



**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

CAPÍTULO II. DIÁLOGOS EPISTEMOLÓGICOS QUE SUSTENTAN LA INVESTIGACIÓN



II.- Diálogos epistemológicos que sustentan la investigación

"Yo inconscientemente no lo pensé, es que llegué tarde a coger el tren aquel, perdí el tren y no me embarqué en eso, porque en el fondo tenía miedo ¿sabes? yo finalmente quería ir pero internamente tenía miedo entonces como lo resolvía, si yo había llegado tarde."

"Tímido" Ingeniero en Telecomunicaciones

2.1. Complejidad y formación en Ingeniería

“Conocimiento es una representación necesariamente finita de una complejidad presuntamente infinita”.

Jorge Wagensberg³³

El entretejido o articulación del paradigma de la complejidad en la formación de profesores en la ingeniería me ha permitido integrar de manera holística las partes o elementos que conozco. Desde la teoría de la mecánica cuántica, -que he articulado en mi asignatura de Química- que he impartido tanto en la Universidad pública durante 17 años y privada durante 14 años, comprendía que cuando se refería a “saltos”, es decir; pasar de un nivel de organización a otro -de alguna manera tenía una vinculación con los niveles cuánticos de energía a los que se refiere Bohr y que relaciona además con pequeños cuantos de energía-. En relación a dichos niveles, al pasar a un mayor nivel permite que exista por lo tanto mayores relaciones entre sus elementos, permite niveles más elevados de organización, mayor dinamismo, genera una tendencia del desorden al orden, a través de una auto-organización, lo cual permite mayor consciencia y reflexión en el sujeto. Como diría Roger Lewin (1995:220): *“una especie de icono de la creatividad en el límite del caos”*. Esto demuestra de alguna manera que la educación no es solamente un proceso lineal o cartesiano, simplista, reduccionista sino que además también es complejo. Es decir, intervienen una serie de elementos internos como el estado de ánimo, los valores, la relación dialógica, de iguales, en forma horizontal – simétrica-, entre profesor(a) y alumnos(as). Es darle voz al otro(a) u otros(as), escucharse uno al otro(a), lo cual permite una conscientización de sí mismo -ambas partes. Es decir tanto del profesor(a) como del alumno(a)- dentro del proceso complejo. Elementos no solo internos que enriquecen dicha estructura compleja; sino también elementos externos como temas fuera del salón de clases, en donde las problemáticas complejas demandan la construcción cuidadosa de respuestas, debido a que es un sistema abierto dichos elementos influyen dentro y fuera del proceso entre profesor(a) y alumnos(as). Los elementos internos del sujeto como es el caso entre la relación

³³ WAGENSBERG, J. (2002): *Si la naturaleza es la respuesta, ¿cuál era la pregunta? y otros quinientos pensamientos sobre la incertidumbre*, Barcelona, Tusquets Editores. Pág. 63.

profesor(a) y alumnos(as) con sus emociones, sentimientos, temores, amor/odio, estrés/relajamiento, miedo/confianza, asertividad/indiferencia. Las dualidades de la complementariedad de acuerdo a Bohr. Además los sistemas son permeables es decir abiertos, pueden modificar el medio en que se mueven. Solo los sistemas con un alto grado de desorden permiten una respuesta distinta a la establecida.

Retomando el principio de incertidumbre de Heisenberg según González de Alba (2000): “*De igual forma, unas veces resulta conveniente imaginar al electrón como una onda y otras como una partícula. No es sino el experimento lo que determinará el comportamiento del electrón como una cosa o la otra. Onda y partícula son estados complementarios. El electrón es ambas cosas mientras un experimento no determine alguna de ellas*”. Esto mismo se observa dentro de la educación en la enseñanza de las ciencias exactas ya que se tiene por ejemplo planificada la clase de acuerdo a un programa analítico y sin embargo debemos estar abiertos a “desplanificar” si es necesario de acuerdo a las necesidades que se presentan dentro de la clase y volver a planificar. Ahora con esta visión de la mecánica cuántica o “*didáctica cuántica*” que me permite planificar/desplanificar la clase de química que imparto actualmente en la universidad desde otra “mirada” debo de tener cuidado y actuar con consciencia de que el paradigma reduccionista siempre estará allí presente. Sin embargo ahora no solo estoy consciente de este paradigma sino también del paradigma de la complejidad y es necesario tener cuidado de la certidumbre (Maturana, 1990) del paradigma reduccionista. Ya que no puedo seguir creyendo que podré controlar todos los factores causales y sincrónicos que intervendrán en el proceso, puesto que es imposible conocerlos en su totalidad. Además de que es un proceso abierto donde la relación causal es circular y helicoidal y no lineal como estaba acostumbrada en el modelo cartesiano o newtoniano, donde predomina un conocimiento académico abstracto, acontextual, estable y rígido. Todo proceso educativo es una interpretación, un reordenamiento (comprensión-transformación-comprensión), es complejo, es incierto, es una recreación a diferencia de un reflejo especular que es estático. Ahora, debemos aceptar que todo proceso educativo *informal* y *holístico* exigirá la presencia de un sujeto creador, crítico-reflexivo, activo y ya no más pasivo.

Ante este nuevo paradigma de una “*didáctica cuántica*” será necesario reconocer que el profesor o la profesora de ingeniería podrán reconstruir y comprender retrospectivamente sus procesos de reflexión en la práctica. Sin embargo será necesario ir todavía más allá. El análisis no se centrará únicamente en las características de la situación o contexto del problema. Se cuestionará también los procedimientos llevados a cabo para formular el problema y determinar su naturaleza, la formulación de objetivos, la selección de los cursos de acción realizada y sobre todo las teorías implícitas, las comprensiones y los modos de representar la realidad que se llevaron a cabo durante la acción. Supone en definitiva una metareflexión en torno al conocimiento de la acción y la reflexión en la acción como plantea Schön (1987).

La formación de ingenieros(as) se observa que es problemática porque presenta muchas insuficiencias -esto se ha demostrado por el alto índice de suspensión de los alumnos en las asignaturas de matemáticas y física-, de acuerdo a la investigadora Virginia Ferrer lo anterior es debido “*ya que se mueve dentro de un paradigma de la simplicidad, es decir causa-efecto, y esto además va en contra de los “productos de ingeniería” que suelen ser mas complejos*”. Este problema de simplicidad hace que por lo tanto se pierdan los valores y la ética o no se trabajen lo suficientemente. Los valores emergen en el planteamiento de enseñanza de los contenidos, de la enseñanza de los modelos del profesor, el tipo de relaciones que establece profesor-alumno, el tema del sujeto, la subjetividad del sujeto que se forma, el tema de la falta de análisis contextual que hay de cómo se inserta la ingeniería en la era planetaria. Y organiza todo de tal manera que los valores y la ética estén poco presentes, o cierto tipo de valores están y muchos valores necesarios para vivir y convivir de una manera sostenible y holística en esta sociedad no se dan de ninguna manera.

Evelyn Fox Keller (Schnitman,1994), retoma desde la historia de la ciencia, la técnica del “informe científico” presentado por Robert Boyle debido a la invención de la bomba de vacío. Su experimento debía posibilitar al lector ver con el ojo del autor/observador sin que le fuese necesario situarse donde el autor/observador se había situado. Según la tecnología al mismo tiempo literaria y mecánica de Boyle, la subjetividad residual inherente al acto de observación –junto con las actividades propias de la construcción del experimento, la definición del punto de vista desde el cual la

observación sobre sentido y, por supuesto, el proceso mismo de conferirle un sentido – podría quedar desplazada por una subjetividad imaginada (o proyectada), que no tiene su origen en la experiencia concreta sino precisamente en el acto de leer el informe. En el caso del lector de un informe, el objetivo último de la proyección (y, por lo tanto, también de la introyección) no es ese “alter ego” ficticio, emocional e intencional, sino una máquina: un artefacto para captar y registrar la experiencia que en sí mismo es incapaz de todo sentimiento o propósito. En las palabras de Shapin y Schaffer, “no soy yo quien dice esto, es la máquina” (1987:87). “Para mis fines, sin embargo lo importante es que cuando se pudo contar libremente con bombas de vacío y telescopios como instrumentos estandarizados ya no fue necesario identificar ni al autor del texto ni al observador original. En la segunda mitad del siglo XIX, el narrador del texto científico en primera persona pudo ser efectivamente reemplazado por el ‘científico’ abstracto (la palabra ‘científico’ u ‘hombre de ciencia’ fue acuñada entonces), capaz de hablar en nombre de todos pero que al mismo tiempo no era nadie en particular. Y no era nadie en un doble sentido: no era ningún individuo en particular y era, además, un espacio para el ser no personal, dentro de todos y cada uno de los observadores particulares” (Schnitman,1994:158).

Haciendo un paralelismo o una extrapolación hacia la didáctica en la ingeniería se ha observado esto mismo. La institución intenta reproducir modelos, estándares, ya que solo se ha interesado que sean cubiertos los huecos o espacios de los profesores o docentes que impartirán la asignatura de química, física o matemáticas. Pero no se “interesa” por quienes son los sujetos que la impartirán. Al mismo tiempo cuando comienzan las clases al profesor tampoco le interesa quien es el alumno(a) o alumnos(as) –sujetos- que tiene en su asignatura. Sólo le interesa cubrir el objetivo de dicha sesión al 100% si es posible, sin importar si el alumno(a) está entendiendo a no la clase o en algunas ocasiones si alguien se “atreve a preguntar”, tiene el valor y coraje de hacer preguntas, porque necesita preguntar, necesita aclarar sus dudas, reconoce que tiene necesidades y que el profesor debe ayudarlo. Ocurre que el profesor “no sabe”, no tiene las habilidades y competencias en la mayoría de las ocasiones para hacerlo. Y entonces existe un abismo entre los alumnos y el profesor. Su estrategia del profesor es decirles a los alumnos que lo investiguen por su cuenta. Evelyn Fox Keller menciona que “Estamos en un período en el que un retorno del conceptualizador en las ciencias

físicas y del observador/constructor/actor en las ciencias humanas nos lleva al problema del sujeto. Dentro de la concepción clásica de la ciencia, la idea de sujeto perturba el conocimiento. Así, para tener una visión objetiva fue necesario excluir – borrar- al sujeto”. Esta elisión se hizo inevitable en la medida en que obedecía al paradigma cartesiano: el mundo de la científicidad es el mundo del objeto, y el mundo de la subjetividad es el mundo de la filosofía, de la reflexión.(Schnitman,1994:23).

Será necesario en este nuevo paradigma de acuerdo a Valentina Cantón (1997: 137 y 139): *“Considerar la educación como una travesía de permanentes constituciones y destituciones de saber, de conservaciones, críticas, negaciones y recreaciones, hace posible visualizar (y necesario objetivar) su efecto de construcción, constitución y materialización de formas, es decir, su efecto de formación, el que recae sobre ese particular como un agente y un catalizador para la producción, la emergencia de aquello que se ha constituido nuestra categoría sustancial de análisis, el sujeto”. “Una concepción de la educación como un proceso de transmisión y no de instrucción. Transmisión como “hacer llegar”, “hacer pasar”, pero también con el sentido del prefijo trans, “pasar al lado opuesto”, “mudar”, “cambiar”, “trocar”, “alterar” y, necesariamente, “atravesar”.*

De acuerdo a Antonio Bolívar (1996:50): *“si desde una tradición analítica hemos tenido que pensar como separar, eliminar las interrelaciones, la complejidad; de acuerdo a un paradigma emergente en diversos campos del pensamiento (Edgar Morin desde la antropología social o Ilya Prigogine desde la filosofía de la ciencia natural, entre otros, lo vienen repitiendo en los últimos años) los interrelaciona, ya que los problemas son interdependientes”.* En lugar de relaciones lineales de causa-efecto de la mecánica clásica, se va imponiendo un tratamiento sistemático (causalidad en bucle), en el que el todo está relacionado, en una "nueva alianza" de la vida y naturaleza (Prigogine, 1983). Configurando un reencantamiento del mundo en una comprensión más humana, estableciendo una integración entre las "dos culturas". De acuerdo a Morin (2004): *‘El pensamiento complejo tiende a la multidimensionalidad’.* Cualquier sistema está inmerso en un entorno que provoca una causalidad múltiple, donde el azar y el desorden no son eliminables. La imagen del universo que dibujan Prigogine y Stengers en un mundo abierto, complejo y no predecible, donde el orden y el caos mantienen

unas relaciones dinámicas. *“Contextualizar el pensamiento significa –entonces- pensar los hechos en relación a un marco amplio no parcelado, y éste en un plano de consecuencias/efectos mundiales. A su vez, en un pensamiento complejo los conocimientos no tienen sentido separados unos de otros”* (Morin,2004). [...]

Cabe pensar que la progresiva ‘complejidad’ del pensamiento actual, que dice Edgar Morin, va ir imponiendo pensar más allá de la organización disciplinaria de los conocimientos. Lo cual regirá la meta de la educación a “cómo adquirir el acceso a las informaciones sobre el mundo y como adquirir la posibilidad de articularlas y organizarlas. Pero, para articularlas y organizarlas, y conocer y reconocer así los problemas del mundo, se impone una reforma del pensamiento. [...] *“La necesaria reforma del pensamiento es aquélla que engendrará un pensamiento del contexto y de lo complejo”* (Morin,1993: 67 y 71). Estamos siempre en flujo, es el estado de la vida, vivir es aprender a relacionarse. La investigadora Cándida Moraes comenta: *“aprender y conocer es un proceso autopoiético”*. Es desarrollarse en comunión con otros seres, y a cada instante, desde el momento que nacemos, implica un proceso continuo de cambio estructural a partir de interacciones con el medio.

“En el centro de la visión de Prigogine está el lugar constructivo que el desorden entrópico juega en la creación del orden. Esta perspectiva se apoya en una reconceptualización de la segunda ley de la termodinámica. En la Universidad estamos acostumbrados, la mayoría de los profesores de ingeniería tanto los que imparten Termodinámica como Química por ejemplo, a enseñar ciencias pero desde un distanciamiento de las mismas asignaturas, en vez de mirarlas desde “los lentes” de la complejidad y con un compromiso ético docente. Prigogine propone que la entropía conduce el mundo hacia una mayor complejidad. En ciertas circunstancias, permite a un sistema involucrarse en procesos de auto-organización. La auto-organización es conocida desde el siglo XIX pero recién a mediados del siglo XX fue contextualizada en un planteo que propone que el universo tiene la capacidad de renovarse a sí mismo” (Schnitman, 1994:22).

Qué importante es que reconozcamos nosotros los profesores de “ciencias duras” que estamos trabajando dentro y fuera de sistemas abiertos en donde los procesos mentales

cognitivos de los sujetos –nuestros alumnos- son ‘diversos’ en cada uno de ellos. De tal forma que tienen que entrar en ‘desórdenes’ para que se produzcan esos ‘saltos cuánticos’ a otro nivel superior y de esta manera habrá una mejor comprensión de las ciencias y una conscientización de sus saberes. *“El orden puede ser conceptualizado no como una condición totalizadora sino como una duplicación de simetrías que permiten asimetrías e impredecibilidades”*(Mandelbrot, 1997). Diferentes formas de aprendizaje dentro y fuera del salón de clases en lo cotidiano tanto en lo formal como lo informal, reconociendo la “informalidad” en nuestro quehacer cotidiano en la enseñanza de las ciencias, lo cual nos permitirá “hacer y deshacer” en nuestras clases y de esta manera se le otorgará esa libertad –reconocimiento- a nuestros alumnos(as) de un pensamiento creativo y crítico que permitirá en ellos dejar que emerjan sus nuevos saberes de manera fractal, a través de un diálogo crítico y reflexivo. *“Esta perspectiva es cercana a posiciones posestructuralistas, en las que el interés estructuralista por la multiplicación de simetrías se desplaza hacia la fragmentación, la ruptura y la discontinuidad”* (Schnitman,1994:21). Lo cual nos permite entrar nuevamente en un orden sin embargo como es un sistema abierto y dinámico nuevamente estará sensible a esos flujos o interacciones con el medio con el todo.

“Estas tendencias presentan un enfoque reflexivo sobre la práctica, ya que pretenden superar la relación lineal y mecánica del proceso de aprendizaje mediante el reconocimiento de la necesidad de analizar el quehacer docente y al profesor frente a ese quehacer” (Chehaybar,1999:161). Este enfoque reflexivo es indispensable en todo aquel profesional docente pero mayormente en los profesionales de la docencia en la ingeniería ya que de alguna manera la mayoría de las veces no estamos conscientes de esta gran responsabilidad que tenemos en nuestras manos frente a nuestros alumnos(as).

De la misma manera Chomsky nos hace repensar y pensar en nuestra actividad diaria con los estudiantes: *“El aprendizaje verdadero, en efecto, tiene que ver con descubrir la verdad, no con la imposición de una verdad oficial; esta última opción no conduce al desarrollo de un pensamiento crítico e independiente [...] La obligación de cualquier maestro es ayudar a sus estudiantes a descubrir la verdad por sí mismos [...]. Los auténticos intelectuales tienen la obligación de investigar y difundir la verdad sobre los temas más significativos, sobre los temas que importan”* (Chomsky,2001:29 y 34).

Debe de existir un compromiso ético hacia nuestros alumnos(as) en todo momento de tal manera que exista esa sensibilización en cada uno de nosotros de querer “ayudar” en el buen sentido de la palabra, de “guiar” siempre hacia la “verdad”, aunque a veces reconozcamos que lo que nosotros(as) pensábamos como una “verdad” ya no lo es, en una actitud de “*humildad de conocimiento y apertura*” como comenta Cándida Moraes, porque el surgimiento de nuevas tecnologías, nuevos saberes, quizás han desplazado esa “verdad.”

Es imprescindible reconocer lo que comenta el filósofo Savater (1997:21): “*Nacemos ‘humanos’ pero eso no basta: tenemos también que llegar a serlo*”. Es primordial reconocer que los valores éticos, ambientales, morales, solidaridad, empatía, etc. son indispensables primeramente dentro de nosotros(as) los profesores y las profesoras de ingeniería para que, de esta manera conscientes, de la gran responsabilidad de incorporarlos dentro de nuestros saberes podamos entonces compartirlo con nuestros alumnos(as) de ingeniería. “*Recordemos que Píndaro, el gran poeta griego, recomendó enigmáticamente: “Llega a ser el que eres”. [...] lo propio de la humanidad es la compleja combinación de amor y pedagogía*” (Savater,1997:28).

La teoría de la complejidad está presente en todo momento. Lo importante es saber que está también dentro de nosotros(as), porque somos sujetos o seres complejos. Que podamos sentirla dentro de nosotros(as) y no tan solo fuera de nosotros(as) para que de esta manera como comenta el experto en pedagogía, Juan Deval: “*una persona capaz de pensar, de tomar decisiones, de buscar la información relevante que necesita de relacionarse positivamente con los demás y cooperar con ellos, es mucho más polivalente y tiene más posibilidades de adaptación que el que sólo posee una formación específica*”. También desde la sociología actual Juan Carlos Tedesco comenta: “*La capacidad de abstracción, la creatividad, la capacidad de pensar en forma sistémica y de comprender problemas complejos, la capacidad de asociarse, de negociar, de concertar y de emprender proyectos colectivos son capacidades que pueden ejercerse en la vida [...] y en la actividad en general* (Savater,1997:51). Que diferente sería si actuamos con y desde la complejidad y dentro y fuera de ésta, el mundo sería más sencillo de entender, la misma ciencia sería más sencilla de entender para nosotros y nosotras profesores y profesoras de ingeniería.

Me alegra encontrar egresados(as) en ingeniería sensibles a la diferencia, que se atreven a “pensar en voz alta” en épocas donde imperaba o gobernaba el paradigma cartesiano, newtoniano y reduccionista, el alumno no podía pensar diferente a su maestro(a) era irreverente, era una infamia, como lo manifiesta el ingeniero Arenas (2004:30): *“Hay como un principio básico: los ingenieros, se ha dicho muchas veces, están para servir el bien común. O sea, pertenecen a una especie de orden monástica que les prohíbe expresar cualquier sentimiento, no digamos emoción. Hace tanto como 39 años, yo era un ingeniero pura sangre, recién titulado, que soñaba con construir puentes y viaductos y que, en cierta ocasión, al manifestarlo, recibió un correctivo por parte de un ingeniero senior de la Administración del que, al cabo de tanto tiempo, todavía me acuerdo. Viviendo en Zaragoza, yo le decía a ese respetado colega que en lugar de las cien vueltas de la vieja carretera radial N-II en el puerto del Fresno se podría construir un viaducto recto que convirtiera en un salón de asfalto lo que era un tramo de ruta insufrible. Aún recuerdo su mirada, mezcla de asombro y de desaprobación: ‘Lo que tú quieres es lucirte’ me espetó. Y lo más grave es que consiguió dejarme callado y con algo de mala conciencia. ¡Pretenden lucirse a costa del dinero de todos los españoles! ¡Tratar de destacar y sobresalir en lo que para muchos es un ente sagrado, aunque gris y uniforme: El cuerpo de Ingenieros de Caminos! ¡Menudo pecado el de romper la monotonía y el igualitarismo!”*.

Es decir por esta crisis problemática, por estas insuficiencias o carencias, por este problema de la simplicidad que es contradictorio, Morin introduce la *incertidumbre* ya que destruye el conocimiento simplista, -es el desintoxicante del conocimiento complejo- (Morin,1999:40), ya que la ingeniería tendría que moverse desde un paradigma de la complejidad, porque desde fuera y dentro se observa que son sistemas complejos los sistemas de ingeniería.

Recuerdo en un curso de doctorado en Biotecnología en la Universidad Autónoma de Barcelona la conferencia impartida por el Dr. Mariano Gutiérrez, catedrático de la UAM-Iztapalapa (México), ampliamente reconocido y experto en el tema de

remediación³⁴ *-restauración de los suelos por medio de técnicas in situ o ex situ-* comentaba que enfrentaba un alto grado de incertidumbre en el proyecto en el estudio que realizaba en la ciudad de México, ya que reconocía que no era lo mismo trabajar en el laboratorio –simulación- que en el campo donde se enfrentaba a una variedad de elementos externos – como eran los “sujetos” que se interponían al sistema –objeto- en estudio, había incertidumbre y desórdenes. Y otras variables imposibles de detectar y controlar desde un prototipo en el laboratorio.

Esto ocurre generalmente en casi en todas los proyectos de investigación que repercuten en la sociedad, porque el docente- investigador intenta controlar todas las variables aun cuando se trata de sujetos -los observa desde el lente de objeto- lo consideran como algo efímero que no contribuye al estudio del proyecto, lo ven u observan como algo ajeno - fuera- del sistema, cuando está -dentro- y esto es evidente, que es una parte más del todo y que les afecta a su investigación.

Como objetos, los sistemas de ingeniería, son sistemas complejos porque además los roles profesionales se mueven en alto cambio, dinamismo, innovación, son situaciones multidimensionales también, multifactoriales, con una gran cantidad de información, de conocimiento, etc. Se forman en sistemas cerrados para trabajar en sistemas abiertos. La investigadora Virginia Ferrer comenta que *“también los proyectos de ingeniería son complejos, los roles profesionales son complejos y la interrelación es altamente compleja, porque es muy cambiante, porque tiene demandas de satisfacción tanto económicas, productivas, sociales, éticas y/o bioéticas”*.

Además en el contenido de los programas de estudio de las ingenierías que viene de las ciencias exactas, se ha observado últimamente que ha avanzado por desarrollos también de la complejidad. Está claro que parte de los objetivos y los contenidos son pre-

³⁴ *-In situ*. Son las aplicaciones en las que el suelo contaminado es tratado, o bien, los contaminantes son removidos del suelo contaminado, sin necesidad de excavar el sitio. Es decir, se realizan en el mismo sitio en donde se encuentra la contaminación. *-Ex situ*. La realización de este tipo de tecnologías, requiere de excavación, dragado o cualquier otro proceso para remover el suelo contaminado antes de su tratamiento que puede realizarse en el mismo sitio (on site) o fuera de él (off site).

einstenianos, las leyes de Newton funcionan igualmente en muchas máquinas o tipo de formulaciones, pero sin embargo la ciencia de la complejidad aportaría más luz para ir más allá en estos sistemas más cartesianos, reconociéndolos complejos también. Como comenta Nicolis y Prigogine (1977): *“En los sistemas complejos las fluctuaciones, aun microscópicas, pueden llevar a una expresión macroscópica a través de procesos dinámicos, no lineales. Pequeñas fluctuaciones pueden derivar en una predictibilidad en gran escala, revelando la importancia de los eventos estocásticos en todos los niveles, desde lo molecular hasta lo global. La visión prigoginiana ilumina y valida la dialéctica entre orden y desorden”*.

En general existe un paradigma de formación muy simplificador, muy reduccionista, en la línea de reduccionista técnico o instrumental. Este diagnóstico proviene de mi experiencia como alumna y como profesora en ingeniería. El catedrático de puentes, Juan J. Arenas de Pablo (2004:31-32) comenta: *“nuestras escuelas siguen basando la formación de los ingenieros en el cálculo y en el análisis, enseñando fundamentalmente a los alumnos a resolver problemas, rara vez a plantearlos con la mayor amplitud como condición previa de una solución óptima. [...] Hay que dar entrada en nuestras escuelas a otros valores. La vida no es rigurosa en el sentido matemático y el ingeniero, tan hecho al rigor del análisis, se desorienta en ella con facilidad. Pero ¿Cómo suavizar la frialdad de la ciencia pura? El filósofo Zubiri nos habla de “inteligencia sentiente”, inteligencia que sigue la razón pero la humaniza con el sentimiento.[...] Cuando un ciudadano posee una conciencia social e histórica, lo probable es que sus actos sociales sean positivos. Cuando ese ciudadano es además ingeniero será difícil que no se sienta motivado en apoyo de esos valores, será difícil que no utilice la razón sentiente de Zubiri y aproveche su mismo trabajo profesional para humanizar y mejorar el mundo.”* Este tipo de “ideología” solo es posible si miramos desde el paradigma o teoría de la complejidad, esa sensibilidad, ese reconocimiento del otro de sus saberes es lo que plantean Maturana, Varela y Vilar desde la transdisciplinariedad.

De acuerdo a Sergio Vilar (1997:188) *“El principal problema de los centros universitarios, que habrían que estar a la vanguardia de la creatividad cultural (e individualmente algunos profesores lo están), es que se encuentran estancados en la vieja racionalidad disciplinaria, monocausal, formalista, especializada, determinista,*

con modos acrílicos de transmisión de los conocimientos. Poco o nada abiertos al diálogo y al contraste empírico y proyectivo. Dedicados a la repetición de lo ya sabido desde hace decenios (algunos cuyos saberes ya no son válidos, o su validez es menor que el de otros conocimientos que se han elaborado después), cerrados a toda innovación”.

Los profesores y las profesoras de ingeniería estamos acostumbrados(as) a trabajar las asignaturas en un distanciamiento. Es decir sin un compromiso con nuestros alumnos(as) y la propia asignatura –sin una constante renovación y aun de nosotros mismos. No estamos siendo honestos con ellos(as) y nosotros mismos. Porque, queramos o no reconocerlo, son nuestros alumnos(as). Quizás nosotros no los escogimos, pero ellos(as) sí o quizás tampoco no. Pero el hecho es que ahora están presentes y necesitan de nosotros(as) en cierta forma, es importante cambiar o renovar esa mentalidad del profesor que piensa que el alumno aprende a pesar de nosotros, y yo me pregunto de verdad aprende o ¿sólo se llena de información que es muy diferente?

Sergio Vilar (1997:188-189) enfatiza que *“en las universidades circulan poco o nada conceptos clave para la práctica social contemporánea como son interactividad, mundialización, transdisciplinariedad, dinámicas no lineales, etc. Se dedican exclusivamente – ¡todavía! A formar especialistas desconectados de los conocimientos de otras disciplinas, cuando el mundo que ya avanza hacia el porvenir-devenir necesita profesionales polivalentes, con capacidad de reciclar sus conocimientos e incluso de reformarse intelectualmente para responsabilizarse de nuevas actividades profesionales”.*

El catedrático Arenas (2004:31) comenta: *“a la hora de entender nuestra carrera hoy, mi visión es obligadamente parcial y no muy acorde con el planteamiento enciclopédico del título profesional que nuestras Escuelas siguen impartiendo: Ingeniero de caminos, canales y puertos, que es el nombre tomado de la primera escuela de ingeniería civil del viejo continente, la francesa, nacida en 1750, que como sabéis conserva su nombre original de Escuela de puentes y calzadas. Eran escuelas para formar técnicos al servicio del Estado, no para egresar profesionales que hubieran de luchar en un mercado no sé si libre, pero desde luego duro de verdad”.*

Chehaybar (1999:222) asevera que es necesario sensibilizar al profesor-investigador de ingeniería en un *“compromiso individual y social para lograr la construcción de hombres reflexivos, críticos, políticos, democráticos y transformadores sociales con una visión más humanista y con una participación decisiva en la educación, en la institución donde trabaja, en la sociedad”* yo diría más allá, un compromiso de amor hacia el otro(a). Fox Keller nos dice: *“es mirar a la ciencia como producida por seres humanos desde una conciencia humana”* (Schnitman,1994:144).

El contexto de la cultura contemporánea ha catalizado la formación de nuevas perspectivas sobre las ciencias. Ya no es lo mismo que hace veinte o treinta años; la ciencia ha avanzado y es necesario reconocer esos cambios dentro de la universidad y sobretodo dentro del salón de clases. Sólo así será posible proveer un medio cultural y tecnológico cuyos componentes se amalgaman y no son ya configuraciones aisladas. Es como *“un todo en cada una de sus partes y sus partes en el todo”* como diría Edgar Morin (2004). Actualmente comienza a existir una conciencia creciente del papel constructivo del desorden, de la autoorganización, de la no linealidad.

Ahora la complementariedad emerge impredeciblemente en todo momento. Hace presencia aunque no sea invitada lo cual a veces confunde y no es bien recibida. Cuando no estamos acostumbrados los profesores de ingeniería a convivir con ella. Sin embargo cuando acabamos por aceptarla o aprendemos a convivir con ella entonces *“el orden y el desorden”* son complementarios. A pesar de que tradicionalmente fueron vistos como opuestos. *“Orden era lo que se podía ser clasificado, analizado, incorporado dentro del discurso racional; el desorden estaba ligado al caos y, por definición, no podía ser expresado, excepto mediante generalizaciones estadísticas. Los últimos veinte años asistieron a una reevaluación radical de esta perspectiva, ya que la ciencia, la cultura y la terapia contemporánea, el caos, el desorden y la crisis han sido conceptualizados como información compleja, más que como ausencia de orden. El caos puede conducir al orden, como lo hace con los sistemas autoorganizantes. Nuevos estados de la materia emergen en estados alejados del equilibrio; estos estados, y también el desorden, pueden tener estructuras de orden profundo encodificadas dentro de sí”* (Schnitman, 1994:20).

Las ideas de Jorge Wagensberg (2004) –comentadas en una conferencia en el Centro de Cultura Contemporánea de Barcelona- resonaban dentro mí cuando comentó *“la importancia que tiene dentro del sistema formal inventarse uno informal”* refiriéndose que dentro de las clases de ciencias en cualquier nivel –secundaria, bachillerato o licenciatura- se debe inventar o reinventar un modelo informal. Reflexionando en esto, recordé como Mendeleev descubrió la periodicidad de los elementos. Estructuró la tabla periódica de los elementos a través de un *sueño*, fue de *manera informal*. También recuerdo el descubrimiento del modelo atómico: el “sistema planetario de Rutherford”, fue en “forma accidental” cuando su asistente bombardeaba una placa de oro fina. Jamás se imaginó que unas partículas alfa rebotarían y otras atravesarían la placa. Esta historia la sabemos todos los profesores que impartimos la asignatura de química, pero ¿Cuántos de nosotros nos hemos detenido a pensar por un solo instante este hecho histórico?, registrado en la ciencia de la química, ¿Nos hemos puesto a pensar que fue a través de una mirada desde la complejidad, una vez más, no se esperaban esto?, sin embargo al estar abiertos, expectantes, como comenta el investigador José Contreras: *la buena planificación abre la dimensión a lo “desconocido”, nos encontramos con “sorpresas”*. *La investigación busca darse cuenta de “eso” que no lo habíamos pensado*.

Solo hasta ahora al hacer un alto en mi propia historia de vida como alumna y docente de ingeniería, ha surgido mi voz por vez primera. Nunca se me había otorgado desde esta nueva mirada desde la complejidad y mucho menos en un mundo de las “ciencias duras” donde la mujer parece marginada por una sociedad masculina o masculinizada. Estamos acostumbrados o acostumbradas casi siempre a escuchar “pensamientos masculinos” porque son los autorizados dentro de la ciencia por lo tanto es difícil entender a visionarias como Barbara McClintock³⁵, ya que cuando nos cambian el paradigma entramos en un conflicto, en un caos, acostumbrados y acostumbradas a un paradigma cartesiano porque es el que nos ha sido impuesto desde pequeños o pequeñas por una comunidad científica androcéntrica.

³⁵ Barbara McClintock ganadora de un premio Nobel por sus trabajos en la genética clásica y la citología.

Como ha señalado Hargreaves, (Hargreaves y Evans,1997:108) *“la teoría y la práctica del cambio educativo necesita penetrar en lo que es el corazón de enseñanza, en aquello que mueve a los profesores a hacerlo mejor. ‘Buena enseñanza, no es sólo asunto de ser eficiente, desarrollar competencias, maestría en las técnicas y poseer el cuerpo correcto de conocimientos. La buena enseñanza suele implicar un trabajo afectivo, que infunde placer, pasión, creatividad, cambio y deleite’. Ignorar la dimensión emotiva del cambio educativo es querer introducirlo por la puerta falsa”* como señala Bolívar (1998:12).

Como es el caso de Barbara McClintock, ella nos muestra una interesante propuesta de observar o mirar la ciencia desde otro paradigma, desde el paradigma de la complejidad y de la complementariedad. Ya que Barbara nos habla de una dualidad en la diversidad, pero no solo de los valores sino en sus propias investigaciones, ella no está fuera del sistema abierto en estudio, sino se siente parte del sistema, es parte del todo, ella analiza, indaga y se cuestiona.

2.2. Ser docente/ investigadora en Ingeniería desde la *Transdisciplinariedad*³⁶

“Los Pensamientos inter y transdisciplinar son dos principios epistemológicos importantes que rigen la producción del conocimiento y del aprendizaje que se alimentan y se complementan a partir de sus relaciones con el pensamiento disciplinar, al que iluminan, enriquecen y fecundan, señalando su complementariedad y favoreciendo el desarrollo de metodologías inter y transdisciplinares, cuyas visiones presentan, como características importantes, los principios del rigor de la abertura y de la tolerancia”.
 Maria Cándida Moraes³⁷

Ser una docente en ingeniería no es una tarea fácil dentro de las ciencias. Y más aun ser una docente investigadora. Ambas cosas son una tarea compleja ya que se requiere de hacer “un alto en el camino” y reconocer esos “momentos” que necesitamos de los saberes de los otros y las otras no solo en forma interdisciplinar³⁸ y pluridisciplinar³⁹ sino de manera transdisciplinar⁴⁰. Donde, por momentos, se viven divergencias pero también convergencias. Donde la diversidad de saberes enriquece la convivencia que

³⁶ Documento presentado en las “II Jornadas de Innovación Universitaria Transdisciplinariedad en Investigación y Formación”, organizadas durante el periodo del 30 al 31 de enero de 2006 en la Universidad de Barcelona, España

³⁷ Moraes Ma. Cándida (2008). “Educación y pensamiento ecosistémico” .En Batalloso, J. M. y Aparicio G.P. (Coord.) (2008). *Figuras y pasajes de la complejidad. Experiencias de resistencia, creación y potencia*. Xàtiva: Institut Paulo Freire de España y Crec. Pág. 159.

³⁸ Según Raúl Domingo Mota (2005:35) “La interdisciplinariedad tiene por objeto transferir métodos de una disciplina a otra, por ejemplo, los métodos de la física nuclear transferidos a la medicina conducen a la aparición de nuevos tratamientos contra el cáncer. La transferencia de los métodos meteorológicos engendran una nueva disciplina, la Teoría del Caos. En este sentido según Nicoloscu la interdisciplina también desborda a las disciplinas e incluso contribuye al nacimiento de nuevas disciplinas, pero sigue inscribiéndose dentro de los marcos y los objetivos de la investigación disciplinaria”

³⁹ Según Raúl Domingo Mota (2005: 34) “La pluridisciplinariedad concierne al estudio de un objeto de una disciplina por varias disciplinas a la vez. Por ejemplo, un cuadro de Giotto puede ser estudiado por la perspectiva de la historia del arte, y sumar las perspectivas de la física, la química, la historia de las religiones, la historia de Europa y también la geometría. En este caso el conocimiento de un objeto de estudio perteneciente a una disciplina es profundizado por el aporte pluridisciplinario de las demás. Así el análisis pluridisciplinario desborda a las disciplinas, pero su finalidad está inscrita en el marco de los objetivos de una disciplina específica”.

⁴⁰ Esta conscientización o descubrimiento de la transdisciplinariedad es gracias a la asignatura de “Complejidad, Caos y Didáctica. Desórdenes y posibilidades en Educación” impartida por la Dra. Virginia Ferrer Cerveró que llevé de manera informal dentro del programa de Doctorado: “Diversidad y Cambio en Educación: Políticas y Prácticas” del Departamento de Didáctica y Organización Educativa en la Facultad de Pedagogía en la Universidad de Barcelona.

De acuerdo a Sergio Vilar (1997:29) “En la inter- y en la transdisciplinariedad se produce una *fertilización cruzada* de métodos y conocimientos sectoriales (disciplinarios) en pos de una integración ampliada del saber, hacia un “todo” relativo. Manteniendo los conocimientos de las “partes”. Para que haya inter- y transdisciplinariedad es preciso que se produzca una transformación recíproca de tales o cuales disciplinas en relación con éste o aquél sujeto-objeto-contexto complejo.

sosteníamos en forma sustentable. Pero también no dejó de reconocer que a veces era insostenible. Durante la semana que vivíamos y convivíamos todos y todas internados(as) en la selva de Veracruz: ingenieras e ingenieros –químicos, industriales, mecánicos, civiles, agrónomos-, químicas, biólogas, biólogos, ecólogas, fotógrafos profesionales, comunicólogos(as), diseñadores(as) gráficos e industriales, arquitectas, campesinos, doctor en mercadotecnia, maestros en ciencias químicas y electroquímica, a veces unos y otras y en ocasiones otros y otras. Esto fue lo que de alguna manera comencé a descubrir cuando me vi involucrada en un proyecto interdisciplinar que pretendía cubrir una necesidad en una población indígena en la zona noreste del estado de Veracruz en México: “El diseño de una planta procesadora de extracto de vainilla” fue una experiencia que comenzó a partir de 1992 y que quedó inacabada hasta el año de 1997. Fueron aproximadamente cinco años de trabajo en grupo y que considero que aquellos y aquellas que nos “dejamos tocar” por esta experiencia nunca volveremos a ser los mismos(as) y nuestra mirada de los otros y otras será diferente como ocurrió conmigo.

Lo que narro a continuación es la experiencia de una profesora de ciencias que había experimentado ser ayudante o “una más” que trabajaba en los proyectos de investigación en Ingeniería⁴¹ en una Universidad Pública en México. Donde de forma “mecánica o robotizada” realizaba mis deberes o responsabilidades pero sin sentir pasión o amor por la actividad que desempeñaba, aprendí de forma técnica y eficiente en el menor tiempo posible realizar mis deberes. Recuerdo que en el primer proyecto existía un distanciamiento por parte de la responsable hacia nosotros(as): las ayudantes del proyecto de investigación, recuerdo dos cosas significativas de aprendizaje: primero la técnica de determinación de cloruros gracias a un compañero de carrera que era bastante hábil y tenía experiencia porque había trabajado en la industria y que gracias a él pudimos hacer las titulaciones correctamente. Y la otra experiencia significativa fue realizar un muestreo en las Aguas del Lago de Xochimilco de la ciudad de México. Lo encontré interesante y lleno de aventuras. Y además aprendí hacer muestreos de aguas

⁴¹“Determinación de los parámetros fisicoquímicos del Lago de Xochimilco” a cargo de la Dra. Marisela Maubert Franco en 1986 y “Especiación de Metales pesados en Aguas de Ríos y Lagos en la Ciudad de México” en 1988-1991 a cargo de la Dra. Icela Barceló Quintal, ambos proyectos de investigación pertenecen al Área de Química del Departamento de Ciencias Básicas en la Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco, México al cual pertenezco actualmente.

residuales en la realidad ya que en toda mi carrera de formación de ingeniera química nunca había tenido una oportunidad de este tipo. Esto me sirvió posteriormente para enseñarles a mis alumnas de ingeniería hacer muestreos en los ríos del estado de Veracruz.

Del proyecto de “Especiación de Metales Pesados en Aguas de Ríos y Lagos en la Ciudad de México” aprendí a trabajar por primera vez con un equipo de electroquímica una técnica de voltamperometría de redisolución anódica para determinar metales pesados (Pb, Cd, Cu) en las aguas del Lago artificial de Tezozomoc en la zona de Azcapotzalco en el Distrito Federal de la Ciudad de México. Sin embargo debo confesar que a pesar de la importancia del proyecto siempre me sentí ajena y distante al mismo, pero ¿A qué se debía este distanciamiento mío dentro del proyecto? ¿Sería acaso que era una más nuevamente “robotizada” en realizar una y otra vez la técnica de voltamperometría hasta obtenerlos los resultados esperados?

A veces nos domina el “objeto investigado” porque no hemos logrado la “empatía con él” quizás por distanciamiento, debido a una indiferencia como falta de amor, o falta de compromiso es decir sin pasión por la investigación. Cuando existe empatía entonces experimentamos ese *nivel superior de conocimiento* que menciona Fox Keller... y ya no seremos capaces de percibir al *objeto en sí mismo*. Para McClintock el *poder* no genera un *autoritarismo* sino por el contrario permite tener la *habilidad de nuestra conexión con ese mundo* (Fox Keller,1991:178).

Con estas experiencias como antecedente cuando mi compañero de oficio –profesor de ingeniería química- Daniel Gómez me invitó a participar dentro del proyecto de “diseño de una planta extractora de vainilla” me atreví aceptar la invitación sin tener la menor idea de la responsabilidad que implicaba estar como responsable junto con él y el compromiso que estaba adquiriendo con el presidente municipal de Vega de Alatorre Veracruz, mi Universidad a la cual yo representaba y principalmente a todos aquellos campesinos veracruzanos que estaban pendientes del proyecto que deberíamos entregarles porque finalmente serían ellos los beneficiados con dicho proyecto. Sin embargo reconozco que a lo largo de todo el desarrollo del proyecto iría descubriendo que la principal beneficiada sería yo misma con los aprendizajes y desaprendizajes que

fui “adquiriendo y despojando” en cada etapa del proyecto. Al final sería para mi la “gestación y crecimiento de un hijo y no un Frankie”. Por primera vez comencé a mirar a los demás, “prestar con atención a sus saberes”, comenzar a mediar en situaciones de conflicto que se suscitaron en ocasiones con los otros y otras, en esa autoorganización, en esos pequeños ajustes, de manera horizontal, es decir en simetría, porque era mis iguales, como diría la investigadora María Cândida Moraes (2005:50): *“Somos compañeros de jornada y precisamos tomar conciencia de nuestras relaciones y compromisos fundamentales con la vida, con la naturaleza, con el otro y con lo sagrado que existe dentro de cada uno de nosotros.”*

Yo también estaba dentro y no fuera. Ya no era distante como lo había vivido en los otros proyectos sino ahora era la responsable y estas palabras de “responsabilidad y compromiso” no fueron fáciles de digerir, tuvo que empezar a gestarse dentro de mí, conscientizarme, enamorarme del proyecto, amarlo a pesar de los sinsabores y en otras ocasiones satisfacciones que trajo en diferentes momentos y etapas del proyecto de investigación.

Era aprender junto con los otros y las otras. Fueron nuevas experiencias de aprendizajes que nunca había experimentado, era trabajar como comenta la investigadora Cândida Moraes (2005:51) en *“diálogo entre las diversas formas de pensamiento humano, reconociendo el papel creativo de la diversidad, de la heterogeneidad”*. De esta manera aceptando los docentes investigadores de ciencias químicas los saberes de los alumnos y alumnas de servicio social de ciencias de la comunicación, a través de dicha complementariedad de saberes de ciencias y saberes de sociales se logró producir en un periodo de dos años aproximadamente un video técnico de divulgación de la vainilla que mostraba desde su cultivo hasta las técnicas más sofisticadas de análisis de metales pesados (Cu, Cd, Zn) de las tierras de cultivo de la vainilla por Voltamperometría de Redisolución Anódica Inversa que permitió que dos alumnas de la carrera de ingeniería química obtuvieran el premio de investigación a sus proyectos terminales en 1994 en la UAM-Azcapotzalco, México. No fue fácil introducirse como mujer ingeniera/ investigadora en un grupo de hombres campesinos, ya que se llevó a cabo algunas sesiones de conferencias informativas de tipo técnico que teníamos que dar, en ese momento estaba consciente de mi condición de mujer de ciudad y de universidad, ajena

a ellos, los campesinos. Me preguntaba ¿Cómo podría atraer su atención hacia las charlas? Trate de ser breve y sobre todo veraz. Considero que lo que fue contundente fue mostrar mi compromiso de solidaridad hacia ellos. Es decir, que verdaderamente estaba allí, para apoyarlos o más bien para apoyarnos unos a otros, ellos tendrían que mostrarnos el lugar, la selva, la vainilla, sus tierras, sus ranchos, sus cosechas y nosotros aprender de ellos de su experiencia, de sus secretos que nos serían revelados pero solo si realmente sentían confianza en nosotros y nosotras los investigadores(as). De acuerdo a la investigadora Moraes (2005:51): *“Es un nuevo modo de pensar que resucita el diálogo ente ser humano/mundo/naturaleza y estimula intervenciones solidarias, mutuamente ventajosas y provechosas para todos.”*

El conocimiento adquirido era parte de la interacción entre diferentes sujetos, sujeto y objeto, sujeto y medio, ahora estoy consciente que esto generaba redes de relaciones entretejiendo o *“envolviendo sujetos, tecnologías e instituciones producen diferentes posibilidades cognitivas, pues cada ecología o cada ambiente de aprendizaje configura un determinado dominio operacional (Moraes;2005:53)”*.

Para localizar la zona físicamente adecuada de la ubicación de la planta extractora de vainilla en el municipio de Vega de Alatorre, Veracruz, México y sustentable se necesitó de la colaboración de un grupo de expertos en este caso: ingenieros(as): químicos(as) y civiles, biólogos, arquitectos(as), ecólogos y hasta un médico. Era convencerlos de colaborar en la realización de un manifiesto de impacto ambiental donde todos y todas reconociéramos que éramos indispensables para la elaboración de dicho manifiesto. Se necesitaba de los saberes de todos y todas. Tuvimos que repartirnos el trabajo y aprender a trabajar en equipo. Eran las partes de un todo o el todo en las partes. No dejó de reconocer que en ocasiones había desencuentros y en otras encuentros, la presencia de las *“disimetrías que son heterogeneizantes atravesaban las inestabilidades y los alejamientos del equilibrio antes de fijarse en nuevas estructuras”* (Vilar,1997:209) eran necesarias para desarrollar “entretejer” el manifiesto de impacto ambiental.

De acuerdo a Castells (1997:108): *“La aparición de estructuras autoorganizativas que crean complejidad a partir de la simplicidad y un orden superior a partir del Caos a*

través de diversos órdenes de intercambio entre los elementos básicos que están en el origen del proceso [...] El pensamiento de la complejidad debe considerarse un método para la comprensión de la diversidad más que una metateoría unificada. Su valor epistemológico podría derivarse del reconocimiento del carácter autoorganizativo de la naturaleza y de la sociedad. No se trata de que no existan reglas, sino de que las reglas se crean, y se modifican, en un proceso incesante de acciones deliberativas e interacciones únicas”.

De alguna manera era lo que ocurría cuando trabajábamos en equipos de trabajo dentro del proyecto. Es importante señalar el nivel de implicación de cada integrante del equipo ya que lo hacían con gusto, con placer porque les gustaba. Quizás el reto que implicaba el proyecto, todos y todas eran expertos en su área profesional, tenían una larga experiencia lo cual para mí era un mayor compromiso e implicación ya que mi experiencia era menor en relación a la de cada uno de ellos. Después el papel del rol principal o el coordinador(a) en un principio no fue sencillo pero conforme nos fuimos tratando y conociendo dejamos que los que tenían esa habilidad o capacidad de liderazgo estuvieran al frente de los diferentes equipos formados. Así de esta manera el líder reconocía las habilidades de los demás integrantes y funcionaba mejor el proyecto. Concluido cada una de las partes del proyecto del manifiesto de impacto ambiental se unió al general. La capacidad de escucha por cada uno de los integrantes fue de vital importancia para obtener el objetivo buscado dentro del proyecto. Ya que en un principio no se tomaba en serio al otro(a), pero conforme nos fuimos aceptando... *“A veces, bajo los problemas de escucha descubrimos actitudes defensivas del receptor: cuando una intervención supone un acto de fuerza por parte de quien habla para instalar unas determinadas ideas, estrategias o decisiones, puede sentirse como una herramienta en contra de lo que el receptor quiere y representa una amenaza – real o imaginaria- a sus ideas o intenciones.”* (Bonals,1996:99).

Era vivir y convivir con la incertidumbre que nos acompañó durante todo el desarrollo del proyecto porque en momentos había apoyo por parte de las autoridades académicas y del gobierno del estado de Veracruz y en otros era vivir en el desamparo o descubiados(as) cuando existían fricciones por parte de las autoridades del gobierno entre los distintos municipios -Papantla, Misantla, Gutiérrez Zamora- del estado de

Veracruz. Era reconocer o estar conscientes que la incertidumbre estaría presente a lo largo de la historia o entretejido de dicho proyecto. Encontrar la técnica óptima para el extracto de vainilla no fue tarea fácil porque implicaba el trabajar en pequeña escala durante muchas horas, alumnas y alumnos de ingeniería industrial química estuvieron a cargo de dicha parte del proyecto en la Universidad del Valle de México Campus Lomas Verdes, mientras que en los laboratorios de electroquímica del Dr. Ignacio González de la Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa alumnas de ingeniería química de la Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco bajo la dirección del Mtro. Tomás Hernández trabajaban la determinación de metales pesados de las tierras de cultivo de la vainilla y gentilmente en el laboratorio de Cromatografía de una importante industria química transnacional en México se determinaba por Cromatografía de gases el porcentaje de vainillina que contenía el extracto de vainilla, requisito indispensable para conocer si nuestra técnica de operación unitaria y variables eran las mas adecuadas. Además de los laboratorios NORMEX estuvieron siempre a disposición de los alumnos involucrados para determinación de la calidad de la vaina de vainilla gracias a la Mtra. Cristina Garibay responsable directa y siempre abierta a los alumnos(as) y a la enseñanza de las ciencias químicas, para ella la enseñanza siempre ha sido un placer y una pasión. Realmente era un trabajo en red –interdisciplinar y transdisciplinar- porque no solo instituciones de educación superior tanto pública como privada, estaban involucradas sino lo mas importante era que los alumnos y alumnas de diferentes instituciones educativas públicas, privadas y sobre todo de diferentes profesiones o disciplinas fueron tocados o tocadas por la vainilla de alguna forma u otra. Y, por último, nosotros y nosotras los docentes investigadores que por convenio en la institución que trabajamos o por el simple placer de querer participar como fue el caso de algunos(as) profesionales que creyeron en este proyecto y que se dejaron seducir por éste y quisieron aportar su granito de arena para la comunidad indígena campesina del estado de Veracruz. Quisiera terminar con las palabras de Franca Porto (2002;96): *“Lo mío no es un trabajo, es una pasión, es un camino, es una aventura, es una búsqueda, y el sentido de todo esto se acrecienta porque se da en relación con otras personas.”*

2.3. El deseo de formar y enseñar en las ciencias duras desde la diferencia a través de la relación emocional

“La primacía de las relaciones está en el centro de la experiencia femenina de la vida”

Ana María Piussi⁴²

El investigador José Contreras nos habla acerca de un deseo primero que debemos tener para dedicarnos a la educación. Esto está muy bien pero la verdad es que la mayoría de los profesores y profesoras que se dedican a las *ciencias duras* no hemos tenido en primer lugar como deseo el dedicarnos a la educación o enseñanza, salvo raras excepciones. Esto lo comparto hoy, precisamente, porque quiero decir que yo era una de esas profesoras que lo último que deseaba en esta vida era enseñar y mucho menos en la Universidad de donde egresé. ¿Por qué había esta apatía y rechazo hacia la enseñanza? Expongo un pensamiento de Clara Jourdan, una profesora de derecho italiana, también vinculada al movimiento el feminismo de la diferencia sexual y a la pedagogía basada en este pensamiento, y dice así: *“La tendencia de la cultura académica institucional es la de “educar en la legalidad” en vez de en la libertad”*.⁴³

Aterrizándolo con nosotros y nosotras los y las que enseñamos *ciencias duras* nos quedaba claro que debíamos “educar en la legalidad. Ese ha sido nuestro eje, nuestro estandarte impuesto por la institución, porque si intentamos ser diferentes existen “castigos”, se nos excluye, se nos señala, se te dice que no lo estás haciendo bien, se te manda a llamar y se te pide que corrijas tu manera de educar, de dar clases, que seas obediente, que seas sumiso o sumisa ¿Por qué? Acaso tienen miedo de perder el control, acaso tienen miedo de que por primera vez podamos tener clases diferentes, porque somos sujetos en la diferencia en género y únicos(as). Tenemos diferentes formas de enseñar. No podemos actuar como un ejército de robots o robotinas, con un código

⁴² Piussi, M.A. (2008). “Posibilidad de una escuela de libertad”. En Batalloso, J. M. y Aparicio G.P. (Coord.) (2008). *Figuras y pasajes de la complejidad. Experiencias de resistencia, creación y potencia*. Xátiva: Institut Paulo Freire de España y Crec. Pág. 169.

⁴³ Jourdan, Clara (2001) “Los derechos van a la guerra”. VV.AA. *Guerras que yo he visto*. Madrid: Horas y horas, pág. 19.

específico de instrucciones para seguir al pie de la letra todas éstas. Retomo las palabras de Clara Jourdan: *“Durante años, he trabajado en la oscuridad junto con mis colegas, he trabajado en silencio”* Quizás esto es lo que pensamos cuando terminamos la universidad y el solo hecho de escuchar el oficio de enseñar ciencias duras nos produce pánico escénico y hasta terror. Hemos olvidado que somos seres humanos con sentimientos, valores, emociones, creencias, culturas y saberes diferentes.

Por otro lado también resalto que hemos trabajado siempre al menos en el ámbito de la ingeniería con un currículum poco flexible en donde ha prevalecido hasta el día de hoy en palabras de la investigadora Lourdes Fernández (2005:130) la *“ideología patriarcal allí donde la noción de ciencia, su concepción, diseño y direcciones sigue articulando desde una interpretación androcéntrica de la sociedad. Es la perpetuidad de valores patriarcales de feminidad, masculinidad, de ciencia racional y objetivista”*.

Pero ¿Qué ocurrió en mí que me ha transformado?, recuerdo que de niña cuando visitaba a mis abuelos paternos en un pueblo pequeño llamado Zacaola, en el Estado de Puebla en México, los domingos en la mañana, mi abuela nos llevaba a mi hermana y a mí a una escuela bíblica. Me gustaba mucho asistir porque me sentía acogida, amada, escuchada, me enseñaban pasajes de la vida de Jesús, a través de libros con imágenes en color, un hombre joven al cual llamaban Pastor en este lugar. Nos enseñaba la vida de Jesús, el hombre me daba confianza, creo que amaba a los niños y niñas al menos eso me parecía a mí porque eso me hacía sentir. *“Nosotros pertenecemos a una historia, en la cual se ha cultivado...del aceptarse mutuamente en la convivencia porque pertenecemos a una historia que tiene cierta característica”⁴⁴.*

Que diferente era cuando tenía que regresar a la ciudad de México y entonces regresaba a la otra escuela, a la escuela oficial, aquella que me otorgaba solo calificaciones. A esos salones inmensos donde yo me perdía con los demás niños y niñas, todos éramos iguales al menos así lo sentía yo. Maturana y Nisis (1995:172) señalan que: *“En nuestra cultura castigadora, objetamos continuamente el ser de los niños y niñas bajo el argumento de que los educamos, pero no hacemos eso, no los vemos, no los*

⁴⁴ López, M.M.; Maturana, R.H. Pérez, G.A.I.; Santos, G.M.A.(2003). *Conversando con Maturana de educación*. Málaga: Ediciones Aljibe. Pág: 118.

escuchamos, en suma, los negamos. Les exigimos obediencia y sometimiento negándoles el respeto por sí mismos que es el fundamento de su ser social, al negar la validez del mundo de donde provienen, su familia, su lengua materna, que es todo lo que son. A los adultos nos pasa lo mismo.⁴⁵”

Al hacer este relato intento recordar algo de esas clases sin embargo por más que intento no recuerdo nada más que castigos y en la mayoría de las veces castigos físicos. A mis profesoras sí las recuerdo, a todas. Debo confesar que les tenía miedo porque pegaban a los niños y niñas que intentaban ser diferentes a las “reglas impuestas” en el salón de clases. De acuerdo a Maturana y Nisis (1995:172): *“Perteneceemos a una cultura centrada en la desconfianza y el control, la dominación y el sometimiento. Perteneceemos a una cultura que en las relaciones humanas prefiere la competencia a la colaboración, y que declara su tarea fundamental incrementar el dominio natural, no su aceptación, y la convivencia con él. Es decir, vivimos una cultura centrada en la dominación del ser⁴⁶”*.

Cada verano esperaba con anhelo poder irme con mis abuelos para poder asistir a las clases bíblicas dominicales. Así siguió cada verano hasta que llegó la adolescencia y decidí buscar una escuela bíblica aquí en la ciudad de México. La encontré y a su vez, ella me encontró a mí. Asistía con gusto porque los hombres en general que enseñaban allí, lo hacían por el placer de enseñar y con amor. Dedicaban su tiempo cada domingo en la mañana para enseñarnos a nosotros y nosotras. Yo los observaba y los miraba que estaban contentos cuando enseñaban. A veces nos contaban sus experiencias con sus hijas e hijos, nos ponían ejemplos de la vida cotidiana desde sus propias historias de vida, con su familia, no eran ejemplos o relatos ajenos a ellos sino muy cercanos, eran las experiencias suyas –por momentos pensaba, si supieran sus hijas lo que nos cuentan sus papas- me gustaba asistir allí todos los domingos, casi nadie faltaba a las clases, íbamos por el placer de estar allí, de escuchar, de aprender más acerca de Jesús pero con experiencias reales, no distantes a ellos y nosotros(as), pero por sobre todas las cosas

⁴⁵ Maturana, H.; Nisis, S. (1995). *Formación Humana y Capacitación*. España: Dolmen.

⁴⁶ Idem.

porque me sentía amada. *“Uno usa la palabra amor, querer, para hacer referencia a todas esas relaciones en las cuales el otro surge en su legitimidad⁴⁷.”*

¿Por qué cuento todo esto? Porque cuando leo los relatos y documentos de José Contreras, recuerdo esos momentos de placer, de amor y de sorpresas que pasaba yo cuando asistía a mi escuela bíblica. Sí, a mis cursos bíblicos de cada domingo que hasta el día de hoy asisto y que en esta ocasión imparto con agrado. Siempre con sorpresas, siempre con el deseo de aprender algo nuevo, diferente, algo actual, algo que ha dejado en mí el deseo. El anhelo de ser profesora y no cualquier profesora, sino el reto de ser profesora de “ciencias duras”. No es una tarea fácil pero vale la pena, cuando existe la voluntad y el placer de enseñar. *“...la dinámica que constituye el ver al otro en su legitimidad, es el fundamento de una convivencia en la cual uno surge como un ser íntegro⁴⁸”*

Ahora comprendo o quizás ahora estoy consciente de que enseñar dentro de un salón de clases en ingeniería no es el solo hecho de “informar algo” a los otros y otras que es la idea o pensamiento que tenemos los profesores(as) de ciencias duras en general porque así desde niña crecí en una educación tan simplista, tan positivista, androcéntrica y sobre todo en ingeniería donde existe un distanciamiento abismal entre nosotros(as) profesores(as) y los(as) alumnos(as). El investigador mexicano Pablo Latapí explica que: *“Los y las alumnas deben alcanzar el pleno empleo de su inteligencia, desarrollando la aptitud de organizar conocimientos de nuevas y varias maneras⁴⁹”*

Pero ¿por qué solo informamos o solo informaba como profesora de química? porque en algunas ocasiones sólo se posee información. Ni nosotros(as) mismos(as) poseemos conocimientos porque tener conocimientos es haber asimilado, comprendido el tema o asignatura que nos toca dar para que de esta manera se pueda generar un pensamiento complejo en los alumnos y despertarlo en las alumnas. Y no un pensamiento

⁴⁷ Lopéz, M.M.; Maturana, R.H. Pérez, G.A.I.; Santos, G.M.A. (2003). *Conversando con Maturana de educación*. Málaga: Ediciones Aljibe. Pág. 119.

⁴⁸ Idem.

⁴⁹ Latapí, S. P. (2002). “De la curiosidad, la complejidad y otras cosas prohibidas en la escuela”. En Solana, F. (2002). *¿Qué significa Calidad en la Educación?* México, D.F.: Noriega Editores. Pág. 218.

reduccionista, como se acostumbra en las ciencias duras, ya que el reto es aprender a convivir dentro de este pensamiento complejo. Lo cual implica tomar en cuenta un pensamiento holístico, integral reconociendo ahora no tan solo mis saberes sino los saberes de los otros (alumnos) y otras (alumnas), sus diferencias porque son o somos diversos o diferentes, únicos(as). Reconociendo que no existe una persona igual a la otra, teniendo presente que somos semejantes pero no iguales, lo cual implica mirarlos, – intentar percibirlos tal y como son, esto es aceptarlos(as)-, escucharlos, sentirlos, amarlos, es dialogar con ellos y ellas, los saberes de todos de forma multifuncional. Es estar atenta a sus códigos tanto verbales como no verbales. Es atreverme a estar cerca, allí y “más allá o más acá” como diría el investigador Contreras. Pablo Latapí por su parte lo puntualiza de esta manera: *“Cuando, en vez de encuadrar un fenómeno en un concepto, lo abrimos a su multidimensionalidad, empezamos a desarrollar el pensamiento complejo. Hay que enseñar a buscar las relaciones e interrelaciones entre fenómeno y su contexto, mostrar que la modificación de una de sus partes modifica el todo y la del todo modifica las partes⁵⁰”*.

De acuerdo a Maturana y Nisis (1995:167): *“La profesora que se respeta asimismo a sí misma y respeta a sus alumnos y alumnas puede abrir y realizar un espacio de colaboración con ellos permitiéndoles ser en su plenitud sin negarlos desde su temor o ceguera⁵¹”*.

Retomo las palabras de la investigadora Virginia Ferrer cuando nos habla de una “didáctica poética”, en su ensayo ella nos plantea que: *“La poética como arte de lo imaginario nos invita a alejarnos de la acción productivista o rentable para ofrecernos el principio del placer del aula”*. Inmersa esta didáctica poética dentro de la Complejidad nos sugiere: *“Los fundamentos de una situación pedagógica, de un tema educativo, de un caso didáctico sólo pueden ser aprehendidos desde una experiencia de ruptura. Digo experiencia de ruptura porque aprender cualquier cosa supone sobre todo desaprender, es decir romper con los aprendizajes o las formas de aprendizaje anteriores, incompletas, erróneas, confusas, y también porque el qué aprendido*

⁵⁰Latapí, S. P. (2002). “De la curiosidad, la complejidad y otras cosas prohibidas en la escuela”. En Solana, F. (2002). *¿Qué significa Calidad en la Educación?* México, D.F.:Noriega Editores. Pág.221.

⁵¹ Maturana, H.; Nisis, S. (1995). *Formación Humana y Capacitación*. España: Dolmen.

aparece cuando irrumpen los distintos elementos, piezas, partes del todo inicial,...la palabra poética permite engendrar mi, tu, su palabra mientras que la palabra académica aborta la otra palabra creativa desde operaciones de cirugía conceptual, de jerarquía en los conceptos, de sumisión en la transmisión, de reproducción estéril en los contenidos enseñados. La palabra poética... invita a dislocar la unicidad del pensamiento académico; es ponerse de lado, es ponerse a un lado, es separarse de lo real-dado y por tanto leer desde una mirada más esquiva y también extraña (filosófica) pero a la vez interviniente, porque lo dado no lo tomo como tal, sino como inacabado, y por ello yo entro como sujeto para lanzar posibilidades de acción, de acabamiento⁵².”

La investigadora Virginia Ferrer me invita, nos invita a asumir el riesgo poético en educación. Hacia una didáctica más poética. Esto solo será posible dentro de la didáctica en ingeniería si somos capaces de atrevernos a ser diferentes nosotros, nosotras, yo misma. Sí así es: ser yo misma en la diferencia, reconociendo que tengo un pensamiento complejo por mi naturaleza de mujer⁵³, y no solo de mujer sino que además en las ciencias, lo cual implica un mayor reto porque es comenzar a transformar el currículum, examinarlo y desmontar el sexismo de los textos y las clases, no será una tarea fácil pero si necesaria. La investigadora Lourdes Fernández remarca: *“Desmontar la noción de masculinidad abrazada a la tecnociencia y pensar en tecnociencia sin exclusión, en contenidos de masculinidad o feminidad sin rigidez ni exclusión⁵⁴.”*

Inmersa dentro de las ciencias, debo estar alerta de no naufragar dentro del medio androcéntrico, confundiéndome una vez más con los otros sino en la diferencia. Por lo tanto es imprescindible recordar, aceptar y si es necesario defender mi posición de manera que pueda navegar como lo que soy y deseo ser mujer de ciencias pero ahora “integrándome” yo misma, es decir todas “mis partes que me conforman como son mis saberes, mis pensamientos, mi género, mis emociones, mis sentimientos, mis creencias, mis pasiones, mis deseos, mis metas o propósitos como mujer, profesional e

⁵² Ferrer, V. (2001). *Para una didáctica poética*. Revista Diálogos. Volumen 25. Págs. 13-21.

⁵³ La antropóloga Helen Fisher sostiene que las mujeres piensan en forma contextual, holística. Muestran también mayor flexibilidad mental, aplican juicios más intuitivos y más imaginativos y tienen una tendencia más marcada a hacer planes a largo plazo, aspectos todos ellos de esta perspectiva contextual. [...] En pocas palabras, las mujeres tienden a pensar en redes de factores interrelacionados, no en línea recta. He denominado este modo de pensar femenino “pensamiento en red”.

⁵⁴ Fernández, R. L. (2005). “Género, ciencia y educación en valores”. En Fernández, R. L. (Coord.) (2005). *Género, valores y sociedad. Una propuesta desde Iberoamérica*. Barcelona: Octaedro. Pág.132.

investigadora. Es decir, todo aquello que conforma mi ser, porque ahora me reconozco que estaba totalmente fragmentada: mis emociones, mis saberes, mi pasión, mi amor hacia el otro u otra. No era precisamente dentro del salón de clases cuando debería ser así, aceptando a mis alumnos(as) con sus “rebeldías”, así como son, que difícil es, pero no imposible, mediando, escuchándolos a ellos y ellas, sí escuchando también sus silencios, mirando –observando- sus gestos que me quieren decir, mostrando un cuidado hacia ellos y ellas. *“La familiaridad con lo complejo nos llevará –a maestros y alumnos conjuntamente- a la aceptación humilde de nuestras incertidumbres, fortalecerá el sentido de nuestra propia vulnerabilidad y la solidaridad con los otros igualmente vulnerables; será el fundamento de una conciencia ética basada en la solidaridad y el respeto a los demás⁵⁵”*.

Ahora he reconocido o estoy consciente de la necesidad del cuidado del otro(a) en la ingeniería. Sí, ya que tal vez parece fuera de lugar o de contexto el término “cuidado” porque no estamos acostumbrados(as) a escuchar este “término” dentro de la ingeniería, sino sólo términos como de cantidad/calidad, aprobado/suspendido. Pero pocas veces nos hemos interesado desinteresadamente en ellos (alumnos) y ellas (alumnas) aun en nosotros (profesores) y nosotras (profesoras). Cuando hacemos un alto en nuestros quehaceres cotidianos o afanes y por un momento nos miramos primeramente nos sentimos, porque estamos vivos(as) o ¿No es así? Entonces podremos mirar al otro(a), entonces la ingeniería será diferente, será en verdad al servicio del otro(a), nuestros egresados(as) tendrán sensibilidad humana o calidad humana o estaríamos mas humanizados(as) como comenta Savater⁵⁶ seríamos “humanos” no seríamos mas un “hombre-cosa” como lo llama Sabato⁵⁷. Entonces habría una consciencia en la ética de los egresados(as) en la ingeniería. Tendríamos humanos(as) responsables comenzando por nosotros(as) mismos(as) del uso o utilización de las tecnologías en bienestar de los otros(as) y a nuestro servicio y no al revés como ha estado sucediendo actualmente. De esta manera no seríamos entonces dominados(as) o esclavizados(as) por las tecnologías. Como comenta Humberto Maturana y Sima Nisis (1995:150): *“Si el ser humano sigue siendo lo central para nosotros, los seres humanos, la tecnología será un instrumento*

⁵⁵ Latapí, S. P. (2002). “De la curiosidad, la complejidad y otras cosas prohibidas en la escuela”. En Solana, F. (2002). *¿Qué significa Calidad en la Educación?* México, D.F.:Noriega Editores. Pág.223.

⁵⁶ Savater, F. (1997). *El valor de Educar*. España: Ariel.

⁵⁷ Sabato, E.(1991). *Hombres y engranajes*. México: Seix Barral.

para su conservación; no lo que guía su destino. No se trata de enfrentar el desafío tecnológico, sino de hacerse cargo de la responsabilidad del uso de lo tecnológico en el devenir y conservación de lo humano⁵⁸”.

Para que este cuidado emerja en mí o en nosotros(as) se requiere de un saber de este cuidado de acuerdo a Luigina Mortari (2002:155):*“El saber del “cuidado” es un saber que se nutre de empatía, es decir, de la capacidad de escuchar al otro, sin por ello arriesgarse al confinamiento de la fusión, que anula los dos polos de la relación. Por lo tanto, se trata de un saber que requiere de un pensar sensible al otro, que siente su vida de un modo empático y que se deja interpelar por ella. No es verdad que dejarse tocar por el otro, ser copartícipe de su sentir, cree desorden e impida una acción eficaz; al contrario, es una condición de orden diverso, el orden de una razón encarnada y sensible, que construye saber, no trabajando según conceptos y procedimientos predefinidos, sino a partir de la interpretación de la mirada del otro, de sus gestos, de su modo de entrar en relación o de sustraerse a ella⁵⁹”.*

Sin embargo también debo de reconocer que el saber procede o nace de la experiencia cuando las ideas y las estrategias que lo estructuran constituyen la forma emergente de una práctica de reflexión en torno a lo vivido ya que el pensar lineal de acuerdo a Maturana (2004:127) *“que es común en la ingeniería no ve las configuraciones sistémicas porque atiende a las relaciones locales”* . En cambio lo vivido es el acontecer de las cosas que cada cual vive; la experiencia se encuentra allí donde lo vivido va acompañado de pensamiento o como diría Maturana *“mirar y pensar, mirar y pensar poético⁶⁰ donde en el pensar analógico sistémico la acción surge como un acto creativo desde las relaciones que hace el observador.”*

Considero que como profesora de ingeniería en particular de la asignatura de química que he impartido durante 17 años de mi vida, muchas veces caemos en un costumbrismo o rutina, asistimos a nuestro salón de clases porque no tenemos otro remedio en vez de desearlo simplemente por el placer de enseñar. Lo hacemos por inercia, más que por un compromiso social. Permanecemos distantes de nuestros

⁵⁸ Maturana, H.; Nisis, S. (1995). *Formación Humana y Capacitación*. España: Dolmen.

⁵⁹ Mortari, L. (2002). “Tras las huellas de un saber”. En Diótima (2002). *El perfume de la maestra*. Barcelona: Icaria.

⁶⁰ El pensar poético no se detiene en las relaciones locales, conecta, y es, por lo tanto, esencialmente comprensivo (Maturana, 2004:126).

alumnos(as). No existe una convivencia o un acercamiento con el otro(a). Es entonces cuando se requiere con urgencia hacer un alto total o como diría Hannah Arendt una cierta suspensión de la acción porque el pensar requiere de un “párate y piensa”. Luigina Mortari (2002:156): nos dice “*que lo que se precisa es aprender a suspender la tendencia a actuar siempre y con plena confianza en los saberes acreditados, para dedicarle tiempo a cultivar la disposición a la reflexión, una reflexión políticamente comprometida porque se empeña en buscar cada vez los criterios que le den sentido a la acción*⁶¹”.

Pero para esta ardua labor se requiere de *sabiduría*. De acuerdo a Maturana para adquirir esta sabiduría es que tiene que existir en mí o en nosotros(as) el deseo de querer alcanzarla y para ello es necesario atreverse a *ser consciente y responsable del propio hacer, es decir requiere ser consciente y responsable de las propias emociones en el ámbito social tanto como de actuar de acuerdo a esa consciencia y responsabilidad*. Y además agrega: *¿No es acaso el propósito último de una convivencia democrática, el de recuperar a la sabiduría como fuente de acción en un vivir cotidiano centrado en el mutuo respeto y la colaboración en la construcción de un mundo humano deseable en lo estético, material y espiritual para todos?* (2004:147) Porque vivimos la mayoría de las veces desconfiados de nuestros alumnos(as) y aun de nuestros compañeros(as) de trabajo es decir de los otros profesores(as) de acuerdo a Maturana (2004:147) “*pienso que es... su vivir centrado en la desconfianza y el control, que se instala como prevalente en nuestra cultura...el apego al pensamiento lineal causal.*”

Si permitimos que nuestra parte emocional –afectiva- emerja desde nuestro interior entonces “*la sabiduría se aprende y se cultiva con la atención puesta en las coherencias relacionales donde el hacer hace sentido sólo desde el amor*” (Maturana 2004:148).

Debe darse un sentido de responsabilidad de nuestra práctica docente en cada uno de nosotros(as) pero no en el apego al pensar lineal causal sino permitiendo o dejando que no sea un actuar local desconectado de toda realidad social sino que surja como diría Maturana (2004:146) “*desde el entendimiento sistémico del presente de la comunidad humana a que se pertenece*”.

⁶¹ Mortari, L. (2002). “Tras las huellas de un saber”. En Diótima (2002). *El perfume de la maestra*. Barcelona: Icaria.

Por tal motivo debemos o estamos obligados por un acto moral ya no tan solo con nuestros alumnos(as) sino con nuestra sociedad que nos está demandando ingenieros que sean capaces de poseer de acuerdo a Maturana (2004:146) *“en el vivir cotidiano el entrelazamiento del pensar analógico con el pensar lineal que lleva a la mirada que correlaciona las relaciones locales con las relaciones sistémicas”*. Esto solo será posible si nosotros(as), yo misma reconozco la sabiduría que nos plantea Maturana en el actuar o vivir y convivir del día a día en nuestro salón de clases o en esa relación dialógica o simétrica con nuestros alumnos(as) –relaciones locales-. Desde el entendimiento sistémico del hoy -con las relaciones sistémicas – industria, tecnología, bioética, ecología, sostenibilidad. Si consideramos todo lo anterior entonces es posible despertar el interés o la consciencia de nuestros alumnos(as) porque primeramente se ha despertado en nosotros(as), en mí.

Será necesario reflexionar o estar conscientes que lo ocurrido en Chernobyl, la construcción de las torres gemelas en New York o el diseño de la bomba atómica han involucrado científicos(as), ingenieros(as) que han dejado huella en la historia del mundo pero no precisamente de la mejor manera o de la forma esperada sino por el contrario.

Recuerdo la biografía de Madame Curie al estallar la primera guerra mundial ella y su hija Irene apoyaron incondicionalmente a los soldados franceses con la utilización de los Rayos X exponiendo aun sus propias vidas como aconteció también con el Radio, María Curie poseía una sabiduría y responsabilidad que afloraba como un acto de desapego ya que se implicaba en ayudar a aquellos que necesitaban de la ciencia porque supo utilizarla siempre en su momento como una herramienta al servicio de los otros. En este sentido Maturana (2004:145) comenta que: *si nos inclinamos a un pensar holístico, ese modo de vivir puede parecernos lleno de sabiduría natural y sentido ecológico porque vemos en él la efectividad de su coherencia sistémica con la biosfera desde la efectividad local del vivir...“Es el vivir a la vez en lo emocional y lo racional lo que nos da a los seres humano la peculiaridad de ser a la vez seres responsables y libres en el hacer y el reflexionar (Maturana, 2004:144)”*.

Retomo las palabras con las que el investigador Contreras nos comparte que es para él la educación: “*Cuidar la relación, para que se pueda encaminar un sentido, pero un sentido que sea también sentido libre de sí. Eso es lo que permanece vivo, con el tiempo, de cualquier experiencia valiosa de enseñanza: la huella que nos dejó alguien de quien en cierta forma nos enamoramos*”⁶². Porque nos enamoramos como fue mi caso de la manera tan sencilla, creativa y emocional como mi profesor de química de secundaria nos explicaba los enlaces químicos, me tenía embelesada de tal forma que su presencia dejó en mí el incentivo de seguir sus pasos a partir de entonces decidí estudiar ingeniería química. Me pregunto ahora ¿Hasta que punto soy capaz de hacer sentir esta misma emoción, esta misma pasión, este sentimiento en mis alumnos y alumnas?. Y quisiera en cierta manera hacer un alto y dejar esta pregunta abierta para mí y para todo aquel y aquella que en verdad quiera, desee, anhele, dejar un granito de arena, una huella, algo en el otro y la otra, entonces ¿Seremos acaso capaces de ser luz en ellos y ellas o seguiremos siendo sombras en vez de luz?

⁶² Contreras, D. (2002). *La didáctica y la autorización del profesorado*. Conferencia pronunciada en el XI ENDIPE – Encontro Nacional de Didática e Prática de ensino. Goiania –Goiás (Brasil), el 27 de mayo de 2002.

2.4. La autoridad femenina en el mundo de las ciencias duras⁶³

“Ser mujer y ser fuente de saber oficial, acreditado, se vive como una contradicción, casi como una prohibición”
Virginia Ferrer⁶⁴

Pensando en voz alta la diferencia sexual, la diversidad y la subjetividad en las prácticas educativas. Quisiera hablar desde mi experiencia educativa en ingeniería y mi sentir hacia el reto que para una mujer supone ser profesora en un mundo de hombres. Un reto que he sentido acompañado y alentado por otra mujer, Hipatia de Alejandría, *“una profesora alejandrina, convertida en un bastión de libertad del pensamiento femenino...paradigma de las mujeres matemáticas; una mujer libre, una profesora dispuesta a defender sus ideas, una mujer influyente, bien relacionada con el poder político y religioso; ensalzada, envidiada, respetada por unos; escarnecida por otros; valiente, indiferente a su suerte, enamorada de unos ideales y destinada a morir en manos de sus enemigos⁶⁵...”* Estas son las palabras con las que Susana Mataix describe su modo de verla. Sin embargo, junto con sus palabras, pone las de Hipatia, aquellas con las que Hipatia se dice a sí misma y en ellas, encontramos algunas claves para pensar en lo que aquella mujer admirada hacía frente a quienes la escarnecían acusándola de horrendos crímenes y perversiones pero también encontramos lo que sentía deber a sus alumnos. Frente a los primeros *“No me molesto en refutarles. No quiero entrar en su juego. Me mantengo fiel a la razón...”* Frente a sus alumnos *“No poseo el derecho a esconderme. ¡Qué ejemplo les daría si cediera hipócritamente a someterme y a engañarles! ¡Cómo podrían jamás mis alumnos creer en mis palabras,*

⁶³ Presentado en el Simposium de Género y Diversidad en la Educación Universitaria del Congreso Internacional de Educación: “Hacia dónde va la Educación Universitaria Americana y Europea. Historia, Temas y Problemas de la Universidad” celebrado en la Universidad de León, España los días 20 al 23 de septiembre de 2005.

⁶⁴Ferrer, V. (2008). “Complejidad y singularidad femeninas en la academia universitaria”. En Batalloso, J. M. y Aparicio G.P. (Coord.) (2008). *Figuras y pasajes de la complejidad. Experiencias de resistencia, creación y potencia*. Xátiva: Institut Paulo Freire de España y Crec. Pág. 103

⁶⁵ Mataix, Susana (1999) *Matemática es nombre de mujer*. Págs.11-14.

en mis consejos, en la existencia más allá de los sentidos, si yo misma la desmintiese con mis actitudes⁶⁶)”.

La investigadora Nuria Pérez de Lara en relación al discurso anterior nos comenta: *“Frente al poder, no entrar en su juego. Frente a sus alumnos, no traicionar su confianza sabiendo que en ellos está la verdadera trascendencia de su acción. Poder y autoridad estaban ya claramente diferenciados en la propuesta de Hipatia, profesora matemática, mujer en un mundo de hombres...Hipatia, un espejo en el que Alicia gusta de mirarse, como le gusta ir encontrando, en su estudiosa búsqueda. Mujeres importantes, que dejaron huella en la historia. A las que le gustaría parecerse porque algunos de sus alumnos “puedan llegar alto” y puedan entonces decirle “tú fuiste mi maestra”⁶⁷.*

Sin embargo, Araceli -compañera del doctorado- piensa que: *“La historia no sólo la hacen los grandes”.* Quisiera contestarle hoy a Araceli, ausente en cuerpo en nuestro Doctorado pero aun presente en nuestras mentes y nuestros corazones. Querida Araceli, Hipatia no se “sentía grande” sino la historia la llamó “grande”, pero ¿por qué la llamó “grande”? ¿Qué tenía de especial Hipatia que no podamos tener nosotras y nosotros? Contesto con una frase de la propia Hipatia: *“Mi doble condición de matemática y profesora me obliga a respetar la verdad y no renunciar a ella ni tan siquiera en aras de conservar mi propia vida⁶⁸.”*

Para intentar explicar el significado de la frase anterior quisiera retomar algunas reflexiones planteadas por el investigador José Contreras que nos ayudarán a entender mejor la frase de Hipatia: “Tiene que ver con el propio sentido del saber que enseñamos y de nuestra relación con él. Porque al fin y al cabo, lo que enseñamos, lo que mostramos y nuestros alumnos ven, es nuestra relación con el saber, lo que es saber para nosotros [...]. es por tanto, también enseñar la relación con el saber, el uso, y la

⁶⁶ ID.

⁶⁷ Pérez de Lara, Nuria: 2º Sesión de la asignatura “Diferencia, Diversidad y Subjetividad en las Prácticas Educativas”, (28 de enero de 2004) del Doctorado de “Diversidad y cambio: Políticas y Prácticas” del Departamento de Organización Educativa de la Facultad de Pedagogía, Universidad de Barcelona.

⁶⁸ Mataix, Susana (1999) *Matemática es nombre de mujer*. España: Rubes. Págs. 11-14.

creación de nuevo saber en la forma de interrogarse e inquirir. Porque siempre se aprende a confiar en un saber, a partir de la confianza que tenemos en quien nos hace accesible. Es decir, la garantía de saber está siempre vinculada a las relaciones de autoridad, y la autoridad en el saber es diferente de la mera competencia disciplinar”⁶⁹.

La idea anterior es tomada por el investigador José Contreras desde la mirada de Angela Alioli (1997) profesora italiana de matemáticas, que nos *enseña* lo siguiente: “yo me veía como una repetidora de programas, aprendiendo formas de enseñanza dirigidas a la supervivencia, siempre con la sensación de que no sabía lo suficiente, siempre buscando en los demás la respuesta a qué son las matemáticas y cómo enseñarlas, siempre buscando nuevas metodologías didácticas para mi enseñanza. Siempre insatisfecha. Con el tiempo, y con la ayuda de otras, conseguí expresar lo que buscaba – autorizar a jóvenes mentes para la libre conjetura del mundo y hacerlo con la disciplina que enseño- y ello me mostró lo que me faltaba para conseguirlo: pude ver que yo sólo tenía competencia disciplinar, pero no autoridad científica”⁷⁰.

Hipatia tenía *interiorizados*, *-en un todo-* dentro de su mente y corazón, los conocimientos tanto de matemáticas como de astronomía y también de la filosofía. Ya que podía *exteriorizarlos* con *pasión* como reconoce su discípulo Silesio que la describe como “bienaventurada”. Además, al desvelar con gran celo a sus alumnos el sentido “sagrado” de la investigación filosófica, se le consideraba como una guía auténtica para los misterios de la filosofía”. Dentro del paradigma de la *complejidad*, de manera holística, era capaz de “filosofar con la ciencia”: es decir “dialogar” y “reflexionar” a partir de la astronomía y las matemáticas. Ya que era conocida como una erudita no sólo por los títulos de sus obras sino también por su contenido. Gracias a las enseñanzas de Hipatia su alumno Sinesio fue capaz de construir un astrolabio ya que los iniciaba a sus alumnos en el asunto más práctico de estudiar los misteriosos secretos matemáticos-astronómicos⁷¹.

⁶⁹ Contreras, José (2005) “La autonomía del profesor. En primera persona: liberar el deseo de educar”. En Gairín, J. (coord.) *La descentralización educativa ¿una solución o un problema?* Las Rozas (Madrid): Cisspraxis, 2005., págs. 327-373.

⁷⁰ El entrecomillado no es una cita literal, sino una paráfrasis de las ideas de la autora.

⁷¹ Dzielska, Maria (2004) *Hipatia de Alejandría*. España. Siruela. Págs. 85-86.

Barbara McClintock es otra mujer en la *diferencia*, ganadora de un premio Nobel por sus trabajos en la genética clásica y la citología. ¿Qué hacía la diferencia en Barbara McClintock? Contada desde la mirada de Evelyn Fox Keller nos dice:

Para McClintock la naturaleza se caracteriza por una complejidad a priori que excede con mucho la capacidad de la imaginación humana. Aquello que señalaba recurrentemente, “se encuentra cualquier cosa que se pueda pensar”, no es un enunciado sobre la capacidad de la mente, sino sobre la de la naturaleza. [...] De lo que se sigue que “intentar que todo se adecue a los dogmas establecidos no funcionará... No existe algo parecido a un dogma central al que todo pueda adecuarse”.

En el contexto de las concepciones de la naturaleza que tenía McClintock, actitudes que de otro modo nos parecerían románticas encuentran un lugar lógico. La necesidad de “escuchar a la materia” se sigue del sentido que tenía McClintock del orden de las cosas. Debido precisamente a que la complejidad de la naturaleza excede a nuestras posibilidades imaginativas, resulta esencial “dejar que el experimento nos diga qué hacer”. [...] Piensa que “gran parte del trabajo se hace porque uno desea imponerle una respuesta –ya tienen una respuesta y [saben que] quieren que la materia se lo diga, por lo que si no les dice algo, en realidad no reconocen que está ahí, o creen que es un error y lo rechazan ...Tan sólo con que dejaran que la materia se lo dijera...”

Por lo que a la complejidad respecta, ésta exige a quienes observan la naturaleza la misma atención especial a los casos excepcionales que el ejemplo de McClintock en tanto que científica exige a quienes observan la ciencia: “Si la materia está diciendo, “puede que sea así”, no lo impidas. No lo dejes de lado diciendo que es una excepción, una aberración, algo que contamina...Eso es lo que ha ocurrido siempre con tantas buenas pistas”. Sin duda alguna, el respeto hacia la diferencia individual se sitúa en el corazón mismo de la pasión científica de McClintock⁷².

⁷² Keller Fox, Evelyn. (1991) *Reflexiones sobre género y ciencia*. España. Edicions Alfons el Magnànim. Págs. 173-174.

La filósofa e historiadora italiana Elisabetta Zamarchi, nos muestra que: Al contar la historia de Barbara McClintock, Keller evidencia esta elección epistemológica, que luego tuvo grandes consecuencias en el plano existencial y profesional para la misma McClintock. Justamente porque la verdad está determinada y legislada por la comunidad de los científicos. La batalla de Fox Keller es una batalla contra los estereotipos. En tal sentido hay una repulsa implícita, en sus escritos, o aquellas voces que, en el debate epistemológico actual, se interrogan sobre si y cómo es posible una ciencia “en femenino”⁷³

Al respecto la investigadora Enrichetta Susi⁷⁴ comenta que ella pensó y esperaba que en las “ciencias duras” encontraría la *libertad del conocimiento* porque tuvo una profesora en el bachillerato que le autorizó a acercarse con *amor* a las ciencias duras. Sin embargo, al estar dentro de las “ciencias duras”, ha descubierto que éstas “proviene de una estructura social masculina, en las que las mujeres les cuesta colocarse con su identidad históricamente definida (Susi:1997:64)”.

En este sentido Elisabetta Donini propone recuperar las alternativas en la *ciencia*⁷⁵. Haciendo ver que la teoría dominante, el *positivismo*, no es la única posible sino que existen varios caminos a la verdad. De acuerdo al planteamiento de Donini tomando como ejemplo la *mecánica cuántica* asevera que la comunidad científica elige las teorías más *simples* – *la complejidad*-, las más hermosas o *estéticamente más agradables*, o bien las más cómodas desde el punto de vista de la aplicación (Susi: 1997:65). Los comentarios de Donini revelan claramente que la *comunidad científica masculina* terminan -al final de una serie de discusiones y reuniones- utilizando de manera informal el paradigma de la complejidad. Mientras que las *mujeres de ciencias* en su mayoría son mas *libres*, *autónomas*, con *pasión* y una *capacidad de empatía* – *amor en la diferencia*- en el sentido de *mirar* u *observar* las ciencias desde el *paradigma de la complejidad* a través de su “*intuición*” dentro de las ciencias. Ya que

⁷³ Zamarchi, Elisabetta (1997) “Mujeres en la ciencia: recorridos epistemológicos”. En A.M. Piussi y otras, *Enseñar ciencia. Autoridad femenina y relaciones en la educación*. Barcelona: Icaria. Pág. 29.

⁷⁴ Investigadora del CNR, vive en Bolonia; se ocupa de la física del estado sólido. Forma parte de la comunidad Hipatia.

⁷⁵ Ciencia o “Ciencias duras”.

son capaces de “brincar” desde el paradigma de la simplicidad por medio de su “intuición”, su “capacidad de empatía” como el caso de Barbara McClintock, Rita Levi-Montalcini⁷⁶ al paradigma de la complejidad. Porque se pueden *mirar* dentro de “*ellas mismas*” en esa capacidad de *empatía* –amor en la diferencia- como *parte del todo*.

Barbara McClintock lo describe con detalle: La integridad de cada grano (o cromosoma, o planta) sobrevive todos nuestros intentos de hacer modelos; el orden de la naturaleza trasciende nuestra capacidad de ordenación. Y esta trascendencia se manifiesta en la duradera unicidad de cada organismo. “*No hay dos plantas que sean exactamente iguales. Todas son diferentes, y en consecuencia, hay que conocer esa diferencia*”, nos explica. “*He empezado con la planta de semillas y no quiero abandonarlo. No siento que sepa de qué va si no examino a la planta en todo su proceso. Por ello conozco íntimamente, y encuentro un gran placer en conocerlas.*” De días, semanas y años de paciente observación surge algo que parece una perspicacia privilegiada: “*Cuando veo las cosas, el resultado es una aparente habilidad para escribir la “autobiografía” de cada una de las plantas con las que trabaja*” (Keller:1991:175).

Keller (1991:176) sintetiza lo anterior. Argumentando que McClintock: al hablar de la relación que nos describe con las plantas, al igual que en las relaciones humanas, el respeto a la diferencia constituye una llamada no sólo relativa a nuestros propios intereses sino a nuestra capacidad de empatía –resumiendo, *en la forma superior de conocimiento*: será el amor que permita la intimidad sin que se aniquile la diferencia.

Para Keller (1991:176) el punto crucial es que McClintock puede correr el riesgo de suspender los límites entre sujeto y objeto sin poner en peligro a la ciencia precisamente porque, para ella la ciencia no está basada en esa división –*fragmentación*-. Esta *relación íntima* que experimenta McClintock es debido a su *autoridad científica*. Ya que ella era capaz de estar dentro del sistema de los cromosomas, trabajaba con ellos por decirlo de alguna manera “hombro con hombro” ...*me sentía como si estuviera con ellos, y fueran mis amigos...Conforme miras esas cosas, se convierten en una parte de ti. Y te olvidas de ti misma*”.

⁷⁶ Neuróloga y premio Nobel de Medicina de 1986.

Qué revelación tan tremenda hace McClintock y a su vez Keller Fox en esa relación de empatía entre estas dos mujeres de ciencias. Lo cual permite que se llegue a revelaciones profundas como una *integridad estructural* -dentro de la complejidad- en ese mundo de diferencia que abandona la división o fragmentación.

A veces nos domina el “objeto investigado” porque no hemos logrado la “empatía con él”, quizás por distanciamiento, debido a una indiferencia como falta de amor, o falta de compromiso es decir sin pasión por la investigación. Cuando existe empatía entonces experimentamos ese *nivel superior de conocimiento* que menciona Keller... y ya no seremos capaces de percibir al *objeto en sí mismo*. Para McClintock el *poder* no genera un *autoritarismo* sino por el contrario permite tener la *habilidad de nuestra conexión con ese mundo* (Keller,1991:178).

Regresando a la frase de cómo comienza de alguna manera todo este asunto de autoridad científica en un mundo androcéntrico con respecto a nuestra ícono en Hipatia y ¿por qué fue grande? quisiera retomar la frase: “*Mi doble condición de matemática y profesora me obliga a respetar la verdad y no renunciar a ella ni tan siquiera en aras de conservar mi propia vida.*”

Ahora después de todo este proceso reflexivo podríamos decir que Hipatia -querida Araceli- poseía la virtud de “trabajar (indagar e intuir)” desde el paradigma de la *simplicidad* y a su vez “brincar o dar un salto” a ese *conocimiento de nivel superior* del paradigma de la *complejidad* de manera tan *sencilla* debido a que su *pasión, empatía en la diferencia, su libertad para enseñar y autonomía* le permitía ser *parte* de esa *completud* porque estaba siempre dispuesta a renunciar a su propia vida por *AMOR* en la diferencia sexual y autoridad femenina.

Hoy reconozco que existen mujeres, en la diferencia como Julieta Fierro⁷⁷, que llega a su salón de clases repleto de alumnos en la Facultad de Ciencias de la UNAM en la ciudad de México, coloca un sin fin de objetos sobre un mantel en su escritorio y como “presdigitadora de la ciencia” asombra a sus alumnos y alumnas con sus “trucos de

⁷⁷ Investigadora Titular A de tiempo completo del Instituto de Astronomía de la UNAM, México y también estuvo a cargo de la Dirección del Museo de las Ciencias en México UNIVERSUM.

magia” acercando la ciencia a través de lo cotidiano a sus alumnos/as. ¿Cuál es el secreto de Julieta Fierro? Sencillamente reconocerse en la diferencia de ser mujer y con Autoridad, *Autoridad femenina*. Una Autoridad que le ha sido otorgada por el medio androcéntrico porque la reconocen como una excelente investigadora y divulgadora de las ciencias. Cuando la Dra. Fierro habla de la Física o de la Astronomía, lo hace con tanta pasión y gozo que produce un “enamoramamiento” hacia estas ciencias de forma inmediata. Sin estar “razonando” la ciencia sino “deleitándose en ella” y con una capacidad de seducción hacia la misma ciencia en este caso la Astronomía y/o la Física. Sin embargo, por lo general estamos acostumbradas a *relaciones de poder, como generalmente sucede en la enseñanza, se desarrolla progresivamente desde la primaria a la secundaria, -yo diría hasta la universidad-, un sistema rígido de defensa, con el que se intenta mantener las emociones al margen*⁷⁸.

Todo lo anterior ahora me hace pensar en la necesidad de reflexionar en nuestra propia práctica educativa las mujeres de “ciencias duras”. Si queremos *ser mujeres en la diferencia* y con *autoridad* necesitamos reconocer en primer lugar nuestras deficiencias de nuestra formación. Ya que yo misma, ahora, me he dado cuenta de la importancia de formarme dentro de las “ciencias blandas” porque son complementarias –es el otro lado de la moneda- a nuestros saberes. También la necesidad de reconocer el sentido de responsabilidad o un compromiso ético docente y moral hacia el otro u otra, nuestros alumnos y alumnas. Y, por ellos, *reciclarnos continuamente* en los nuevos descubrimientos y aportaciones de la ciencia. No para ser “*transmisoras de la información*”. No ya no más, por favor. Mengüemos el paradigma de la simplicidad y dejemos emerger el paradigma de la complejidad, como afirma Rita Levi-Montalcini: *porque construimos nuestra versión personal de la información. Si cambiamos la forma de educar a los niños, es decir, de enfrentarlos con la vida, quizá cambiaremos el mundo. Los métodos tradicionales son absurdos. Reconociendo además, que el acto educativo, donde se da un proceso de creación y de recreación, que no de mera repetición ni transmisión, es una relación de autorida. Donde la palabra “deja de ser un instrumento de poder para convertirse en un elemento de intercambio”*⁷⁹.

⁷⁸ Longobardi, Giannina (2002) “Una cuestión de gracia”. Emociones en el aula. *El Perfume de la Maestra. En los laboratorios de la vida cotidiana*. Icaria & Antrazyt. Pág: 53.

⁷⁹ Levi-Montalcini, Rita (2005) “Entrevista a Rita Levi-Montalcini”. EL PAIS. *Domingo 15 de mayo de 2005*. Barcelona. Pág. 4.

Atrevernos a hacer y ser lo que hemos querido siempre hacer y ser, ya que nos permitirá enriquecer con las nuevas miradas en la diversidad de saberes nuestras clases. *Aprendiendo muchas cosas y desaprendiendo otras muchas*⁸⁰. Debemos ser embajadoras de la enseñanza, es decir reconciliadoras de palabras, de relación, de comunicación, de emociones y de la ciencia.

Una “*sostenibilidad de la palabra y formación*” como lo llama la investigadora Virginia Ferrer que implicará en una institución educativa, prácticas ecológicas para un nuevo código de lenguaje que es necesario en las universidades en cambio y renovación⁸¹.

Ahora comprendo claramente que el actuar *en primera persona* es actuar con responsabilidad, con mi responsabilidad, porque soy yo misma, no es actuar conforme “me dijo mi coordinador” o mi “otra compañera o compañero”, sino desde mi, desde mi interior. De manera que pueda ser veraz, congruente conmigo misma y con los otros y las otras, que pueda tener credibilidad como diría José Contreras: “*Esta idea de credibilidad, ligada a la de libertad en la relación, este decir la verdad en el que se confía, que crea vínculo y hace crecer, proporcionando libertad, es precisamente el significado de la autoridad*”⁸².

Hablar *en primera persona* es algo que el investigador José Contreras con sus reflexiones nos debe dejar huella en cada una de nosotras, profesoras de *ciencias duras*:

“Actuar en primera persona es crear relaciones y experiencias educativas y recrearse a sí mismo en ese proceso, en su incertidumbre, recreando nuestros saberes y experiencias, repensando y poniendo en tela de juicio nuestro papel, lo que nos viene dado. Enseñar en primera persona es lo mismo que el deseo de aceptar el riesgo de la relación no determinada de antemano, la vivencia de la relación auténtica, y en esa vivencia, aceptar ponerse en juego en la relación y,

⁸⁰ Montoya, Ma. Milagros (2001) Crear puentes, hacer educación. Autoridad Femenina. *Cuadernos de Pedagogía* No. 306. Págs. 67-68.

⁸¹ Ferrer, Virginia (1999) “Para una ecología del lenguaje. (Sostenibilidad de la palabra y formación)”. *Diálogos, Educación y Formación de personas adultas*. No. 19-20. Págs. 38-45.

⁸² Contreras José (2005) “La autonomía del profesor. En primera persona: Liberar el deseo de educar”. En Gairín, J. (coord.) *La descentralización educativa ¿una solución o un problema?* Las Rozas (Madrid): Cisspraxis. 2005., págs. 327-373.

al hacerlo, estar dispuesto a pensarlo todo (y a pensarnos) de nuevo. Es lo que ocurre cuando nos preguntamos de verdad, respecto de nuestros alumnos y alumnas: “Y yo ¿qué les quiero enseñar?” Una pregunta que va más allá (pero también más acá) de los saberes formales o de los contenidos del currículo. Más allá, porque rompe con esa determinación de saberes y obligaciones formales, para que nos preguntemos por nuestro deseo y nuestro sentido, pero más acá porque no niega el saber, los saberes, sino que no los desvincula de la significación y del valor que les descubrimos y que nos proporcionan, y por ello, vemos su posibilidad y necesidad para nuestro alumnado⁸³”.

Las reflexiones de José Contreras producen en mí un vínculo muy fuerte de gran responsabilidad para con ellos y con ellas, mis alumnos y mis alumnas. Es por esto y por todo lo anterior que podría sonar *irreverente* para mí tiempo atrás. Pero ahora ya es momento de cambiar, de ser yo misma, de ser nosotras profesoras de *ciencias duras* en la diferencia sexual y con autoridad. Solo de esta forma podremos lograrlo, la pregunta es ¿nos atreveremos a ser sujetos: “mujeres en la diferencia, libres y con autoridad”? o seguiremos siendo “objetos utilitarios y con etiquetas” llevadas por cualquier *viento ajeno* producto de la institución en donde nos tocó *estar y ser*.

⁸³ ID., Pág.17-18.

Bibliografía

- AGUILAR, M. E.; VINIEGRA, V. L. (2003). *Atando la teoría y práctica en la labor docente*. México: Paidós Educador.
- ALIOLI, A. (1997) “Una matemática que enseña”. En A.M. Piussi y otras, *Enseñar ciencia. Autoridad femenina y relaciones en la educación*. Barcelona: Icaria. Págs. 55-62.
- ARENDT, H. (2007). *Responsabilidad y juicio*. Barcelona: Paidós.
- ARENDT, H. (2002). *La vida del espíritu*. Barcelona: Paidós.
- ARENDT, H. (2003). *Entre el pasado y el futuro*. Barcelona: Ediciones Península.
- ARENAS, P. J. J. (2004): “Rigor y sensibilidad, trabajo de ingenieros”. *Revista de obras públicas*. 3442: 29-37.
- BOLÍVAR, A.; DOMINGO, J.; FERNÁNDEZ, M. (1998). *La investigación biográfico-narrativa en educación. Guía para indagar en el campo*. Granada: Grupo Editorial Universitario.
- BOLÍVAR, A. (1996). Non Scholae Sed Vitae Discimus: Límites y Problemas de la Transversalidad. *Revista de Educación*. 309. 23-65.
- BONALS, J. (1996). *El Trabajo en equipo del profesorado*. Barcelona: Graó.
- CANTÓN ARJONA, V. (1997): *1+1+1 no es igual a 3. Una propuesta de formación de docentes a partir del reconocimiento del particular*. México: Universidad Pedagógica Nacional.
- CASTELLS, M. (2004): “Educación para la ciencia y tecnología para la sociedad de la información en Barcelona”. Conferencia realizada en el Centro Cultural de Barcelona el día 20 de abril del 2004. Debates de Educación. Fundación Bofill y la Universidad Abierta de Cataluña.
- CASTELLS, M. (1997). *La era de la información. La sociedad red*. Volumen 1. Madrid: Alianza editorial.
- CONTRERAS, J. (2005) “La autonomía del profesor. En primera persona: liberar el deseo de educar”. En Gairín, J.(coord.) *La descentralización educativa ¿una solución o un problema?* Las Rozas (Madrid): Cisspraxis, 2005. Págs. 327-373.
- CONTRERAS, D. (2002). *La didáctica y la autorización del profesorado*. Conferencia pronunciada en el XI ENDIPE – Encuentro Nacional de Didáctica e Práctica de ensino.

- CONTRERAS, D. J. (1997). *La autonomía del profesorado*. Madrid: Morata.
- CONTRERAS, D. J. (1990). *Enseñanza, currículum y profesorado*. Madrid: Akal Ediciones.
- CHEHAYBAR, Y K. E. (coord.)(1999): *Hacia el futuro de la Formación Docente en educación superior*. México: Plaza y Valdés.
- CHOMSKY, N. (2001): *La (des)educación*. Barcelona. Crítica.
- DEVAL, J. (1990). *Los fines de la Educación*. Madrid: Siglo Veintiuno de España Editores,S.A.
- DOMINGO, M. R. (2005). “Complejidad, Educación y Transdisciplariedad”. En CAMPIRÁN, S. A. F.; GUTIERREZ, C. I.; DOMINGO, M. R.; MONTFORT, G. F.; CHAMA, B. L.; LANDGRAVE, B. R. G. (2005). *Complejidad y Transdisciplina: acercamientos y desafíos*. México: Editorial Torres Asociados.
- DZIELSKA, M. (2004) *Hipatia de Alejandría*. España. Siruela. Págs. 85-86.
- FERNÁNDEZ, R. L. (2005). “Género, ciencia y educación en valores”. En Fernández, R. L. (Coord.) (2005). *Género, valores y sociedad. Una propuesta desde Iberoamérica*. Barcelona: Octaedro. Pág.115-136.
- FERRER, V. (2008). “Complejidad y singularidad femeninas en la academia universitaria”. En Batalloso, J. M. y Aparicio G.P. (Coord.) (2008). *Figuras y pasajes de la complejidad. Experiencias de resistencia, creación y potencia*. Xátiva: Institut Paulo Freire de España y Crec. Pág. 103
- FERRER, V. (2001). *Para una didáctica poética*. Revista Diálogos. Volumen 25. Págs. 13-21.
- FERRER, V. (1999). “Para una ecología del lenguaje. (Sostenibilidad de la palabra y formación)”. *Diálogos, Educación y Formación de personas adultas*. No. 19-20. Págs. 38-45.
- FERRER, V. (1994): *La metodología didáctica a l’ensenyament universitari*. Barcelona: Docència Universitària; 3.Publicacions de la Universitat de Barcelona.
- FIERRO, J. (2004) “Astronomía y amor”. En D. Dresser (coord.). *Gritos y Susurros. Experiencias intempestivas de 38 mujeres*. México: Grijalbo. Págs. 375-382.
- FISHER, H. (2000). *El primer sexo*. Madrid: Taurus.
- FOX KELLER, E. (1991) *Reflexiones sobre género y ciencia*. España: Edicions Alfons el Magnánim. Págs. 169-180.

- FOX KELLER, E. (1989): *Reflexiones sobre género y ciencia*, Valencia, Alfons el Magnàni Cap. 4 y 9.
- GONZÁLEZ DE ALBA, L. (2000): *El burro de Sancho y el gato de Schrödinger*. México: Paidós.
- GROS, S.B. Y ROMANÁ, B.T. (2004): *Ser profesor. Palabras sobre la docencia universitaria*. Barcelon: Octaedro-ICE.
- HARGREAVES, A. Y EVANS, R. (Eds.) (1997): *Beyond educational reform. Bringing teachers back in*. Buckingham: Open University Press.
- HIPATÍA (2002): *Autoridad científica autoridad femenina*. Cuadernos inacabados. Madrid: Horas y horas la editorial.
- JOURDAN, C. (2001) “Los derechos van a la guerra”. VV.AA. *Guerras que yo he visto*. Madrid: Horas y horas. Pág. 19.
- KELLER FOX, E. (1991) *Reflexiones sobre género y ciencia*. España. Edicions Alfons el Magnànim. Págs. 173-174.
- LATAPÍ, S. P. (2002). “De la curiosidad, la complejidad y otras cosas prohibidas en la escuela”. En Solana, F. (2002). *¿Qué significa Calidad en la Educación?* México: Noriega Editores. Pág.213-224.
- LEVI-MONTALCINI, R. (2005) “Entrevista a Rita Levi-Montalcini”. EL PAIS. *Domingo 15 de mayo de 2005*. Barcelona. Pág. 4.
- LEWIN, R. (1995): *Complejidad. El caos como generador del orden*. Barcelona. Tusquets Editores.
- LIPMAN, M. (1997). *Pensamiento Complejo y Educación*. Madrid: Ediciones de la Torre.
- LONGOBARDI, G. (2002) “Una cuestión de gracia”. Emociones en el aula. *El Perfume de la Maestra. En los laboratorios de la vida cotidiana*. Icaria & Antrazyt. pág: 53.
- LOPÉZ, M.M.; MATURANA, R.H. PÉREZ, G.A.I.; SANTOS, G.M.A.(2003): *Conversando con Maturana de educación*. Málaga: Ediciones Aljibe.
- MANDELBROT, B. (1997): *La geometría fractal de la naturaleza*. Barcelona: Tusquets Editores.
- MATAIX, S. (1999) *Matemática es nombre de mujer*. España: Rubes. Págs. 11-14.
- MATURANA, H. E DÁVILA, X. (2008). “¿Educador social o simplemente personas adultas, amorosas, serias y responsables?” En Batalloso, J. M. y Aparicio G.P. (Coord.)

- (2008). *Figuras y pasajes de la complejidad. Experiencias de resistencia, creación y potencia*. Xàtiva: Institut Paulo Freire de España y Crec. Pág. 129.
- MATURANA, H. (2004): *La objetividad. Un argumento para obligar*. Chile: J.C. Sáez editor.
- MATURANA, H.(2003). *Desde la biología a la psicología*. Buenos Aires: Editorial Universitaria/ Grupo Editorial Lumen.
- MATURANA, H., NISIS, S. (1995). *Formación Humana y Capacitación*. Santiago: UNICEF-Chile/Dolmen Ediciones.
- MATURANA, H., NISIS, S. (1995). *Formación Humana y Capacitación*. España: UNICEF-Chile/Dolmen Ediciones.
- MATURANA, H. Y VARELA, F.(1994). *De máquinas y Seres Vivos. Autopoiesis: La organización de lo vivo*. Buenos Aires: Editorial Universitaria/ Grupo Editorial Lumen.
- MATURANA, H. Y VARELA, F.(1990): *El árbol del conocimiento. Las bases biológicas del conocimiento humano*. Madrid. Editorial Debate.
- MATURANA, H. (1990). *Emociones y Lenguaje en Educación y Política*. Santiago: Dolmen Ediciones.
- MONTOYA, MA. M. (2001): Crear puentes, hacer educación. Autoridad Femenina. *Cuadernos de Pedagogía* No. 306. Págs. 67-68.
- MORAES MA. CÁNDIDA (2008). “Educación y pensamiento ecosistémico” .En Batalloso, J. M. y Aparicio G.P. (Coord.) (2008). *Figuras y pasajes de la complejidad. Experiencias de resistencia, creación y potencia*. Xàtiva: Institut Paulo Freire de España y Crec. Pág. 159.
- MORAES, M. C. (2005). “Más allá del aprendizaje. Un paradigma para la vida”. En TORRE, S. DE LA. Y MORAES, M.C. *Sentipensar. Fundamentos y estrategias para reencantar la educación*. Málaga: Ediciones Aljibe.
- MORAES, M.C. (2000): *O paradigma educacional emergente*. Brasil: Papirus.
- MORTARI, L. (2002). “Tras las huellas de un saber”. En Diótima (2002). *El perfume de la maestra*. Barcelona: Icaria.
- MORIN, E. (2004). *Introducción al pensamiento complejo*. Séptima reimpresión. España: Gedisa editorial.

- MORIN, E.; CIURANA, R.E.; MOTTA, D.R. (2002): *Educación en la era planetaria. El pensamiento complejo como método de aprendizaje en el error y la incertidumbre humana*. Valladolid: UNESCO.
- MORIN, E. (2000): *La mente bien ordenada*. Barcelona. Seix Barral.
- MORIN, E. (1999): *Los siete saberes necesarios para la educación del futuro*. Barcelona: Paidós.
- MORIN, E.(1993).*El desafío de la globalidad*. Archipiélago. 16. Pp.67 y 71.
- NICOLIS, G. Y PRIGOGINE, I. (1994): *La estructura de lo complejo. En el camino hacia una nueva comprensión de las ciencias*. Madrid. Alianza editorial.
- NICOLIS, G.; PRIGOGINE, I. (1977): *Self-Organizations in Nonequilibrium Systems: From Dissipate Structure to Order Through Fluctuations*. New York: Wiley.
- PÉREZ DE LARA, N. 2º Sesión de la asignatura “Diferencia, Diversidad y Subjetividad en las Prácticas Educativas”, (28 de enero de 2004) del Doctorado de “Diversidad y cambio: Políticas y Prácticas” del Departamento de Organización Educativa de la Facultad de Pedagogía, Universidad de Barcelona.
- PIUSSI, M.A. (2008). “Posibilidad de una escuela de libertad”. En Batalloso, J. M. y Aparicio G.P. (Coord.) (2008). *Figuras y pasajes de la complejidad. Experiencias de resistencia, creación y potencia*. Xátiva: Institut Paulo Freire de España y Crec. Pág. 169.
- PIUSSI, A.M. et. al. (1997): *Enseñar ciencia. Autoridad femenina y relaciones en la educación*. Cuadernos de Pedagogía. Barcelona: Icaria y Antrazyt.
- PIUSSI, A.M.; BIANCHI, L. (ed.)(1996). *Saber que se sabe. Mujeres en la Educación*. Barcelona: Icaria y Antrazyt.
- PRIGOGINE, I. (1997): *El fin de las certidumbres*. Madrid: Taurus.
- PRIGOGINE, I. Y STENGERS, I.(1983): *La nueva alianza. Metamorfosis de la ciencia*. Madrid: Alianza.
- PORTO, F. (2002). “Lo mío no es un juego”.En Diótima. *El perfume de la maestra. En los laboratorios de la vida cotidiana*. Barcelona: Icaria
- RUGARCÍA, A. (Coord.) (2001): *El futuro de la educación en ingeniería*. Puebla: Universidad Iberoamericana Golfo Centro, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla, Universidad Autónoma de Tlaxcala.

- RUGARCÍA, A. (1996): *Los Valores y las Valoraciones en la Educación*. México: Trillas.
- RUGARCÍA, A. (1997): *La Formación de Ingenieros*. Puebla: Universidad Iberoamericana Golfo Centro.
- SABATO, E. (1991): *Hombres y engranajes*. México: Seix Barral.
- SCHIEBINGER, L. (2004): *¿Tiene sexo la mente?* Las mujeres en los orígenes de la ciencia moderna. Madrid: Ediciones Cátedra.
- SCHNITMAN FRIED, D. (1994): *Nuevos Paradigmas, Cultura y Subjetividad*. Buenos Aires: Paidós.
- SHAPIN, S.; SCHAFFER, S. (1987): *Leviathan and the Air Pump: Hobbes, Boyle, and the Experimental Life*, incluye una traducción de Thomas Hobbes, *Dialogus Physicus de Natura Aeris*, por Simon Shaffer. Princeton: Princeton University Press.
- SAVATER, F. (1997): *El valor de educar*. Barcelona: Editorial Ariel.
- SCHÖN, D. (1987): *La formación de profesionales reflexivos. Hacia un nuevo diseño de la enseñanza y el aprendizaje en las profesiones*. Barcelona: Paidós.
- SKINNER, B. (1968): *The technology of teaching*. New York: Appleton Century Crafts.
- TEDESCO, J.C. (1996): Los Desafíos de la Transversalidad en la Educación. MONOGRÁFICO. *Revista de Educación*. 309.7-21.
- VAN MANEN, M. (2003): *Investigación educativa y experiencia vivida*. Barcelona: Ideas Books. pp: 19-53.
- VILAR, S. (1997). *La nueva racionalidad. Comprender la complejidad con métodos transdisciplinarios*. Barcelona: Kairós.
- VILLAR, C. (Coord.) (2004). *La formación de docentes-investigadores*. Fundamentos y aplicaciones de un Dispositivo Tutorial. Serie Fundamentos No. 21. Colección Investigación Enseñanza. Sevilla: Díada Editora.
- WAGENSBERG, J. (2004): “*Educación en la frontera: entre la intuición y la comprensión*”. Debates de Educación. Pensar el futuro de la Educación organizado por Fundación por Fundación Jaime Bofill y la Universidad Abierta de Cataluña. Conferencia realizada el 14 de diciembre de 2004 en el Centro de Cultura Contemporánea de Barcelona.
- WAGENSBERG, J. (2004): *La Rebelión de las Formas. O cómo preservar cuando la incertidumbre aprieta*. Barcelona: Tusquets Editores.

WAGENSBERG, J. (2002): *Si la naturaleza es la respuesta, ¿cuál era la pregunta? y otros quinientos pensamientos sobre la incertidumbre*. Barcelona: Tusquets Editores.

ZAMARCHI, E. (1997) “Mujeres en la ciencia: recorridos epistemológicos”. En PIUSSI, A. et. al. (1997). *Enseñar ciencia. Autoridad femenina y relaciones en la educación*. Barcelona: Icaria. Pág. 29.

