



Instituto Tecnológico de Costa Rica

Programa Mesoamericano de Doctorado en Ciencias Naturales
para el Desarrollo

**Propuesta interdisciplinaria de enseñanza y aprendizaje de las
ciencias de orden ambiental, para la educación básica;
utilizando el recurso suelo como eje**

TESIS

QUE PARA OPTAR AL GRADO DE
DOCTORA EN CIENCIAS NATURALES PARA EL DESARROLLO

PRESENTA

Laura Bertha Reyes Sánchez

Tutores asignados:

Dr. Dennis Huffman Schwocho
Dr. René Miranda Ruvalcaba

ÍNDICE

	Pag
I.- VISIÓN GENERAL DE LA INVESTIGACIÓN	
1.1 Importancia y justificación de la presente investigación	1
1.2 Resumen general de la investigación	2
II.- INTRODUCCIÓN	
2.1 Antecedentes	4
2.2 Situación actual y planteamiento inicial	4
2.3 Desarrollo, educación e interdisciplina: ¿problemas distintos y desvinculados?	
2.3.1 El planeta, un sistema natural.	6
2.3.2 Entropía y entalpía.	7
2.3.3 Flujo de energía en ecosistemas y evolución.	8
2.3.4 Entropía de signo negativo, información, conocimiento y educación.	9
2.3.5 Educación y desarrollo con equidad y justicia.	11
2.3.6 Desarrollo sostenible, educación e interdisciplina.	11
III.- PREGUNTAS ORIENTADORAS Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	
3.1 Preguntas orientadoras de la investigación	14
3.2 Objetivo general	14
3.3 Objetivos específicos	14
3.4 Posibles respuestas a las interrogantes de investigación	14
3.5 Esbozo metodológico	17
IV.- MARCO TEÓRICO	
4.1 El contexto	
4.1.1 Marco legal normativo para el desarrollo de un proyecto educativo de orden ambiental.	19
a) <i>Educativo</i>	19
b) <i>Ambiental</i>	21

4.1.2	La crisis ambiental y el desarrollo sostenible.	23
4.2	La educación, la enseñanza y el surgimiento de los modelos de enseñanza de la ciencia.	24
4.2.1	La educación como medio reproductor del poder de las culturas dominantes.	25
4.2.2	La enseñanza tradicional de las ciencias en el fondo de la inequidad e injusticia.	25
4.2.3	Surgimiento de los modelos pedagógicos de enseñanza de la ciencia.	26
4.3	Exploración de diferentes posturas frente al problema de enseñanza de la ciencia para el desarrollo y propuesta de enseñanza que se hace.	29
4.3.1	Ciencia y conocimiento.	29
a)	<i>El modelo de ciencia.</i>	30
b)	<i>La enseñanza de la ciencia.</i>	32
c)	<i>La crisis de la ciencia y el surgimiento de la educación ambiental.</i>	33
4.3.2	La educación y enseñanza de la ciencia para el desarrollo.	35
4.2.3	En síntesis.	37
4.4	Propuesta de enseñanza interdisciplinaria de las ciencias de orden ambiental.	38
a)	<i>Complejidad, interdisciplina y/o transdisciplina.</i>	39
b)	<i>Creatividad.</i>	41
4.4.1	La meta, el método y el campo de aplicaciones adecuados al contexto escolar.	
a)	<i>Puntos de partida.</i>	43
b)	<i>La meta.</i>	
	▪ La enseñanza: entre la asepsia y el compromiso.	43
	▪ ¿Qué enseñar?	44
	▪ ¿Qué significa ambientalizar el currículum?	45
c)	<i>El método.</i>	
	▪ ¿Transmisión ó construcción del conocimiento?	47
	▪ Una educación y enseñanza de la ciencia no disciplinar.	49
	▪ La investigación educativa.	51

d) <i>El campo de aplicaciones adecuado al contexto escolar.</i>	53
e) <i>La evaluación de la propuesta.</i>	55
V.- DESCRIPCIÓN METODOLÓGICA DE LA INVESTIGACIÓN	
5.1 Posición que se asume frente al objeto de estudio.	58
5.2 Exploración cualitativa de los cambios en el pensamiento infantil.	60
5.3 Diseño general de la investigación.	61
5.4 Selección de las características que deseamos conocer.	61
5.5 Ámbito de la investigación.	62
5.6 Selección de individuos y definición de la población para la instrumentación de la propuesta.	63
5.7 Indicadores, criterios y forma de evaluación.	
5.7.1 Indicadores:	64
5.7.2 Criterios de evaluación: Categorías metadisciplinarias de transición propuestas.	64
5.7.3 Forma de evaluación.	65
5.8 Diseño, validación y aplicación de los instrumentos para la investigación.	66
5.9 Instrumentación de la propuesta.	66
5.9.1 Preparación del trabajo con los docentes y en la escuela.	67
5.9.2 Preparación del trabajo con los niños.	69
5.9.3 Trabajo en equipo: porque no se puede sumar, si no se es capaz de llegar a acuerdos.	70
5.9.4 Una enseñanza de las ciencias ligada al contexto social y no al margen de él.	71
5.9.5 Secuencia de experiencias didácticas propuestas y actividades experimentales que se aportan.	
a) <i>Una secuencia de experiencias didácticas cualitativas y cuantitativas.</i>	72
b) <i>Una selección de tres actividades experimentales.</i>	74
1. Los límites de crecimiento que la naturaleza impone.	75

	2. Escalar los conocimientos de los niños de lo simple a lo complejo.	78
	3. Cómo avanzar hacia la equidad y la justicia.	83
	c) <i>Creatividad y un contexto experiencialmente enriquecedor:</i> ®“El taxonomiavión”.	84
5.10	Aplicación de los instrumentos de evaluación, organización de los resultados, tratamiento y análisis de los mismos.	87
VI.- RESULTADOS		88
VII.- INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS		90
7.1	Interpretación de las respuestas y dibujos de los niños.	90
7.2	Evaluación del efecto de la intervención pedagógica realizada.	106
VIII.- CONCLUSIONES		110
IX.- REFLEXIÓN FINAL		118
X.- REFERENCIAS		120
XI.- ANEXOS		
Anexo A	Tablas de resultados y tratamiento estadístico de los mismos.	123
Anexo B	Ejemplo de una secuencia de sesiones de trabajo.	146
Anexo C	Ejemplos de tablas de especificación de acciones y registro de datos.	153
Anexo D	Material para trabajar valores.	160
Anexo E	Ejemplo de juego didáctico elaborado.	174
Anexo F	Productos elaborados por los niños.	176
Anexo G	Ejemplo de participación escolar en el Proyecto “Así son los suelos de mi Nación”, como ponentes y expositores del Simposio de Innovaciones Educativas en la Enseñanza de la Ciencia del Suelo-2006 y en el II Simposio Latinoamericano de Innovaciones Educativas en la Enseñanza de la Ciencia del Suelo-2007.	188
Anexo H	Tratamiento estadístico, para el cálculo del factor de correlación δ , de los ítems con que se construyeron los cuestionarios.	191

ÍNDICE DE CUADROS, FIGURAS, TABLAS Y FOTOS

	Pag
Cuadro No. 1 Planteamientos pedagógicos.	27
Cuadro No. 2 Corrientes epistemológicas.	31
Cuadro No. 3 Características que en el marco de la Teoría de construcción del aprendizaje se retoman y proponen para transitar hacia una enseñanza de orden ambiental.	56
Tabla de resultados No. 1 Evolución de conceptos previos Escuela Prof. Alfonso Sánchez García.	124
Tabla de resultados No. 2 Evolución de conceptos previos Escuela Leyes de Reforma.	126
Tabla de resultados No. 3 El suelo.	128
Tabla de resultados No. 4 El suelo como medio.	130
Tabla de resultados No. 5 Las partículas que constituyen el suelo.	132
Tabla de resultados No. 6 Relación suelo-agua-planta.	135
Tabla de resultados No. 7 Valores y actitudes.	136
Tabla No. 8 Contenidos y objetivos.	154
Tabla No. 9 Registro de datos en la parcela: ¿Qué vamos a sembrar?	157
Tabla No. 10 Registro de datos y labores en la parcela: ¿Qué labores se requieren?	158
Tabla No. 11 ¿Qué hay en el suelo?	159
Tabla No. 12 Propuesta de comportamientos ambientales que se corresponden con los valores fundamentales.	162
Figura No. 1 Propuesta de ambientalización curricular.	57
Figura No. 2 Sistematización del proceso metodológico para la apropiación de valores.	173
Foto No. 1 Los niños preparando su STAND.	190
Foto No. 2 Los niños exponiendo en qué consiste su proyecto a los niños visitantes.	190
Foto No. 3 Acercamiento al material preparado y presentado por los niños.	190
Foto No. 4 Visión parcial de la sala con 540 niños asistentes al Simposio.	190

DEDICATORIAS

Al Príncipe que dejó su estaca, para construir sus sueños.

GRACIAS por la vida, gracias por enseñarme las primeras letras, regalarme para siempre la historia, forjar en mí el amor por la lectura y el respeto por un libro; gracias porque el ejemplo de vida, fue siempre el esfuerzo y no el regalo; por dejarme conocer que se puede ser igual amigo de quien vive en la abundancia que de aquel que nada o poco tiene, y disfrutar con igual apetito un plato de frijoles, que un elaborado o exótico platillo.

Gracias por esa educación simple y cotidiana, que forja principios en el ejercicio diario del respeto a la individualidad, la libertad de expresión, y el aliento de la búsqueda de la equidad.

Gracias por enseñarme que amor, es el que se manifiesta en los hechos y no en las palabras, y que respeto, es el cuidado y no el desperdicio; igual del trabajo propio que del de los demás.

Gracias por adelantarte tanto a tu tiempo, por no cortar nunca un intento, y sí en cambio darme todas las oportunidades, respetar mis ideas, discutir conmigo de tú a tú, dejarme crecer fuerte y aprender a volar sola.

Gracias por dejarme ser quien soy.

Hoy que están tejidos tus sueños con los míos: ser una mujer con voz y sin ataduras, y la carrera universitaria con la docencia;.....

Gracias, inolvidable *Príncipe de La Estaca*.

AGRADECIMIENTOS

A Laura Alejandra, por quererme como soy, y ser tal como ella es.

A mi humilde tía Sara.

A mi abuelito Antonio y mi tía Esthela, por el amor que me dieron.

A mi familia y a mi mamá.

A toda la Sancheada, por tantos gratos momentos, y por darle a Alejandra la alegría y solidaridad de una familia.

A mi tío Tony, por siempre creer en mí.

Al Colegio “Las Rosas” por una infancia escolar maravillosa.

A mi maestra de 4º y 5º de primaria: la Srita. Esthela Canchola, porque con su práctica docente cotidiana, forjó en mí una disciplina y me enseñó la clara diferencia entre oír y escuchar; así como entre repetir y leer.

A los alumnos de la carrera de Ingeniería Agrícola de la UNAM, que compartieron conmigo la maravillosa aventura de conocer el México real: el México rural y empobrecido. Gracias por acompañar mi caída de la nube rosa del México de iguales oportunidades para todos, y hacer que ésta fuera menos brusca y más rica en oportunidades para crecer; gracias por todo lo que me enseñaron. Gracias porque cambiaron el rumbo de mi vida, me permitieron *aprender a enseñar*, e hicieron de mí una mejor persona.

A mi amigo René Miranda Ruvalcaba, por darme siempre la mano, escucharme, acompañarme, y ser para mí un hermano.

Al Ing. Javier Medina Barrón por su incondicional amistad, por el tiempo y el espacio brindado para las ideas compartidas, y por todo el apoyo otorgado en nuestra accidentada vida de trabajo. Gracias por tu mano siempre abierta.

Al Ing. Raúl Espinoza Sánchez por su apoyo constante y siempre dispuesto para auxiliarme en la cristalización de mis proyectos de vida. Gracias por tu amistad.

A la Maestra Consuelo Palazuelos Samaniego, por su comprensión y apoyo.

Al Dr. Tomás Guzmán, por invitarme a construir desde sus cimientos, el sueño de un Postgrado Mesoamericano que parecía inalcanzable, pero que hoy compartimos ya hecho una realidad.

Al Dr. Dennis Huffman Schwocho por su paciencia, su actitud crítica pero no invasiva, y por los conocimientos brindados, en su curso y durante la realización de este trabajo.

A la Dra. María Marta Camacho Álvarez y al Dr. Freddy Araya Rodríguez, gracias por sus aportaciones para el mejoramiento de este trabajo.

A las Dras. Claudia Charpentier y María de los Ángeles Álvarez Fernández, y al Dr. Liberio Victorino R., por sus enseñanzas, opiniones, comprensión y solidaridad.

A los niños del Instituto Educativo “Profesor Alfonso Sánchez García” y de la Escuela “Leyes de Reforma”; así como a las Maestras Margarita Sagrado Ulloa, María de Lourdes Mendoza, Máxima Hernández y Jackeline Ramírez Guerrero.

A la Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo por su gran e incondicional apoyo para la cristalización del Proyecto educativo “Así son los suelos de mi Nación”, y la realización del “Simposio de Innovaciones Educativas en la Enseñanza de la Ciencia del Suelo”.

A todos los compañeros edafólogos y docentes expositores en los “Simposios de Innovaciones Educativas en la Enseñanza de la Ciencia del Suelo”, por su apoyo para la realización de los mismos.

Gracias a la Sociedad Latinoamericana de la Ciencia del Suelo, la Sociedad Cubana de la Ciencia del Suelo, la Asociación Argentina de la Ciencia del Suelo, la Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo, la Asociación Costarricense de la Ciencia del Suelo, la Sociedad Ecuatoriana de la Ciencia del Suelo y a la Oficina Regional para América Latina y el Caribe del PNUMA; por la oportunidad y el apoyo, para hacer realidad la “Red Latinoamericana de Educación y Enseñanza de la Ciencia del Suelo” y el “Simposio Latinoamericano de Innovaciones Educativas en la Enseñanza de la Ciencia del Suelo”.