudios

- Licenciatura  Maestría  Doctorado  Postdoctorado

## **ELEMENTOS DE LA COMPETENCIA DEL EJE MEDIO AMBIENTE EN EL PERFIL DEL EGRESADO DE INGENIERÍA CIVIL DEL TecNM, PROPUESTOS EN LA 1ra. ronda POR LOS PARTICIPANTES.**

Seleccione cinco de las siguientes opciones, que considere deban integrar la definición del perfil profesional ambientalmente responsable del egresado de Ingeniería Civil del TecNM.

CONOCIMIENTO (A): Conoce las características de las materias primas usadas en construcción de obras civiles y su efecto sobre el medio ambiente del entorno de intervención. HABILIDAD (A): Aplica la normatividad en materia ambiental relacionada con la ejecución de obras civiles. ACTITUD (A): Es consciente de que toda obra civil debe contribuir al bienestar de toda la sociedad y no solamente al cliente (individuo o grupo).

CONOCIMIENTO (B): Conoce los elementos de la transversalidad de proyectos de construcción con la economía ambiental. HABILIDAD (B): Es capaz de analizar la transversalidad referente a aspectos económicos, proponer medidas para la reducción de efectos negativos al ambiente y mejorar el valor total de la obra. ACTITUD (B): Actúa con compromiso, conciencia ecológica y ética profesional.

CONOCIMIENTO (C): Conoce las estrategias de sustentabilidad en la construcción. HABILIDAD (C): Es capaz de manejar las estrategias de sustentabilidad en la construcción. ACTITUD (C): Trabaja con responsabilidad y ética ambiental.

CONOCIMIENTO (D): Conoce las causas y consecuencias del deterioro ambiental. HABILIDAD (D): Realiza proyectos de obras civiles destinadas a solucionar la problemática ambiental (agua, agua residual, residuos peligrosos y no peligrosos). ACTITUD (D): Es empático con el medio ambiente.

CONOCIMIENTO (E): Conoce los elementos para el diseño y construcción con enfoque en energías renovables. HABILIDAD (E): Es capaz de sensibilizar a través de talleres a la sociedad, sobre el beneficio de usar energías limpias (renovables). ACTITUD (E): Es líder para trabajar de manera integral con otros profesionistas, trabajadores y la sociedad en la búsqueda de soluciones a diferentes problemas.

CONOCIMIENTO (F): Conoce la infraestructura para el manejo de residuos y desechos. HABILIDAD (F): Es capaz para el manejo, disposición o reciclado adecuado de residuos y desechos. ACTITUD (F): Trabaja con responsabilidad ambiental en el manejo de residuos y desechos.

CONOCIMIENTO (G): Conoce los tratamientos de aguas residuales. HABILIDAD (G): Es capaz de realizar proyectos de obras civiles enfocadas a solucionar problemas ambientales relacionados con el agua y agua residual. ACTITUD (G): Es consciente, empático y sensible.

CONOCIMIENTO (H): Conoce los elementos de Biorremediación de aguas y suelos. HABILIDAD (H): Es capaz de utilizar ecotecnias. ACTITUD (H): Tiene interés en su entorno y comunidad.

CONOCIMIENTO (I): Conoce técnicas para el manejo de residuos peligrosos y no peligrosos. HABILIDAD (I): Realiza proyectos de obras civiles para solucionar problemas ambientales relacionados con residuos peligrosos y no peligrosos. ACTITUD (I): Toma decisiones con responsabilidad ambiental en el manejo de residuos peligrosos y no peligrosos.

CONOCIMIENTO (J): Conoce métodos para valorar el impacto ambiental. HABILIDAD (J): Es capaz de aplicar la matriz de Leopold en la evaluación del impacto ambiental. ACTITUD (J): Es responsable analítico y ético.

CONOCIMIENTO (K): Conoce los elementos para elaborar una manifestación de impacto ambiental y valorar los riesgos de impacto ambiental. HABILIDAD (K): Es capaz de elaborar un MIA y valorar un RIA. ACTITUD (k): Es responsable, analítico y ético.

Anexo III.

## MODELOS DE ELECCIÓN Y SECUENCIA DE TEMAS PARA TRANSVERSALIZAR EL EJE "MEDIO AMBIENTE"

Responder este cuestionario dando clic en la liga al calce ¡FAVOR DE ENVIAR SÓLO UN CUESTIONARIO!

Este cuestionario tiene como finalidad recopilar información para el proyecto de investigación que pretende diseñar una metodología para transversalizar el eje "Medio Ambiente" en el plan de estudio de la carrera de Ingeniería Civil del TecNM a través de la técnica ANÁLISIS CONJUNTO CON PERFILES COMPLETOS, conociendo su opinión y la de otros colegas suyos en el resto del país.

Su opinión es muy valiosa para la culminación exitosa de este proyecto. ¡Muchas gracias!

### DATOS GENERALES

Seleccione el Instituto Tecnológico al que está adscrito.

- |  |   |  |
|--|---|--|
| <input type="radio"/> ITTijuana        | <input type="radio"/> ITTapachula       | <input type="radio"/> ITSLagos de Moreno             |
| <input type="radio"/> ITLa Paz         | <input type="radio"/> ITChilpancingo    | <input type="radio"/> ITSTequila                     |
| <input type="radio"/> ITDurango        | <input type="radio"/> ITOaxaca          | <input type="radio"/> ITSZapopan                     |
| <input type="radio"/> ITNogales        | <input type="radio"/> ITIstmo           | <input type="radio"/> ITSOriente del Edo. De Hidalgo |
| <input type="radio"/> ITGuaymas        | <input type="radio"/> ITTuxtepec        | <input type="radio"/> ITSAcayucan                    |
| <input type="radio"/> ITCd.Victoria    | <input type="radio"/> ITPochutla        | <input type="radio"/> ITSLas Choapas                 |
| <input type="radio"/> ITMatamoros      | <input type="radio"/> ITTlaxiaco        | <input type="radio"/> ITSMisantla                    |
| <input type="radio"/> ITReynosa        | <input type="radio"/> ITCampeche        | <input type="radio"/> ITSXalapa                      |
| <input type="radio"/> ITTepic          | <input type="radio"/> ITChetumal        | <input type="radio"/> ITSCoacalco                    |
| <input type="radio"/> ITPachuca        | <input type="radio"/> ITCancún          | <input type="radio"/> ITSHuixquilucan                |
| <input type="radio"/> ITTehuacán       | <input type="radio"/> ITVillahermosa    | <input type="radio"/> ITSJilotepec                   |
| <input type="radio"/> ITApizaco        | <input type="radio"/> ITMérida          | <input type="radio"/> ITSSan Felipe del Progreso     |
| <input type="radio"/> ITBoca del Río   | <input type="radio"/> ITSLos Cabos      | <input type="radio"/> ITSCintalapa                   |
| <input type="radio"/> ITCerro Azul     | <input type="radio"/> ITSPuerto Peñasco | <input type="radio"/> ITSMacuspana                   |
| <input type="radio"/> ITIztapalapa III | <input type="radio"/> ITSZitácuaro      | <input type="radio"/> ITSLos Ríos                    |
| <input type="radio"/> ITZacatepec      | <input type="radio"/> ITSApatzingán     | <input type="radio"/> ITSValladolid                  |

Sexo

- Hombre  Mujer

Grado máximo de estudios

- Licenciatura  Maestría  Doctorado  Postdoctorado

Formación profesional (favor de escribir su formación profesional)

---

### Selección y secuencia de temas ambientales con Análisis Conjunto: Perfiles Completos

Las siguientes nueve tarjetas son combinaciones de atributos y niveles ambientales

Atributo 1: AGUA con NIVELES: 1. Tipos de contaminantes, 2. Fuentes de contaminación y 3. Alternativas de solución de problemas detectados;

Atributo 2: AIRE con NIVELES: 1. Tipos de contaminantes, 2. Fuentes de contaminación y 3. Alternativas de solución;

Atributo 3: SUELO con NIVELES: 1. Tipos de contaminantes, 2. Fuentes de contaminación y 3. Alternativas de solución;

Atributo 4: BIODIVERSIDAD con NIVELES: 1. Factores que conducen a la pérdida de la biodiversidad, 2. Alternativas de solución (espacios protegidos, instrumentos financieros: servicios de los ecosistemas, entre otros) y 3. Consecuencias.

**INSTRUCCIONES:** Asignar una puntuación de preferencia a cada perfil o tarjeta, considerando 1(uno) la de mayor importancia para usted y 9(nueve) la de menor importancia.

**Número de perfil 1**

ID de tarjeta	RECURSO AGUA	RECURSO AIRE	RECURSO SUELO	RECURSO BIODIVERSIDAD
1	Alternativas de solución	Fuentes de contaminación	Alternativas de solución	Factores de la pérdida de biodiversidad

1    2    3    4    5    6    7    8    9

**Número de perfil 2**

ID de tarjeta	RECURSO AGUA	RECURSO AIRE	RECURSO SUELO	RECURSO BIODIVERSIDAD
2	Alternativas de solución	Alternativas de solución	Tipos de contaminantes	Consecuencias

- 1  2  3  4  5  6  7  8  9

**Número de perfil 3**

ID de tarjeta	RECURSO AGUA	RECURSO AIRE	RECURSO SUELO	RECURSO BIODIVERSIDAD
3	Fuentes de contaminación	Tipos de contaminantes	Alternativas de solución	Consecuencias

- 1  2  3  4  5  6  7  8  9

**Número de perfil 4**

ID de tarjeta	RECURSO AGUA	RECURSO AIRE	RECURSO SUELO	RECURSO BIODIVERSIDAD
4	Fuentes de contaminación	Alternativas de solución	Fuentes de contaminación	Factores de la pérdida de biodiversidad

- 1  2  3  4  5  6  7  8  9

**Número de perfil 5**

ID de tarjeta	RECURSO AGUA	RECURSO AIRE	RECURSO SUELO	RECURSO BIODIVERSIDAD
5	Fuentes de contaminación	Fuentes de contaminación	Tipos de contaminantes	Alternativas de solución

- 1  2  3  4  5  6  7  8  9

**Número de perfil 6**

ID de tarjeta	RECURSO AGUA	RECURSO AIRE	RECURSO SUELO	RECURSO BIODIVERSIDAD
6	Tipos de contaminantes	Alternativas de solución	Alternativas de solución	Alternativas de solución

1  2  3  4  5  6  7  8  9

**Número de perfil 7**

ID de tarjeta	RECURSO AGUA	RECURSO AIRE	RECURSO SUELO	RECURSO BIODIVERSIDAD
7	Tipos de contaminantes	Tipos de contaminantes	Tipos de contaminantes	Factores de la pérdida de biodiversidad

1  2  3  4  5  6  7  8  9

**Número de perfil 8**

ID de tarjeta	RECURSO AGUA	RECURSO AIRE	RECURSO SUELO	RECURSO BIODIVERSIDAD
8	Alternativas de solución	Tipos de contaminantes	Fuentes de contaminación	Alternativas de solución

1  2  3  4  5  6  7  8  9

**Número de perfil 9**

ID de tarjeta	RECURSO AGUA	RECURSO AIRE	RECURSO SUELO	RECURSO BIODIVERSIDAD
9	Tipos de contaminantes	Fuentes de contaminación	Fuentes de contaminación	Consecuencias

1  2  3  4  5  6  7  8  9

Anexo IV. Reunión con docentes y autoridades del ITChilpancingo



Anexo V. Reunión de trabajo con docentes del ITTepic e ITChilpancingo



