



TESIS DOCTORAL

**FORMACIÓN DEL PROFESORADO DE INGENIERÍA
DESDE LA TEORÍA DE LA COMPLEJIDAD:
UN ESTUDIO CUALITATIVO**

ALICIA CID REBORIDO



**DEPARTAMENTO DE DIDÁCTICA Y ORGANIZACIÓN
EDUCATIVA**

FACULTAD DE PEDAGOGIA

UNIVERSITAT DE BARCELONA

TESIS DOCTORAL

**FORMACIÓN DEL PROFESORADO DE INGENIERÍA
DESDE LA TEORÍA DE LA COMPLEJIDAD:
UN ESTUDIO CUALITATIVO**

Alicia Cid Reborido

Barcelona, 2009

**DEPARTAMENTO DE DIDÁCTICA Y
ORGANIZACIÓN EDUCATIVA**

FACULTAD DE PEDAGOGÍA

UNIVERSITAT DE BARCELONA

Programa de doctorado:
“Diversidad y Cambio en Educación: Políticas y Prácticas”
Bienio 2003-2005

TESIS DOCTORAL

FORMACIÓN DEL PROFESORADO DE INGENIERÍA
DESDE LA TEORÍA DE LA COMPLEJIDAD:
UN ESTUDIO CUALITATIVO

Para optar al título de Doctora en Pedagogía

Presentada por:
Alicia Cid Reborido

Dirigida por:
Dra. Virginia Rosa Ferrer Cerveró
Dr. Armando Rugarcía Torres

Barcelona, 2009

Amado Dios y Padre Todopoderoso te agradezco tanto, que hayas sido en todo tiempo y momento, mi soporte invisible y visible en tu Amor incondicional derramado sobre mi persona tanto interna como externamente, ya que en medio de mi peregrinaje incierto en tierras lejanas a mi Patria mexicana que me vio nacer, me sintiera acompañada y sostenida por ti, también agradezco tu infinita gracia, misericordia y amor derramadas sobre mi vida corporal finita, a ti, mi Amado y bendito Redentor Cristo Jesús, Cordero de Dios, Alfa y Omega, Principio y fin, gracias a ti, fue posible articular todo el entretejido de esta tesis doctoral ya que me mostraste el camino a seguir y finalmente gracias Precioso y Bendito Espíritu Santo, tu guía e inspiración divina, sabiduría, inteligencia, consejo, conocimiento, revelación y complicidad, sin las cuales nunca hubiese sido posible escribir y concretar todo este entretejido complejo.
Los amo hoy y siempre.

“Jesucristo eres el Todo, y en Todo”
Colosenses 3:11

TRES en UNO,
UNO en TRES,
EL TODO.

Agradezco a mis amadas sobrinas Judith Berenice, Shalom Ruth, Hannah y a mi amado sobrino Abraham Isaí, que me han dado la oportunidad de crecer junto con ellas y él, tanto en la cercanía como en la distancia, esto me ha permitido abrir mis oídos para escuchar sus pequeñas y grandes voces y sentir la necesidad de hacer un regalo para todos aquellos profesores y profesoras dedicados a la enseñanza de las ciencias en la Ingeniería, que no han recibido una formación integral para la enseñanza tanto en México como en España, a ellos y ellas con gran respeto y amor, les dedico esta tesis con el fin de que pueda ser una pequeña ayuda en la gran aventura de enseñar ciencias con pasión y amor desde la complejidad en la era planetaria.

Gracias Dra. Virginia Ferrer Cerveró, sin tu ayuda esta tesis nunca hubiera sido posible, no dejo de sorprenderme y de reconocer tu pensamiento complejo innato y holístico que en la diferencia me guió en el desarrollo y concreción de esta didáctica de la complejidad en la ingeniería, el Dios –Elohim- te creo para que no solo a mí, sino también a muchas profesoras/investigadoras tanto de España como de América Latina, dentro del contexto de la globalización, nos dejáramos tocar y trastocar por tus saberes, entretejidos en ese sentido de responsabilidad y libertad para que en nuestra “búsqueda” dentro y fuera de la complejidad, nos encontráramos contigo.

Virginia has sido esa guía transversal: que en lo formal y lo informal me acompañó a encontrar esa luz creativa, que iluminó mi mente compleja innata y que permitió conscientizarme del pensamiento lineal, cartesiano, que me había sido impuesto a través de la educación formal que recibí desde niña hasta mi formación profesional, para entender y comprender que también había un pensamiento complejo, generado de actos creativos a través de los desórdenes para dar un orden nuevo, pero que no podía emerger porque tenía miedo de lo desconocido, del desorden, de las sorpresas, de los imprevistos, del caos, de lo fractal, del reconocimiento del otro y la otra y de mi misma, desde el género en las ciencias a través de todo mi entorno complejo, holístico e informal.

Al Dr. Armando Rugarcia Torres (México) siempre estaré agradecida y en deuda por el privilegio de recibir sus “sugerencias y recomendaciones” –sabios consejos- como “un padre amoroso y justo a su hija” sin ellos habría un hueco sustancial en esta investigación.

Dra. Maria Asunción Aneas Álvarez (Cataluña) –voz profética en mi desierto y peregrinaje- gracias por tu acompañamiento informal –racional/afectivo/intercultural- e impregnar tu sello personal objetivo/subjetivo y experiencia investigadora en humildad desinteresadamente a este proyecto de tesis.

Al Dr. José Contreras, Dra. Nuria Pérez de Lara, Dra. Caterina Lloret, Dra. Remei Arnaus, Dra. Juana Sancho, Dr. Fernando Hernández, Dra. Elena Cano, Dr. Antonio Latorre, Dra. Flor Cabrera y la Dra. Sandra Montaner por sus valiosas asesorías en compromiso y en algunos otros casos sus comentarios y sugerencias desde la informalidad.

A los profesores de ingeniería: *Peregrino*, *Tímido* y las profesoras de ingeniería: *Solidaria*, *Buena Voluntad* y alumnos(as) de ingeniería, sin sus voces en el recorrido de sus historias narrativas biográficas y mi propia autobiografía como estudiante y profesora de ingeniería e investigadora *Cervatilla*, no hubiera sido posible la construcción del instrumento de análisis para la concreción de esta tesis.

A mis amados padres Raúl (Puebla/México) y Adelina (Galicia/España) por su ejemplo de sencillez, sabiduría, integridad y oraciones diarias, me cultivaron en amor: la disciplina y tenacidad por alcanzar una meta (en este caso) la culminación de la tesis.

A mi amada hermana Adelina (México/España) por su compañía -*affidamiento*- desde la distancia - nuestro México lindo y querido - y sus oraciones hicieron posible alcanzar el propósito de mi estancia en la ciudad de Barcelona, Cataluña.

Caro (México) siempre estaré agradecida por todo tu apoyo en ese sentido de responsabilidad y libertad desde la distancia y cercanía con las transcripciones y demás detalles técnicos de tesis, Dios te bendiga mucho.

Alejandro (México) mil gracias por el soporte técnico facilitado en mis breves estancias en la amada ciudad de México.

Anita (México) tu toque personal con pasión en ingenio mexicano en la diversidad, a través de tus manos y tu poder de imaginación y creatividad en los diseños gráficos en acuarela de esta tesis, han dado vida y color a los capítulos de la misma.

A mi Doctora de cabecera, Quiropráctica y amiga Gladys Helena Ramírez Lorenzo (Colombia/Barcelona), por todos esos momentos difíciles donde el toque de tus manos y sabiduría e inteligencia médica holística en cuidado hacia mi persona integral hicieron posible salir adelante en mis multiformes enfermedades.

Manuel Sánchez Almendros (Almería/Barcelona) eres increíble, me enseñaste con tus diálogos informales otro mundo –una parte más del todo- donde la complejidad y complementariedad están presentes a través del Arte por medio de la magia de tu pintura, una pintura que deja huella y en que forma.

Doña Rosa Cerveró, gracias por acogerme como a una hija, nunca olvidaré su hospitalidad y amor fraternal.

Desde Vilanova, a mi amada hermana Margarita Buades, tu acogimiento, gran cariño, gran capacidad de escucha y complicidad en esos momentos de caos, fueron imprescindibles para salir adelante y no desmayar gracias por todo.

Oscar/ Jael y Hanameel, los amo mucho, nunca jamás alcanzarán las palabras de agradecimiento para ustedes tres y uno, por todo el apoyo brindado hacia mi persona.

Estela (Barcelona) y Nuri (Almería), cuando comencé a profundizar en competencias y habilidades sociales aparecieron ustedes, para enseñarme en forma práctica lo que significaba esa conexión racional/emocional/social que todo ser humano necesita, para la convivencia en esta era planetaria.

Su acercamiento y acompañamiento en la recta final de este entrejido, dieron luz al “cuerpo y alma” con sus salpicadas de amor incondicional, en ese peregrinaje discontinuo y continuo mas lleno de incertidumbre y vacío de certezas, que Dios se los multiplique en su multiforme gracia.

A la Apóstol/Pastora/Profetisa/Maestra Rosa Emiliano su amor ágape, sabiduría de lo Alto, entrega y pasión por las almas heridas y enfermas como la mía cicatrizó – desfragmentó- mi corazón fragmentado en un corazón tierno y sensible al cuidado del otro.

A mis amados Pastores catalanes: Juan José/ Blanca Vázquez, gracias por su acogida, apoyo y escucha, son fenomenales, los amo mucho!!

A la Pastora Ma. Pilar Pallarès, sus diálogos sostenidos en sabiduría y exhortaciones han incentivado y fortalecido sobrenaturalmente mi peregrinaje pedregoso e incierto en tierras catalanas para alcanzar lo que por momentos vislumbraba como inalcanzable.

“Y perseveraban en la doctrina de los Apóstoles, en la comunión unos con otros, en el partimiento del pan y en las oraciones”... “y tenían en común todas las cosas” (Hechos 2:42 y 44b), es el modelo en acción en el día de hoy, de mi segunda familia en la fe: Silvia (Chile), José María y Jordi (Cataluña/Chile), son un ejemplo palpable entretejido de amor, ternura, entrega y pasión por Cristo, cuando convivo en koinonía con ustedes, reflejan el amor en sacrificio que Jesús hizo por mí en la cruz del calvario, sus oraciones de poder y su amor hacia mí, derrite y atraviesa mi humilde corazón.

Mayte y Matías (Cataluña) mil gracias por el espacio de acogida y de reflexión en intimidad en mis últimos días en la ciudad de Barcelona, gracias por su amor por México y los *niños de la calle* que son suyos también.

Creo que nunca acabaría de agradecer a tantas y tantas personas que en su momento me acompañaron en mi peregrinaje, tanto en el génesis, como el éxodo del doctorado: Miriam Moramay Micalco (México), Dra. Patricia Silva (México), Maria Cónsul (Cataluña), Silvana Castillo (Chile), Dra. Maria Helena Salgado (Brasil), Carlos Carreras (Cataluña). ¡Gracias!

Finalmente el escribir esta tesis doctoral, me ha costado ser despellejada voluntariamente, una metamorfosis que me ha devuelto mi humanidad y libertad, mi autonomía, que me había sido robada por el sistema académico en el cual crecí y sobreviví, hasta llegar al doctorado, fue allí, donde empezó a latir nuevamente mi corazón, a devolverme la vida, a darme vida abundante y con propósito.

Al Departamento de Didáctica y Organización Educativa, de la Facultad de Pedagogía de la Universidad de Barcelona, por haber otorgado un espacio de acogida y encuentro para mi formación como investigadora y la realización del trabajo académico. En especial al Dr. Vicenc Benedito y el Dr. Arturo Parcerisa y la Dra. Cristina Alonso Directores y Directora del Departamento en diferentes periodos de mi estancia dentro del doctorado, al Dr. Serafín Antúnez y el Dr. José Luis Medina Moya Directores del programa de Doctorado: “Diversidad y Cambio en Educación: Políticas y Prácticas”.

A Juan José González, Secretario Académico del programa de doctorado en su momento. Dentro del cuerpo de doctores que conforman este doctorado, el corazón de este, ha sido sin duda alguna Juan José, que sin la parte de su gestión y administración en compromiso, que dirigió durante el bienio 2003/2005, y que me tocó vivir, esta tesis no hubiera sido posible su gestación y culminación.

INDICE DE CONTENIDOS

0. INTRODUCCIÓN	1
0.1. ÁREA PROBLEMÁTICA Y GÉNESIS DEL PRESENTE TRABAJO.....	2
0.2. ESTILO DEL VOLUMEN.....	7
CAPÍTULO I. CRUZANDO TERRITORIOS: GÉNESIS Y BÚSQUEDAS CON EL PROFESORADO DE INGENIERÍA.....	9
1.1. MÁS ALLÁ DE MI DOCENCIA EN LA INGENIERÍA: UNA MIRADA DESDE LA COMPLEJIDAD.....	10
1.2. EL MAPA DE LAS CUATRO ESTACIONES DE LA INVESTIGACIÓN	13
1.3. DESEMBARCO, EXPLORACIÓN E INTROSPECCIÓN EN EL DOCTORADO	16
1.4. EL ENCUENTRO CON LA COMPLEJIDAD	24
1.5. ACERCÁNDOME A LOS RELATOS DE LA EXPERIENCIA VIVIDA	27
1.6. LA INGENIERÍA EN EL LABERINTO EMOCIONAL	35
1.7. VIVIR EL DENTRO Y FUERA DE LAS HISTORIAS DE VIDA.....	44
BIBLIOGRAFÍA:	53
CAPÍTULO II. DIÁLOGOS EPISTEMOLÓGICOS QUE SUSTENTAN LA INVESTIGACIÓN 59	
2.1. COMPLEJIDAD Y FORMACIÓN EN INGENIERÍA.....	60
2.2. SER DOCENTE/ INVESTIGADORA EN INGENIERÍA DESDE LA <i>TRANSDISCIPLINARIEDAD</i>	75
2.3. EL DESEO DE FORMAR Y ENSEÑAR EN LAS CIENCIAS DURAS DESDE LA DIFERENCIA A TRAVÉS DE LA RELACIÓN EMOCIONAL	82
2.4. LA AUTORIDAD FEMENINA EN EL MUNDO DE LAS CIENCIAS DURAS	93
BIBLIOGRAFÍA	103
CAPÍTULO III. CAMINOS Y MÉTODOS DE LA INVESTIGACIÓN DESDE LO BIOGRÁFICO-NARRATIVO	111
3.1. INQUIETUDES, PROBLEMAS Y PREGUNTAS SOBRE LA PRÁCTICA DOCENTE EN INGENIERÍA	114
3.2. DE LO CUALITATIVO A LO NARRATIVO	121
3.3. EL DISEÑO, LOS SUJETOS Y LOS DATOS	135
BIBLIOGRAFÍA	154
CAPÍTULO IV. EL GIRO COPERNICANO DE LAS EMOCIONES Y SENTIMIENTOS EN LA INGENIERÍA.....	159
4.1. DESCUBRIENDO – <i>DESCOBIENDO</i> - NUESTRAS EMOCIONES	160
4.2. RESURGIMIENTO DE UN RADAR INTERPERSONAL QUE EMERGE ANTE LA PRESENCIA DE SITUACIONES COMPLEJAS Y CAÓTICAS	163
4.3. ¿QUÉ ES UNA EMOCIÓN?.....	169
4.4. APRENDIENDO A RE-EDUCAR NUESTRAS EMOCIONES.....	174
4.5. LA RACIONALIDAD Y LAS EMOCIONES ENTRETEJIDAS EN LA COMPLEJIDAD DE NUESTRO <i>CEREBRO EMOCIONAL</i>	184
4.6. EL ENTRETEJIDO COMPLEJO DE LA <i>EMOCIÓN</i> Y LOS <i>SENTIMIENTOS</i> EN LOS DOCENTES DE INGENIERÍA.	198
4.7. CONOCIÉNDONOS Y RECONOCIÉNDONOS A TRAVÉS DE NUESTRAS EMOCIONES Y SENTIMIENTOS. .	201
4.8. MENTE/EMOCIONES/CEREBRO FEMENINO SE AUTOORGANIZAN DESDE LA COMPLEJIDAD	206
4.9. UN ACERCAMIENTO DESDE LA DIFERENCIA EN AMBOS CEREBROS: MASCULINO Y FEMENINO.....	208
4. 10. UN VISTAZO DEL CEREBRO FEMENINO HOY EN DÍA.....	217
4. 11. EL CAOS Y LOS DESÓRDENES COMO EL MIEDO, SE RECONCILIAN CON EL ORDEN.....	222
4.12. COMPETENCIAS EMOCIONALES DENTRO DEL ENTRETEJIDO DE EMOCIÓN Y SENTIMIENTOS EN DOCENTES DE INGENIERÍA.....	232
BIBLIOGRAFÍA	237
BIBLIOGRAFÍA ELECTRÓNICA:.....	245
CAPÍTULO V. LA RELACIÓN CON EL OTRO DESDE LA IGUALDAD Y A TRAVÉS DE LA DIFERENCIA.	247
5.1. COMPROMISO Y DISTANCIAMIENTO	248

5.2. EMPATÍA (ESCUCHAR CON LOS OÍDOS DEL CORAZÓN) EN UN COMPROMISO DE AMOR HACIA EL OTRO.	251
5.3. UN EQUILIBRIO ENTRE LAS EMOCIONES Y LA RACIONALIDAD (APRENDER A EQUILIBRAR LAS EMOCIONES Y LA PARTE RACIONAL) A TRAVÉS DE LA AUTOPOIESIS.	257
5.4. ¿CUANDO Y CÓMO SABER HABLAR CON EL OTRO? (CONSTRUYENDO “PUENTES”)	261
5.5. ESCUCHAR Y APRENDER A MIRAR LOS <i>SILENCIOS</i> ES UNA MANERA INTELIGENTE Y SABIA DE APRENDER DEL OTRO(A).	266
5.6. APRENDER A CALLAR Y SABER ESCUCHAR (CALLAR CUANDO NO HAY QUE DECIR NADA)	268
5.7. ¿DIÁLOGO (SILENCIOS/MIRADAS/VOCES/LENGUAJE CORPORAL) O MONÓLOGO?	272
5.8. AUTORIDAD Y PODER DENTRO DE LA RELACIÓN DESDE LA DIFERENCIA.	275
5.9. AUTORIDAD FEMENINA, AUTORIDAD CIENTÍFICA.	287
5.10. LA RELACIÓN DE GÉNERO Y PODER DESDE LA DIFERENCIA DENTRO DE LA INGENIERÍA	292
5.11. AUTORIDAD Y PODER DENTRO DE LAS RELACIONES HUMANAS VS. AUTORITARISMO	295
5.12. LIBERTAD EN EL DIÁLOGO Y EN EL ACTUAR DESDE LA DIFERENCIA.	301
5.13. LOS VALORES (TOLERANCIA, VERDAD, HONESTIDAD, RESPETO, SOLIDARIDAD...) DENTRO DE LA RELACIÓN DESDE LA DIFERENCIA DE GÉNERO.	304
5.14. CONSCIENCIA E INCONSCIENCIA.	319
5.15. EL PODER DE LA VOLUNTAD HACIA LA CONVIVENCIA CON EL OTRO (UN INTERCAMBIO DE OPORTUNIDADES EN APRENDIZAJES Y DESAPRENDIZAJES).	322
5.16. MÁS QUE ENSEÑAR ES <i>UNA ACTITUD DE SERVICIO</i> (APRENDIENDO A RELACIONARSE CON EL OTRO).	325
BIBLIOGRAFÍA:	330

CAPÍTULO VI. DIDÁCTICA DE LA COMPLEJIDAD EN LA FORMACIÓN DE INGENIERÍA.....337

6.1. LA DIDÁCTICA LINEAL “EL PAN NUESTRO DE CADA DÍA” EN TIEMPOS DE CRISIS- RIESGO- INCERTIDUMBRE.	338
6.2. VICIOS (<i>LA REDUCCIÓN</i>) DENTRO DE LA DIDÁCTICA EN INGENIERÍA	379
6.3. MITOS Y CREENCIAS DE LOS ESTUDIANTES Y DOCENTES DE INGENIERÍA.	383
6.4. ASIGNATURAS DURAS, SUAVES, EMERGENTES (HÍBRIDAS) Y SUS MITOS.	399
6.5. DESPLANIFICACIÓN Y PLANIFICACIÓN <i>DEL DÍA A DÍA</i> EN CLASE EN LA DIDÁCTICA EMERGENTE DE LA INGENIERÍA.	415
6.6. <i>SENSIBILIDAD Y TACTO</i> EN <i>COMPROMISO</i> DENTRO DE LA COMPLEJA VISIÓN DE LA TUTORIZACIÓN DEL DÍA A DÍA A LO LEJOS Y EN LA CERCANÍA.	424
6.7. RIGOR Y SENSIBILIDAD EN LA EVALUACIÓN (¿OBJETIVO Y/O SUBJETIVO?)	433
6.8. DESERCIÓN UNIVERSITARIA Y SUS POSIBLES CAUSAS.	447
6.9. EL PENSAMIENTO COMPLEJO <i>PIEZA CLAVE</i> EN LOS PROFESORES DE INGENIERÍA DESDE UNA DIDÁCTICA COMPLEJA Y EMERGENTE.	452
6.10. COMPETENCIAS COMPLEJAS PARA UNA DOCENCIA EMERGENTE EN INGENIERÍA	462
DIMENSIÓN EXISTENCIAL EN LA DIDÁCTICA COMPLEJA (EL SER Y ESTAR EN EL TODO Y EN LAS PARTES).	473
BIBLIOGRAFÍA	488
REFERENCIAS ELECTRÓNICAS.	497

CAPÍTULO VII. CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN FUTURAS.....499

I. CRUZANDO TERRITORIOS: GÉNESIS Y BÚSQUEDAS CON EL PROFESORADO DE INGENIERÍA	500
II. DIÁLOGOS EPISTEMOLÓGICOS QUE SUSTENTAN LA INVESTIGACIÓN.	504
III. CAMINOS, Y MÉTODOS DE LA INVESTIGACIÓN DESDE LO BIOGRÁFICO-NARRATIVO	506
<i>APERTURA</i> .	506
<i>CRÉDITOS</i> :	507
<i>Personajes secundarios</i> :	507
IV. EL GIRO COPERNICANO DE LAS EMOCIONES Y SENTIMIENTOS EN LA INGENIERÍA	509
V. LA RELACIÓN CON EL OTRO DESDE LA IGUALDAD Y A TRAVÉS DE LA DIFERENCIA.	515
VI.- DIDÁCTICA DE LA COMPLEJIDAD EN LA FORMACIÓN DE INGENIERÍA	518
RECOMENDACIONES.	534
BIBLIOGRAFÍA	538
ANEXOS	I

A) ENTREVISTAS ALUMNO Y DOCENTE INGENIERO EN TELECOMUNICACIONES (TÍMIDO)	II
B) AUTOBIOGRAFÍA ALUMNA Y DOCENTE INGENIERA QUÍMICA (CERVATILLA)	LXXXIII
C) NODO: AUTOORGANIZACIÓN (AUTOPOIESIS).....	CIV
D) NODO: PENSAMIENTO COMPLEJO	CXL

INDICE DE TABLAS

III. CAMINOS, Y MÉTODOS DE LA INVESTIGACIÓN DESDE LO BIOGRÁFICO-NARRATIVO

3.1	Paradigmas cualitativo y cuantitativo	115
3.2	Virtudes de la investigación cualitativa	121
3.3	Decisiones de diseño en la investigación cualitativa	127
3.4	Métodos cualitativos de investigación (Morse 1994)	128
3.5	Principales tradiciones de la investigación cualitativa	128

INDICE DE FIGURAS

4.1	Falta de autogestión en la relación emocional (inteligencia emocional)	165
4.2	El proceso de la vivencia emocional	169
4.3	Esquema de las principales fases del disparo y ejecución de una emoción, utilizando el miedo como ejemplo.	226
4.4	La transmisión al cerebro de señales procedentes del cuerpo	227
4.5	Algunas de las principales emociones sociales, tanto positivas como negativas.	233
6.1	Perspectiva desde la complejidad de las asignaturas duras y las ingenierías	409
7.1	Diagrama de la didáctica de la ingeniería desde el paradigma de la complejidad y el paradigma de la simplificación	522

