

La investigación interdisciplinaria: la enseñanza por proyectos

.....
CARLOS OSORIO MARULANDA

**CONSEJO NACIONAL DE CIENCIA Y
TECNOLOGÍA (CONACYT) - PARAGUAY**

Coordinación General de Prociencia
Sergio Duarte Masi

**Coordinación de la Cátedra Ciencia ,Tecnología
y Sociedad (CTS)-Paraguay**
María de la Paz Bareiro

Secretario Técnico del Área de Ciencias (OEI)
Juan Carlos Toscano

Equipo técnico
Carlina Ibañez
Paloma Núñez

Asunción, 2017.

Email: catedracts@conacyt.gov.py
Web: www.conacyt.gov.py
Teléfono (s): (595 21) 606 772 / 606 773 / 606 774
Dr. Bernardino Caballero N° 1240 entre Eusebio
Lillo y Tte. Vera
Asunción - Paraguay

ISBN 978-99967-829-8-5



La investigación interdisciplinaria: La enseñanza por proyectos

.....
CARLOS OSORIO MARULANDA

Contenidos

1. La investigación en la práctica educativa	7
1.1. Ciencia e investigación científica	7
1.2. Aproximaciones epistemológicas	9
1.3. La reacción al positivismo lógico.....	12
1.4. La noción de práctica científica	14
1.5. Elementos sobre la investigación en la educación CTS.....	18
2. Enfoque Multidisciplinario Para Proyectos De Aula	30
2.1. Enfoques sobre la interdisciplinariedad.....	30
2.2. La interdisciplinariedad educativa	32
2.3. La transdisciplinariedad.....	35
2.4. ¿Qué investigar en la educación de Paraguay?	39
3. El diseño de proyectos en el aula	41
3.1. Distinciones en los tipos de investigación.....	41
3.2. Las fases de la investigación: la formulación del proyecto	42
4. La implementación, evaluación y comunicación de proyectos en el aula	51
Estrategias para promover la interdisciplinariedad en la EIA	51

Presentación

En las últimas décadas, la investigación educativa se ha convertido en una de las actividades más importantes y necesarias del proceso educativo en todos los niveles de la educación. Mediante la investigación educativa es posible identificar los problemas pedagógicos que se presentan en el aula, definir los correctivos necesarios para mejorar la enseñanza y realizar el seguimiento y evaluación de los procesos y actividades que se implementan como resultado de la propia investigación.

Este tipo de trabajo enfocado a las prácticas educativas, así como a la promoción para que los propios docentes sean los gestores de este proceso, constituye uno de los campos de la investigación educativa en general. Esta comprende un panorama más amplio de intereses y problemas de investigación. Por ejemplo, incluye el papel de las instituciones educativas en el proceso del aprendizaje, la forma como el proceso educativo se gestiona en los demás niveles, actores, espacios, mecanismos, recursos, modelos e instancias del sistema educativo en su conjunto. Para el Ministerio de Educación y Ciencia de España (Amaya, 2007), gracias a la investigación educativa se puede identificar y diagnosticar las necesidades educativas, sociales, institucionales y personales, así como promover los cambios en las prácticas educativas, de enseñanza, en la organización de los centros e instituciones educativas, en los procesos de convivencia y resolución de conflictos y en las relaciones que mantienen los diversos agentes de la comunidad educativa.

Esto significa que los campos de la investigación educativa son numerosos. Por poner algunos ejemplos, van desde los niveles macro relacionados con la educación de un país o región, aquellas investigaciones que se llevan a cabo para definir políticas públicas, analizar el retorno económico y social de la inversión en educación, orientar las prioridades educa-

cionales, identificar y promover programas de inversión o de fomento —como en los numerosos casos de implementación de programas en Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) que se han llevado a cabo en los últimos años en países de América Latina—. También la investigación educativa comprende numerosas posibilidades relacionadas con el análisis de grandes problemas del sistema educativo de un país, como la deserción escolar, la formación y promoción docente, el sistema educativo rural, la articulación entre la educación secundaria y la universitaria, el modelo de la educación para el trabajo, los problemas de la calidad educativa o la implementación de campos transversales del currículo como la educación ambiental o tecnológica, por mencionar unos pocos ejemplos. En la región latinoamericana se encuentra un amplio registro de experiencias, políticas, seguimientos, documentos, incentivos, programas, cursos, etc. relacionados con la investigación educativa. A través de los portales educativos de los Ministerios de Educación, los Observatorios de Educación, las Organizaciones No Gubernamentales (ONGs), fundaciones públicas y privadas, así como instituciones internacionales diversas como la Unesco, Cepal, OEI, OEA, entre otras, se registra buena parte de la investigación educativa. En un ámbito más académico, el registro de la investigación educativa se lleva a cabo en los espacios propios de la generación de conocimientos y de la formación, como son las revistas especializadas, los portales documentales especializados, los centros de investigación y documentación en educación, las universidades e institutos de investigación que generan, forman y difunden conocimiento gracias a la generación de proyectos y tesis en los niveles profesional, postgraduado y especialmente de investigación doctoral.

Veremos en este Módulo 5, organizado en cuatro bloques o capítulos, algunos aspectos relacionados con la investigación educativa. Dado el vasto campo de la investigación en educación y teniendo en cuenta los intereses del Módulo en relación con la Cátedra de Ciencia, Tecnología y Sociedad de Paraguay, el trabajo se concentrará en temas de investigación educativa relacionados con las prácticas educativas docentes en el campo de la educación en Ciencia, Tecnología y Sociedad. El propósito del módulo tiene como objeto realizar un proceso formativo dirigido a docentes en actividad, acerca de la investigación educativa para fortalecer la incorporación del enfoque CTS en la enseñanza, tanto en los niveles de educación básica y secundaria como universitaria. La Educación CTS se propone como alternativa pedagógica que permite promover un proceso de enseñanza-aprendizaje de la ciencia y la tecnología contextualizado social y ambientalmente.

En el primer capítulo se presentarán las bases epistemológicas referentes a la ciencia e investigación científica de manera genérica. Se trata de presentar las características de la ciencia en su concepción tradicional y sus implicaciones sobre el tema del método científico; en este descansan los presupuestos del quehacer investigativo clásico. Otras formas de entender la ciencia, distinta a la concepción tradicional, es la que presentan los estudios en Ciencia, Tecnología y Sociedad —CTS—, también conocidos como Estudios Sociales de la Ciencia.

La CTS como campo académico interdisciplinario —conformado por la explicación sociológica, histórica y filosófica, entre otras disciplinas, acerca de la ciencia y tecnología, se ocupa de la comprensión de los aspectos sociales que inciden en la construcción del conocimiento científico y tecnológico, como también el análisis de los impactos de dicho conocimiento sobre la sociedad y el medioambiente. Mediante la explicación que proporcionan los estudios CTS acerca de la ciencia, es posible construir otra idea de investigación y especialmente sentar algunas bases para el trabajo investigativo en torno a

las prácticas educativas sobre los temas de la educación CTS. Como parte de este primer capítulo se presentarán diversos aspectos sobre la educación CTS, y especialmente algunas características sobre la investigación educativa con enfoque CTS. En particular, se abordarán aquellos aspectos relacionados con temas de la investigación en el aula.

En el segundo capítulo se dará inicio a los temas del enfoque interdisciplinario y de manera particular a lo relacionado con el quehacer de la investigación interdisciplinaria en los proyectos educativos. Los proyectos pueden ser de tipo disciplinar, interdisciplinar y transdisciplinar (este último es menos frecuente), sobre estos tipos de proyectos se intentarán proponer acercamientos conceptuales con base en definiciones planteadas por diferentes autores. En particular en este capítulo se propondrá un taller que conlleve, conjuntamente con todos los participantes, a responder a la pregunta sobre qué se debe investigar en el aula en el contexto de la educación de Paraguay.

El tercer bloque está más enfocado a responder cuál es el tipo de proyecto que se debe formular para realizar el proceso investigativo y especialmente al diseño de proyecto como tal. Esto significa la formulación de un problema de investigación, la definición de unos objetivos, el marco teórico y la metodología, entre otros aspectos. En cualquier caso, no se debe olvidar que se trata de proyectos de educación CTS, preferiblemente con enfoque interdisciplinar.

Por último, tendremos en el cuarto bloque la realización del proyecto y la implementación, evaluación y comunicación de proyectos en el aula. Implementar los resultados de un proyecto es un asunto muy complejo y requiere de la voluntad institucional, encabezada por la dirección de la institución educativa. En ese sentido, más que profundizar en estos aspectos de manera teórica, lo que se pretende es propiciar la discusión colectiva sobre el alcance de estos proyectos y conjuntamente identificar los aspectos necesarios para implementar estos proyectos educativos.

1 La investigación en la práctica educativa

1.1. Ciencia e investigación científica

La ciencia constituye hoy día una de las actividades humanas más importantes. Se la reconoce ligeramente por un conjunto de ideas, cosas y hechos, como si se tratara de un personaje del cual se habla cada vez más y que ha terminado por volverse familiar. Sin embargo, es probable que para muchos de nosotros la ciencia sea un tema familiar aún lejano, el cual, una vez que se le busca definir en el lenguaje corriente, se le trata de identificar con algún hecho científico o bien con el “hombre de bata blanca” que está detrás del hecho.

En términos generales se considera que la percepción pública de la ciencia, tanto como de la tecnología, es un poco ambivalente. La proliferación de mensajes contrapuestos de tipo optimista y catastrofista en torno al papel de estos saberes en las sociedades actuales, ha llevado a que las personas no tengan muy claro qué es la ciencia y cuál es su papel en la sociedad. A ello se suma un estilo de política pública sobre la ciencia, incapaz de crear cauces participativos que contribuyan al debate abierto sobre los impactos de la ciencia y, en general, sobre su apropiación por parte de la sociedad.

Ahora bien, si buscamos una definición convencional de lo que es la ciencia, básicamente nos vamos a encontrar con la siguiente tabla:

Tabla 1: La ciencia

Es un sistema de conocimientos.
Se vale del método científico.
Se guía por el principio de demostración.
Su fin último es estudiar la naturaleza y resolver problemas.
Se expresa mediante leyes y postulados.

Sin embargo, esa definición está lejos de responder a numerosas inquietudes sobre la ciencia y tampoco se corresponde con la imagen de ciencia que se ha venido construyendo en los últimos 30 años, con el aporte de los estudios sociales de la ciencia y la tecnología, también conocidos como estudios en Ciencia, Tecnología y Sociedad.

El presente apartado busca establecer algunas consideraciones básicas acerca de la ciencia, a partir de las comparaciones entre la imagen tradicional de la ciencia proporcionada por el positivismo lógico y por los estudios CTS. Cabe señalar que la elección de los tópicos a tratar, de ningún modo pretende ser exhaustiva sobre lo que es la ciencia y de cómo numerosos pensadores se han referido a ella. Una delimitación fue necesaria sobre la base de que los puntos a considerar, condujeran a una comprensión introductoria sobre la ciencia y su posterior articulación con la tecnología y la sociedad.

1.1.1. Mito y ciencia

El vocablo “ciencia” se deriva del latín *scientia*, sustantivo etimológicamente equivalente a “saber”, a “conocimiento”. Sin embargo, hay saberes que nadie calificaría como científicos, lo que permite hacernos las siguientes preguntas: ¿Qué diferencia a la ciencia del resto de los saberes y, en general, de la cultura? ¿Cuáles son sus rasgos distintivos? ¿Porque se puede decir que la ciencia es, ante todo, un tipo de saber y un método que se produce, regula, comunica y aprende, de una forma tal que se diferencia de los demás saberes y formas del conocimiento?

Una manera de comprender tal especificidad, en vez de utilizar solamente definiciones, es tratar de comparar la ciencia con otro tipo de saber. Esta vía de exploración nos permite precisar los contornos de la ciencia, identificar lo que es científico y diferenciarlo de lo que no lo es. Abramos entonces el panorama de estas definiciones utilizando como recurso una distinción que nos resulta familiar. Se trata de la diferencia entre *ciencia* y *mito*, siguiendo la distinción que propone el biólogo François Jacob (1982). Veamos entonces la comparación entre *conocimiento científico* y *conocimiento mítico*, este último como una de las formas del conocimiento que más tiene que ver con nosotros, puesto que hemos sido formados en ella y además moldea muchas de nuestras formas de conocer.

Empecemos por lo que todos conocen: el mito. Se define como un relato que ofrece explicaciones coherentes, libre de contradicciones internas. El mito da respuesta a todas las incógnitas de la existencia humana y cósmica. El mito es infinito o para todos los tiempos, se continúa como transmisión oral o escrita y pretende ayudar a vivir a los hombres. El mito transmite valores de contenido moral y finalmente se constituye como ley en una sociedad.

El mito es una explicación coherente y sin contradicciones porque al mito no se le interroga. Se accede a él a través de la creencia, de

la fe que se le tiene para dar explicaciones de todas las cosas, tanto de las terrenales, como de aquellas que nos deparan con la muerte. Su poder reside en la creencia en él, como fuente de todas las incógnitas humanas a lo largo del pasado, presente y futuro. Es decir, el mito es atemporal y su perseverancia en el pensamiento humano se debe a la capacidad de reinscribirse con el paso del tiempo, mediante la interpretación que se le hace para todos los nuevos acontecimientos que se sucedan a lo largo de la historia de los hombres. Interpretar lo nuevo mediante lo viejo, he ahí la utilización de las alegorías, de los relatos, bien sea mediante modos de transmisión oral —como en las comunidades indígenas—, o escrita como en el mito judeocristiano.

No podemos vivir sin mitos. Ellos surgieron con los hombres y su necesidad de explicar el mundo. El mito es lo que se puede llamar un sistema de representaciones, es decir, una estructura de pensamiento en donde los hombres se representan simbólicamente para interpretar un mundo posible y explicar lo desconocido. El mito no parece factible que desaparezca de la vida de la sociedad.

La ciencia, por el contrario, es un modo de pensamiento que explica el mundo a través del conocimiento, pero solo a partir de explicaciones parciales; no puede dar respuesta a todo, puesto que sus teorías y experimentaciones solo abarcan una parte de la realidad, construyen una realidad. Explicar una parte de la realidad, identifica a cada ciencia en particular. Por ejemplo, el estudio de los seres vivos a partir de sus leyes de funcionamiento orgánico es abordado por las ciencias biológicas; o bien, las transformaciones moleculares de la materia son abordadas por las ciencias químicas.

Otra de las características fundamentales de las ciencias consiste en que sus enunciados y experimentaciones son continuamente puestos a prueba. A la ciencia no se accede por la fe, como en el caso del mito, la ciencia se comprende por la demostración, por la posibilidad de que la realidad a la que se refiere

una determinada ciencia pueda ser verificable mediante las teorías y experimentaciones que explican esta realidad.

Tenemos entonces que la ciencia, a diferencia del mito, es un tipo de saber que ofrece explicaciones parciales sobre la realidad o sobre el mundo. La tendencia actual se orienta a que las ciencias trabajen juntas para producir una mayor aproximación sobre un fenómeno dado.

En síntesis, el mito y la ciencia se acercan en algunas cosas: el construir mundos posibles, dar sentido a la existencia, transmitir valores, ambos son sistemas de pensamiento. ¿Y en qué se alejan? ¿Qué es lo que el mito no le permite volverse ciencia? ¿Qué es entonces lo propiamente científico?

El mito no logra volverse ciencia porque después de construir un mundo que considera, no solo el mejor sino el único de los mundos posibles, una sola explicación de la realidad y no explicaciones parciales de la realidad, inserta sin dificultad dicha realidad en un marco de pensamiento, en un sistema de símbolos de donde extrae todas las verdades de este mundo. El mito no demuestra nada, interpreta el mundo como un sistema de símbolos y creencias. Poco nos importa aquí discutir si los mitos son ciertos o no. Considerar que funcionan para dar sentido a la vida de los hombres y calmar sus angustias y sus penas frente a lo desconocido, es suficiente para valorar su importancia.

A diferencia del mito, la ciencia no es atemporal o infinita en el tiempo. Es continuamente puesta a prueba y sus teorías pueden llegar a desaparecer si en un futuro se comprueba que ya no se cumplen.

1.2. Aproximaciones epistemológicas

Nos dice López Cerezo (2004), que en el contexto académico tradicional, la ciencia es entendida como un saber metódico que versa acerca de verdades generales; también es considerada como una operación intelectual acerca de las leyes de la naturaleza basada en datos observacionales y respaldada mediante la prueba y el experimento. Para ello se requiere que dicha operación sea accesible intersubjetivamente y con una amplia aceptación.

Desde este punto de vista, las hipótesis puestas a prueba sería lo que define a la ciencia, mientras que el desarrollo científico sería el resultado de un proceso regulado por el método y por un código de honestidad profesional o *ethos*, que haría de tal desarrollo un proceso progresivo y acumulativo de acercamiento a la verdad. Esta idea de ciencia ha dado como resultado una imagen de la ciencia como una actividad autónoma, valorativamente neutral y benefactora de la humanidad.

El código de virtudes o *ethos* científico, como se le conoce desde mediados de siglo XX gracias al trabajo de Robert Merton (1949), consiste en ese complejo de valores y normas que se consideran obligatorios para el hombre de ciencia. Las normas se expresan en forma de prescripciones, proscipciones, preferencias y autorizaciones.

1.2.1. Método científico y empirismo lógico

Siguiendo la presentación de López Cerezo (2004), dentro de la tradición del empirismo clásico, en el caso de Francis Bacon y J. S. Mill, el método científico era entendido básicamente como un método inductivo para el descubrimiento de leyes o fenómenos. El método implicaría tanto una ruta como una forma de avanzar, sería el conjunto de pasos que los

científicos deberían dar con el fin de garantizar la corrección de sus conclusiones; la adecuada aplicación del método conduciría a la verdad científica. Aplicar el método científico sería equivalente a investigar. Originalmente esto quería decir que el investigador hace observaciones precisas, lleva a cabo experimentos con cuidado y registra honestamente los resultados, entonces se hacen las generalizaciones y se extraen analogías y gradualmente se da forma a hipótesis y teorías, desarrollando todo el tiempo nuevos conceptos para organizar y dar sentido a los hechos. Las observaciones serían los fundamentos del conocimiento.

Durante el siglo XX se consideró que numerosas ideas científicas surgen por múltiples causas y no solo por la observación, algunas de ellas surgen vinculadas a la inspiración, al azar, a los contextos internos a las teorías, a los condicionamientos socio-económicos; en todo caso, sin seguir un procedimiento reglamentado alguno. Este primer rechazo al empirismo clásico generó una nueva idea de entender el método científico, el método pasó a ser entendido como un procedimiento de justificación posterior y no de génesis o descubrimiento.

Es entonces cuando se habla de método hipotético-deductivo (HD) para el desarrollo de la ciencia, por parte del positivismo lógico. En el método HD, el apoyo de la experiencia a las hipótesis generales sigue siendo de carácter inductivo, pero se trata de una inducción posterior o inducción confirmatoria. En otras palabras, el método HD consiste en producir hipótesis que luego son contrastadas con la experiencia.

El método hipotético-deductivo supone la existencia de dos amplios marcos dentro de los cuales se lleva a cabo la experiencia del científico: un marco teórico y un marco observacional. El primero está constituido por el conjunto ordenado de ideas de su ciencia, que le sirven para explicar los fenómenos de los que se ocupa. El marco observacional se refiere al conjunto de hechos que un

determinado saber considera relevantes y que son contrastados con sus instrumentos de medición propios y comprendidos desde su marco teórico correspondiente (Grupo Argo, 2001).

El filósofo de las ciencias Karl Popper consideraba la racionalidad como una cuestión de método, este método era conjetura y refutación, o contrastación: si las conjeturas pasan la contrastación, son verdaderas; si no pasan, hay que revisar la conjetura o inventar una nueva. La racionalidad sería ante todo cuestión de método, en donde todo nuestro conocimiento es falible. La falsabilidad de Popper es de arriba para abajo, primero formamos una conjetura teórica y entonces deducimos las consecuencias y las contrastamos para ver si son verdaderas (Hacking, 1996)¹.

O como dice el Grupo Argo de España (2001), que en el desarrollo del método el primer paso que se debe dar es el adecuado planteamiento del problema. El siguiente paso supone formular una hipótesis. La hipótesis es la solución que se aventura, es una respuesta que se propone. Para formular la hipótesis el científico debe buscar dentro del marco teórico una manera nueva de relacionar los conocimientos asentados, una manera capaz de explicar ese problema. Si la hipótesis no obtiene los resultados deseados, si la explicación provisional que supone no logra demostrar que realmente es esa solución que se persigue, la hipótesis tendrá que abandonarse por otra.

Una vez propuesta la hipótesis, el método hipotético-deductivo implica pasar al terreno observacional y proceder a la contrastación empírica de su validez. La contrastación empírica supone comprobar si esos hechos realmente suceden. Para ello hay que diseñar experimentos o proponer condiciones para la observación directa de los fenómenos que

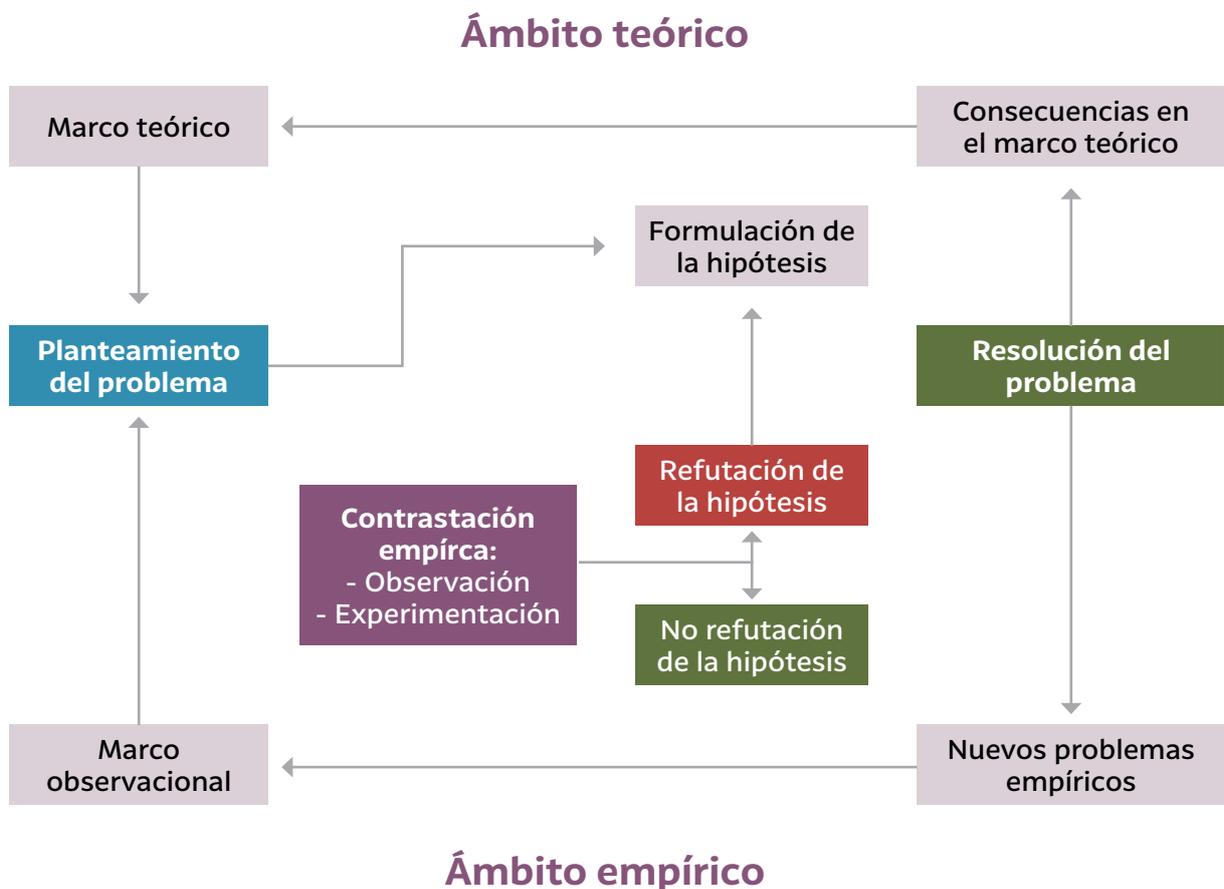
¹ Hay que decir que Popper, como muchos otros positivistas, planteaba que hay distinción entre observación y teoría, que el conocimiento es acumulativo y que la ciencia tiene una estructura muy bien definida; la teoría científica es, o debe ser, bastante precisa. Además creían en la unidad de la ciencia: todas las ciencias, incluyendo las sociales, tendrían el mismo método que el de la física.

se quieren deducir de la hipótesis a demostrar. Esa contrastación debe ser estricta: no se debe admitir como válido otro resultado que aquel que exactamente quepa deducir de la hipótesis.

Una hipótesis es refutada si la contrastación empírica es negativa, si no se obtiene en la experimentación o en la observación directa los resultados que la hipótesis preveía. En este caso, el problema vuelve a su origen y se deberá proponer una nueva hipótesis que dé comienzo a una nueva contrastación y por lo tanto a una nueva refutación. Una hipótesis no es refutada si logra superar la prueba de la contrastación y obtiene los resultados que se suponía que iba a obtener, entonces se considera que se ha encontrado la respuesta al problema planteado: la hipótesis se convierte en solución del problema.

La solución de un problema tiene, en cualquier caso, repercusiones sobre los dos marcos: el teórico y el observacional. La nueva solución incrementará el marco teórico, lo modificará en alguna medida. Al mismo tiempo incrementará el marco observacional, pues los hechos que antes resultaban problemáticos y que desencadenaron el proceso, pasan ahora a formar parte del conjunto de fenómenos cuya observación es coherente con la teoría (ver Figura 1).

Figura 1. El método científico



Fuente: *Ciencia, Tecnología y Sociedad* (Argo, 2001).

Esta concepción clásica considera a la ciencia como un conjunto de teorías verdaderas o aproximadamente verdaderas, por ejemplo: la mecánica clásica de partículas, la genética de poblaciones, la teoría cinética de gases, etc. Las teorías, desde esta perspectiva, serían conjuntos de enunciados. La estructura general de las teorías científicas se entiende como un sistema axiomático, en el que existe una conexión deductiva desde los enunciados más generales a los más específicos. Visto así, la ciencia, con su diversidad de disciplinas, es contemplada como un gran sistema axiomático.

1.3. La reacción al positivismo lógico

Esta visión reductiva de la ciencia al método científico, planteada por el positivismo lógico, ha sido objeto de interminables discusiones en la literatura filosófica y de numerosas críticas en los recientes estudios CTS. Veamos dos de estas críticas, el aporte de Kuhn y la noción de práctica científica.

En el primer caso, uno de los autores que más influyó en el cuestionamiento del positivismo lógico fue Thomas Kuhn en 1962, con conceptos irreductiblemente sociales para explicar cómo cambia la ciencia, cómo es su dinámica o desarrollo y que rige su cambio. Para Kuhn, la pregunta sobre qué es la ciencia la tomaba por el cómo es la ciencia, a partir de su aspecto dinámico. Sus planteamientos constituyeron una revolución en la forma de abordar el tema de la ciencia.

Kuhn consideraba que la ciencia tiene períodos estables, sin alteraciones bruscas o revoluciones; períodos en donde se acumulan problemas del conocimiento sin poder ser resueltos, enigmas que quedan planteados y la forma como la comunidad científica los atiende no permite aclararlos. Estos períodos estables en donde se acumulan los problemas científicos pertenecen a un tipo de ciencia, que Kuhn describió con el nombre de Ciencia Normal, en contraposición a la ciencia que se presenta cuando sobreviene una revolución científica.

La ciencia normal se caracteriza porque una comunidad científica reconoce un paradigma que da soluciones a los problemas teóricos y experimentales que se investigan en ese momento en un campo específico del saber. Aunque el concepto de paradigma abarca diversos significados, los dos sentidos más usuales son: el paradigma como logro (resuelve nuevos problemas); el paradigma como matriz disciplinaria, en donde los grupos de investigadores comparten problemas y obje-

tivos comunes, tanto como valores, normas y suposiciones básicas (Hacking, 1996).

Durante la ciencia normal las innovaciones son poco frecuentes, ya que el trabajo científico se concentra, por un lado, en la aplicación del paradigma, y por otro, en la acumulación de problemas o enigmas del conocimiento. Tal acumulación de problemas puede inducir investigaciones extraordinarias que conducen a desencadenar posibles revoluciones científicas.

La ciencia de la revolución científica se caracteriza por el rechazo de la comunidad científica al paradigma antes reconocido. Esto significa que hay un cambio en la producción de los problemas disponibles y por lo tanto en la imaginación científica. Significa también que la comunidad científica plantea un nuevo paradigma que resuelve los problemas que se habían acumulado en el período de la *ciencia normal*. Con el nuevo paradigma se inicia un cambio en la forma de ver los problemas que antes estaban sin resolver. Es como si el nuevo paradigma cambiara el mundo que había sido descrito por la ciencia, para ver con nuevos ojos los problemas a los que se refiere dicha ciencia. Una vez se estabiliza el paradigma científico, la ciencia tiende a convertirse otra vez en *ciencia normal*, para iniciar de nuevo el curso de acumulación de anomalías y problemas que encierra el desarrollo del pensamiento científico.

Nos dice Kuhn (1962), que uno de los elementos que permite reconocer el carácter cambiante de la ciencia lo constituyen los textos de enseñanza de la ciencia. El texto de ciencias, se caracteriza por ser un objeto que se elabora de acuerdo a reglas variables en el tiempo y en el espacio social. Por ejemplo, en los manuales científicos utilizados hoy día, se relatan las teorías aceptadas y se ilustra sobre sus aplicaciones; mientras que aquellos usados en el pasado contaban con dos características fundamentales: atraer partidarios al trabajo científico y en segundo lugar plantear problemas que requerían ser resueltos.

Según Hacking (1996), Kuhn disiente del positivismo lógico en los siguientes aspectos:

- ▷ Considera que no hay distinción precisa entre observación y teoría (no obstante considera que las teorías deben ser internamente consistentes, y consistentes con otras teorías existentes; deben ser amplias en sus alcances y simples en estructura y deben organizar los hechos de una manera inteligible).
- ▷ La ciencia no es acumulativa: muchos de los conceptos de una disciplina se sustituyen a la luz de una revolución.
- ▷ Una ciencia en desarrollo no tiene una estructura férrea.
- ▷ Los conceptos científicos en uso no son particularmente precisos.
- ▷ La unidad metodológica de la ciencia es falsa: hay muchas herramientas diferentes no relacionadas que se utilizan para diferentes tipos de indagación.
- ▷ Las ciencias mismas no están unificadas, se componen de numerosas disciplinas que solo se traslapan ligeramente.
- ▷ El contexto de justificación, es decir, todo lo relacionado con las hipótesis, las teorías y experimentaciones, no puede separarse del contexto de descubrimiento (que se pregunta por quién hizo, cuándo y dónde).
- ▷ La ciencia es histórica.

Según Hacking (1996), la ciencia normal es resolución de acertijos. Una parte de ella se ocupa de la articulación matemática de la teoría para que la teoría sea más legible. Otra parte es de aplicación tecnológica. La ciencia normal no tiene como objetivo la confirmación ni la contrastación de la teoría, la verificación o la falsación. Lo que sí hace, por otra parte, es acumular constructivamente un cuerpo de conocimientos y conceptos en dominios particulares. Las nuevas teorías nacen refutadas, los nuevos investigadores se dedican a tratar de resolver las nuevas anomalías.

1.4. La noción de práctica científica

Otro de los aportes importantes que ha rechazado el positivismo lógico, se basa en el tema de las prácticas científicas. Para la visión tradicional de la ciencia, la práctica científica se relaciona con la evaluación de un conocimiento conceptual frente a un conocimiento observacional, evaluación idealmente gobernada por la lógica o método (Pickering, 1992). Es decir, las prácticas han estado subordinadas a las teorías científicas y solo han tenido un papel como instancias contrastadoras; constituyen la noción de prueba de proposiciones teóricas o hipótesis alternativas. La ciencia era, ante todo, un conjunto de teorías. Las prácticas no eran un elemento a considerar, al menos en la idea de ciencia que imperó hasta los años

70 del siglo XX, estaban por fuera de la forma de entender la ciencia, al descansar esta en las teorías. La experimentación tenía un papel más trivial, reducido solo al hecho de la “prueba”, dependía de las teorías para adquirir un estatuto racional (ver Tabla 2).

Por otro lado, las prácticas tampoco tenían papel alguno en los valores de la ciencia, ya que estos pertenecían a un código de referencia interna a la propia producción del conocimiento, los valores contextuales no eran considerados (Acevedo, 1998).

Tabla 2. La ciencia como teorías y prácticas

La ciencia como teorías	La ciencia como prácticas
La ciencia es una actividad teórica cuyo producto son las teorías.	La ciencia es una actividad práctica de interpretación y de invención, implica saberes y saber-hacer.
Las teorías se entienden por la Metáfora de la Malla: Las teorías constituyen redes conceptuales; sus nudos son los conceptos (ej.: gen, electrón); la conexión entre los nudos es proporcionada por los principios y leyes de la teoría.	Las prácticas teóricas: modos por los cuales un consenso interpretativo emerge, dimensión del saber-hacer inherente al trabajo científico.
Las prácticas experimentales son asumidas bajo la noción de “prueba de proposiciones teóricas” o hipótesis alternativas.	Las prácticas pueden ser instrumentales, se reconoce el papel de los saberes tácitos, los saber-hacer.
El cambio de las teorías determina el cambio de las prácticas.	No hay un cambio sincrónico perfecto entre teoría y experiencia
Las prácticas no tendrían mayor incidencia en las organizaciones.	Las prácticas contribuyen a configurar la cultura de las organizaciones de Investigación y Desarrollo –I+D-.

Fuente: Elaboración propia.

En la Posdata de 1969 de *La estructura de las revoluciones científicas*, de Kuhn, las prácticas científicas empiezan a ser más tenidas en cuenta, a juzgar por el peso que adquieren en la noción de paradigma. Según Kuhn (1970), el paradigma contendría dos grandes sentidos:

...por una parte significa toda la constelación de creencias, valores, técnicas, etc., que comparten los miembros de una comunidad dada. Por otra, denota una especie de elemento de tal constelación, las concretas soluciones de problemas que, empleadas como modelos o ejemplos, pueden reemplazar reglas explícitas como base de la solución de los restantes problemas de la ciencia normal.

Esta preocupación de Kuhn por soluciones concretas, de tipo tácito (en el sentido como el mismo Kuhn aclara: “conocimiento tácito” que se obtiene practicando la ciencia, no adquiriendo reglas para practicarla); involucra dos afirmaciones adicionales. La primera, que el paradigma es lo que comparten los miembros de una comunidad científica; y la segunda, que una comunidad científica consiste en quienes practican una especialidad científica. Como vemos, Kuhn insiste en prácticas de grupo y no únicamente en compartir una teoría.

Pero es con los estudios sociales de la ciencia y la tecnología o estudios CTS, que las prácticas se las vincula con las formas de hacer el

conocimiento, ya sea que se trate de prácticas teóricas, como experimentales. Por ejemplo, para el sociólogo de la ciencia Bruno Latour (1999), las prácticas implican todo un desplazamiento de la tradicional forma de ver la ciencia como un conjunto de teorías o enunciados, hacia una explicación más realista de la ciencia en desarrollo, a partir del estudio de los laboratorios, de los experimentos y los grupos científicos². El interés explícito por las prácticas debemos entonces buscarlo en el surgimiento de los diversos programas de investigación de los estudios CTS, especialmente con el Programa Empírico del Relativismo o EPOR, con el programa social constructivista de la tecnología, y especialmente con la teoría del *Actor-Red* y la teoría de los Estudios de Laboratorio.

La visión sociologista que aportan los estudios CTS, cuestionan la imagen tradicional acerca de la ciencia basada en un método y un código ético. Consideran que lejos de ser objetivo y racionalista, el conocimiento científico es relativo; que si bien se reconocen criterios de verificabilidad, se trata de creencias compartidas socialmente. Esto significa que los aspectos sociales y culturales intervienen en la construcción de los conocimientos, los cuales no responden únicamente a la lógica interna de su desarrollo. Una manera de representar el contraste entre la visión tradicional de la ciencia desde el racionalismo y el relativismo, se presenta en la Tabla 3.

² El estudio de las prácticas le va a permitir a este autor poder explicar el papel de los no humanos, los objetos, en la tradicional separación entre sujetos y objetos. En sus trabajos, analiza el papel de los “no humanos” en los experimentos, en las actuaciones, para poder restituir el conjunto de transformaciones que desarrollan en su relación con los humanos y las transformaciones que también se producen en ellos.

Tabla 3. Racionalismo y relativismo

Racionalismo	Relativismo
La ciencia es conocimiento objetivo, racional, verdadero.	El conocimiento trata de creencias de aprobación colectiva.
El racionalismo acepta la validez, no la credibilidad.	La ciencia es un conocimiento relativo, pero requiere de condiciones de verificabilidad.
Los aspectos culturales no intervienen en el conocimiento.	Los aspectos culturales influyen en la creación y evaluación del conocimiento.
La lógica es el lenguaje de explicación sobre la formación del conocimiento.	La sociología explica la formación del conocimiento.

Fuente: Elaboración propia.

La visión de ciencia que producen los programas de investigación CTS pone de manifiesto, en primer lugar, que la ciencia es un asunto de intereses, un asunto constitutivamente social. Segundo, que la ciencia debe ser entendida como una pluralidad de campos disciplinares y de prácticas materiales y cognitivas múltiples, antes que un todo unificado y coherente basado en un método. Por ejemplo, el Programa Empírico del Relativismo propuesto por Harry Collins (1983), ha hecho desvanecer el universalismo del método científico mediante el análisis de las controversias. El análisis de las controversias articulado a estudios de caso precisos, muestra que los debates entre expertos siguen lógicas muy diversas, en donde los hechos experimentales y la interpretación de resultados son de manera diferente. No existe un modo operatorio universal (método científico) que trascienda las particularidades de los lugares y por consiguiente los debates y los medios específicos.

Opuesto a la idea de que la ciencia es solo un sistema de enunciados, se reconoce entonces en los nuevos enfoques, el papel de los saberes tácitos, los saber-hacer, las maneras de hacer y tratar concretamente los problemas, así como los saberes corporales que caracterizan a los grandes científicos. Se considera que

el practicante de ciencias es cualquiera que ha adquirido una cultura, que ha sido formado y modelado en un cierto medio, en contacto con un grupo con el que ha compartido actividades. En otras palabras, la actividad científica es una actividad práctica de interpretación y de invención que implica saberes y saber-hacer, involucrando juicios contextualmente situados, juicios contruidos a la luz de elementos diversos y articulados en formas retóricas particulares (Pestre, 1994).

A ello hay que sumarle que las prácticas experimentales e instrumentales, no se definen necesariamente con relación a las grandes cuestiones teóricas. Hacking (1996) lo señalaba sobre la base de estudios históricos, al identificar algunos elementos que le permitían considerar una cierta autonomía de las prácticas experimentales respecto de las teorías. Veía, por ejemplo, que las relaciones entre teoría y experimentación diferían en distintos estadios de desarrollo, que incluso podían tener orígenes distintos; que podía haber experimentación anterior a cualquier formulación teórica; es más, algunas experimentaciones conllevaban a análisis teóricos, como fue el caso de la máquina de vapor.

Desde esta perspectiva, una teoría científica madura, por ejemplo, la teoría cinética de los gases, consistiría más bien en el ajuste mutuo de diversos tipos de elementos (datos, equipo, teorías) hasta estabilizarse en un “sistema simbiótico” de mutua interdependencia. No se trata de un algoritmo o método científico que resuma eso que llamamos “hacer ciencia”, como tampoco es la teoría la que fija siempre la experimentación (López Cerezo, 2004).

El estudio de las prácticas permite conocer qué es lo que los científicos hacen, en qué consiste la cultura científica y el campo de recursos donde la práctica opera. Podríamos atrevernos a proponer tres tipos de prácticas inherentes al trabajo científico: las prácticas teóricas, las prácticas experimentales y las prácticas de negociación o gestión. En primer lugar, las que podemos identificar como prácticas teóricas, serían los modos por los cuales un consenso interpretativo emerge de un conjunto de maneras de trabajar teóricamente, entendidas como un saber-hacer de tipo matemático-teórico; tales prácticas teóricas, se basan en procedimientos cultural y materialmente situados. También se les podría denominar como “tecnologías teóricas”, en tanto son constitutivas de las maneras de hacer, propias de cada grupo, las cuales son adquiridas a través de procesos de aculturación clásica —aprendizajes escolares—, contactos personales, participación en trabajos de una escuela de conocimiento, etc. (Pestre, 1994).

En segundo lugar tenemos las prácticas experimentales, que se relacionarían con la calibración de los experimentadores. Se trata de aquellos procedimientos puestos en juego en los laboratorios a fin de garantizar la replicabilidad de los resultados. En el laboratorio hay siempre un universo preconstruido que es similar al de las ciencias, lo que permite que el mundo conocido y el mundo cognoscente actúen en mutua sintonía (Latour, 1999). Un laboratorio es un espacio físico en el que los experimentos se llevan a cabo, han emergido históricamente como un conjunto de for-

mas de diferenciación técnica y social, de ahí la especificidad de los distintos laboratorios (Knorr-Cetina, 1999). Se trata entonces de organizaciones que encierran culturas de conocimiento propias, o siguiendo a Knorr Cetina (1999), pueden ser consideradas como culturas epistémicas. Se trata de culturas de conocimiento situadas, que definen el significado de lo empírico, el establecimiento de relaciones de conocimiento, la construcción y amoldamiento de aspectos sociales.

Finalmente estarían las prácticas de negociación, guiadas por intereses y objetivos que van revisándose y ajustándose en interacción con las prácticas teóricas y experimentales. Ellas cierran el desplazamiento que va de las experimentaciones y las teorizaciones, al campo social. Son elementos de un mismo proceso, el laboratorio, en tanto espacio que reconfigura y alinea el orden natural con los órdenes sociales.

1.5. Elementos sobre la investigación en la educación CTS

La educación CTS³ plantea que los aprendizajes deben ser contextualizados, por lo que privilegia temas de educación en ciencia y tecnología con significado personal y social. Asimismo, aspira a poner en discusión aspectos éticos de la ciencia y principios y valores del conocimiento científico. Al contraponer la ciencia como interpretación del mundo a otras formas de conocimiento, la educación CTS promueve discusiones sobre la relación ciencia-cultura, la naturaleza de la ciencia, las controversias científicas y las implicaciones sociales del conocimiento científico y el desarrollo tecnológico. Desde la educación CTS se busca distinguir actitudes científicas de actitudes no científicas, por lo que es necesario cuestionar estereotipos sobre lo que es la actividad científica.

Estos enfoques contribuyen a modificar la visión restrictiva y propedéutica que acompaña la tradicional formación en ciencias, al proporcionarle al docente una visión más comprensiva, crítica y realista sobre el papel de la ciencia y tecnología en la sociedad, al tiempo que favorece mayores posibilidades para las didácticas y los procesos de aprendizaje con base en los recursos del contexto social y escolar.

CTS en la educación hace referencia a dos aspectos centrales: la construcción social del conocimiento, es decir, aquellas cuestiones sociales con carácter explicativo que intervienen en la génesis y transformación del conocimiento científico y tecnológico en la sociedad; y de otro lado, CTS en la educación busca igualmente abordar el tema de los impactos de la ciencia y tecnología, principalmente relacionados con las consecuencias sociales y ambientales.

La educación CTS surgió como iniciativa de los propios docentes, en particular desde las asociaciones de docentes desde mediados de los años 80 del pasado siglo, tanto en el Reino Unido como en Estados Unidos, por lo que es posible advertir un campo con relativa madurez (Acevedo, Vázquez y Manassero, 2001). En el contexto iberoamericano, los estudios en educación CTS han tenido un desarrollo en la educación secundaria como en el campo universitario. Una muestra representativa del desarrollo de estos temas se pudo apreciar en el pasado Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Innovación y Educación, celebrado en Buenos Aires, del 12 al 14 de noviembre de 2014, con cerca de 3.000 participantes, más de 1.800 propuestas de comunicaciones y experiencias recibidas organizadas en 32 secciones (<http://www.oei.es/congreso2014/memorias2014.php>). Otros ejemplos están relacionados con la Associação Ibero-americana CTS (AIA – CTS <http://aia-cts.web.ua.pt>) quienes llevaron a cabo su Quinto Congreso en julio de 2016 en la Universidad de Aveiro, Portugal. Aunque cabe señalar que este crecimiento no necesariamente ha generado una visión homogénea sobre el tema educativo, pues muchas de las prácticas educativas que se llevan a cabo relacionadas con estos temas no necesariamente portan la etiqueta de educación CTS sino que se encuadran bajo otras denominaciones, como en los casos de la educación para la sostenibilidad (Wilches, Macías y Pérez, 2009), algunos ejemplos de la educación en TIC, la educación para la cultura científica (Martín y Osorio, 2012), incluso la educación en tecnología e ingeniería.

³ La educación CTS cuenta con una importante trayectoria en la educación secundaria y superior. No se realizará aquí un recuento detallado de lo que ha sido esta modalidad educativa en los países occidentales; al respecto se puede consultar el trabajo de Acevedo, et al. (2001).

A nivel investigativo, buena parte de la investigación en Iberoamérica tiene que ver con la didáctica de las ciencias, en donde hay que destacar las cuestiones sobre la naturaleza de la ciencia. La naturaleza de la ciencia (NDC) es un meta-conocimiento sobre la ciencia, que surge de las reflexiones interdisciplinares realizadas desde la filosofía, la historia y la sociología de la ciencia por expertos en estas disciplinas, y por algunos científicos. Trata de todo aquello que caracteriza a la ciencia como la construcción de una forma especial de conocimiento, tal como señalan Acevedo y García-Carmona (2016a). Para estos autores, hay otras posturas sobre NDC más epistemológicas (Lederman, 2007; Niaz, 2009; Abd-El-Khalick, 2012), centradas en el propio proceso de construcción del conocimiento científico y de sus características, sin que presten mayor atención a las circunstancias y contextos socioculturales, políticos, económicos, etc., que influyen en (y son influidas por) su desarrollo de manera decisiva. Otras posturas que retoman la tradición en Ciencia-Tecnología-Sociedad para la enseñanza de las ciencias (CTS-EC), integran todos esos aspectos sociales, es decir, reflexiones respecto a la forma de producir conocimiento científico, los métodos para validarlo, los valores implicados en las actividades de la ciencia, las relaciones con la tecno-

logía, la naturaleza de la comunidad científica, las relaciones de la sociedad con la ciencia y la tecnología, y las aportaciones de la ciencia a la cultura y el progreso de la sociedad. Todas estas cuestiones epistemológicas y sociológicas aparecen en dos instrumentos de evaluación de la NDC, desarrollados empíricamente desde una perspectiva CTS: el *Views on Science-Technology-Society* (VOSTS) (Aikenhead, Ryan y Fleming, 1989; Aikenhead y Ryan, 1992) y el *Cuestionario de Opiniones sobre Ciencia, Tecnología y Sociedad* (COCTS) (Manassero, Vázquez y Acevedo, 2001; Antoni Bennasar, Ángel Vázquez, María Antonia Manassero, Antonio García, 2010), que es la adaptación al contexto español del primero.

El conjunto de cuestiones que abarca la NDC con enfoque CTS aborda cuatro grandes temas (Manassero, Vázquez y Acevedo, 2001), sobre los cuales hay un gran consenso entre investigadores del campo, estos son: epistemología, ciencia y tecnología, sociología interna de la ciencia y sociología externa de la ciencia, tal como se presentan en la Tabla 4.

Tabla 4. Aspectos de la naturaleza de la ciencia

Aspectos de la naturaleza de la ciencia	
Naturaleza del conocimiento científico:	Cargado de teoría, pero con base empírica.
	Tentativo, pero fiable.
	Objetivo mediante la intersubjetividad dentro de la comunidad científica.
	Observaciones e inferencias.
	Estatus de hipótesis, teorías y leyes.
	Creatividad e imaginación.
	Pluralismo metodológico.
	Supuestos de la ciencia.
	Paradigmas y coherencia conceptual.
	Razonamiento lógico.
	Modelos científicos.
	Esquemas de clasificación.
	Precisión e incertidumbre.
	Matematización.
	Serendipia y error.
Simplicidad, elegancia y belleza.	
Ciencia y tecnología:	Ideas sobre ciencia.
	Ideas sobre tecnología.
	Diferencias y relaciones entre ciencia y tecnología.
	Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+I).
	Ideas sobre tecnociencia.

Sociología interna de la ciencia:	Construcción social del conocimiento científico:
	Comunidades de científicos.
	Grupos de trabajo.
	Competencias profesionales.
	Actividades profesionales.
	Toma de decisiones.
	Comunicación profesional.
	Revisiones por pares.
	Interacciones sociales.
	Influencia nacional y local.
	Ciencia privada y ciencia pública.
	Cuestiones personales:
	Sentimientos, intereses y motivaciones.
	Valores y normas.
	Moral y ética.
	Ideologías.
Visiones del mundo y creencias religiosas.	
Género y feminismo.	
Sociología externa de la ciencia:	Influencia de la sociedad en la ciencia y la tecnología:
	Estructuras de poder político y factual (gobierno, industria, ejército y lobbies).
	Influencia general en científicos y tecnólogos.
	Financiación de la ciencia.
	Influencia de la sociedad en la ciencia y la tecnología.
	Influencia de la ciencia y la tecnología en la sociedad:
	Organizaciones e interacciones sociales.
	Problemas sociales.
	Responsabilidad social.
	Decisiones sociales.
	Resolución de cuestiones sociales.
	Contribución al bienestar económico, el poder militar y el pensamiento social.
	Influencia de la ciencia escolar en la sociedad:
	Instituciones educativas.
	Características de la ciencia escolar.
	Culturas humanística y científica
	Ciencia ciudadana.
	Divulgación social de la ciencia y empoderamiento social

Fuente: Acevedo y García-Carmona, 2016^a.

Esta concepción de NDC, a diferencia de otros planteamientos limitados a los aspectos epistemológicos con el argumento de que así se favorece su inclusión en los niveles educativos, aboga por contemplar una gama más amplia de asuntos que permiten impulsar su integración en la ciencia escolar. Pero como Acevedo y García-Carmona (2016a) se anticipan a señalar: esto supone una formación del profesorado y una concepción del currículo de ciencia escolar que le permitan decidir cuáles son los aspectos más apropiados a tratar en los diferentes contenidos de ciencia escolar; por ejemplo, que puedan promover la construcción de conocimientos escolares con actividades basadas en la discusión de ideas, el planteamiento de valoraciones, la comprensión sobre el desarrollo de la ciencia condicionado por los intereses de la sociedad en cada momento. En todos estos aspectos, se fomenta la toma de decisiones por parte de los estudiantes acerca de los problemas o cuestiones más interesantes para tratar en clase.

Con relación a investigar en la naturaleza de la tecnología (NDT), el tema es igualmente cercano en su relación con la educación CTS. En principio, el término NDT suele referirse a cuestiones sobre qué es la tecnología, cómo es su funcionamiento, cuáles son sus fundamentos epistemológicos y ontológicos, los principales rasgos del trabajo de las comunidades de tecnólogos e ingenieros como grupos sociales, y las influencias mutuas entre ciencia, tecnología y sociedad (CTS), tal como señalan en otro trabajo Acevedo y García-Carmona (2016b). Para estos autores, citando a Waight y Abd-El-Khalick (2011, 2012) destacan seis dimensiones fundamentales de la NDT con base en la filosofía de la tecnología:

- ▷ el papel de la cultura y los valores;
- ▷ el progreso tecnológico;
- ▷ la tecnología como parte de sistemas;
- ▷ la difusión de tecnologías;
- ▷ la tecnología como “panacea” para solucionar problemas; y
- ▷ la pericia o experticia tecnológica.

Al respecto, proponen los enfoques históricos como estrategias que permiten contextualizar de forma explícita la enseñanza de aspectos de NDT; por ejemplo, los aspectos relativos a la manera en que ingenieros y tecnólogos se enfrentan a su trabajo. Asimismo, la historia de la tecnología sirve para ilustrar diversas cuestiones epistemológicas, ontológicas, axiológicas y sociológicas vinculadas a la comprensión de la NDT, situando el contenido de la tecnología en un contexto humano, social y cultural más amplio.

En conclusión, todos estos aspectos que hemos señalado, tanto de la naturaleza de la ciencia como de la naturaleza de la tecnología, siguiendo la tradición de la educación CTS, nos permiten delimitar un referente, entre otros posibles, para abordar la investigación en educación CTS.

Otras formas de llevar a cabo la investigación en educación CTS se relaciona con el análisis de la aplicación de didácticas específicas, combinando análisis empíricos y cualitativos, como fue el caso de la investigación educativa sobre la aplicación de casos simulados en 44 instituciones educativas españolas (Martín y Osorio, 2003). Otra propuesta, hace referencia al estudio de la participación en los sistemas tecnológicos en el sector agrícola, agua potable y salud, en Colombia, como base para generar didácticas sobre participación pública en el aula (Osorio, 2005). A continuación se presenta la Tabla 5, se trata de ejemplos que hemos seleccionado, luego de una búsqueda bibliográfica, la cual destaca un ligero panorama de algunas de las investigaciones en educación CTS que se llevan a cabo en países de la región iberoamericana:

Tabla 5. Ejemplos de investigación en Educación CTS en Iberoamérica

Referencia	Díaz, N. (2014). Determinación de una controversia socio-científica a nivel local: el caso del agua como recurso natural en prensa.
Resumen	Las controversias sociocientíficas surgen y nos rodean en los temas más actuales y emergentes como transgénicos, homeopatía, etc. Dada la importancia que tienen las controversias en las últimas propuestas educativas (Sadler y Zeidler, 2009), esta tesis doctoral está centrada en el estudio de indicadores para determinar controversias sociocientíficas en prensa que puedan servir a los profesores para su uso en el aula de ciencias. La percepción de déficit hídrico existente en Almería en oposición a la alta demanda de agua por parte de la agricultura y el reconocimiento como problema ambiental relevante, según los datos del Ecobarómetro junto con la implantación de la Directiva Marco Agua y el debate creado con la derogación del PHN y el trasvase del Ebro en el 2004, justifican la elección como controversia que cabe estudiar.
Ubicación:	Se puede leer <i>on-line</i> en la siguiente página: http://ensciencias.uab.es/article/view/v32-n3-diaz-moreno/pdf-es
Referencia	Álvarez, M., et al. (2013). La historia de las ciencias en el desarrollo de competencias científicas.
Resumen	En este artículo se presenta una experiencia realizada en la asignatura Ciencias Experimentales de 2º curso de Grado de Magisterio de Educación Primaria encaminada al desarrollo de competencias científicas, que introduce la Historia de las Ciencias y de las Técnicas (HCT). Se trata de una investigación educativa cualitativa (Cook y Reichardt, 2005) en la que se analizan las producciones presenciales y virtuales del alumnado. Se inserta en una investigación en curso que parte de las concepciones del alumnado y pretende el desarrollo de competencias científicas, incidiendo, entre otros, en los siguientes aspectos: <ul style="list-style-type: none"> - La naturaleza de la ciencia. - Las metodologías de enseñanza para producir aprendizajes. - El aprendizaje colaborativo semipresencial (blended learning).
Ubicación:	Se puede leer <i>on-line</i> en la siguiente página: http://ensciencias.uab.es/article/view/622/pdf
Referencia	Garritz, A. (2010). La enseñanza de la ciencia en una sociedad con incertidumbre y cambios acelerados.
Resumen	A lo largo de la historia, siempre han existido épocas de cambios acelerados y percepción de incertidumbre, pero habían sido atribuibles a los designios de los astros, la voluntad divina, los poderes sobrehumanos o las fuerzas de la naturaleza. En la actualidad, lo que hace percibirlos tan ominosos es la conciencia de la influencia humana en el futuro; ahora somos los humanos los responsables, por acción u omisión. Por otra parte, hay rasgos de la nueva sociedad que nos llevan a reflexionar sobre la magnitud de los cambios que vivimos hoy, cuando lo que cuenta para la educación es inteligencia, osadía, riesgo y diversidad. Vivimos la sociedad de la imaginación y hay que pensar cuáles son las nuevas perspectivas de aprendizaje. En este contexto vamos a analizar los paradigmas actuales de la enseñanza de la ciencia, en particular los siguientes (en orden alfabético): Afectividad; Analogías; Argumentación; Asuntos socio-científicos; Ciencia y tecnología de frontera; Competencias; Conocimiento didáctico del contenido; Globalización; Incertidumbre; Indagación; Modelos y modelaje; Naturaleza de la ciencia; Riesgo; y Tecnologías de la comunicación y la información.
Ubicación:	Se puede leer <i>on-line</i> en la siguiente página: http://ensciencias.uab.es/article/view/4/pdf

Referencia	Vázquez, A. & Manassero, M. (2009). La relevancia de la educación científica: actitudes y valores de los estudiantes relacionados con la ciencia y la tecnología.
Resumen	La relevancia de la educación científica (ROSE) es un programa internacional de investigación comparativa basado en un cuestionario que explora los factores afectivos de la educación científica desde la perspectiva de los que aprenden. El proyecto pretende conocer las opiniones y percepciones que constituyan condiciones relevantes y necesarias para un aprendizaje eficaz de las ciencias. Los datos expuestos proceden de cuatro escalas ROSE: mis opiniones sobre la ciencia y tecnología, mis clases de ciencias, los desafíos medioambientales y mi trabajo futuro. Los resultados en estos temas afectivos muestran una actitud positiva general hacia la ciencia y el medioambiente, un rechazo claro de los trabajos de ciencia y de tecnología, una orientación principal hacia un trabajo futuro que ofrezca la auto-actualización y diferencias de género significativas, así como otros detalles.
Ubicación:	Se puede leer <i>on-line</i> en la siguiente página: http://ddd.uab.cat/pub/edlc/o2124521v27n1/o2124521v27n1p33.pdf
Referencia	Roth, M. (2002). Aprender ciencias en y para la comunidad.
Resumen	La educación científica necesita ser des-institucionalizada para superar la profunda crisis que atraviesa actualmente. En este artículo se describen formas en las cuales se puede pensar y poner en práctica esta desinstitucionalización en la enseñanza de las ciencias y en la práctica del diseño del currículo de ciencias. Se propone la teoría de la actividad como marco para conceptualizar diferentes sistemas de actividad y sus contradicciones. Se proporcionan ejemplos prácticos de la actividad de enseñanza de una unidad de activismo ambiental y del diseño de un currículo apropiado para pueblos aborígenes a fin de mostrar una educación científica que se sitúa en el mundo diario de la comunidad.
Ubicación:	Se puede leer <i>on-line</i> en la siguiente página: http://ddd.uab.cat/pub/edlc/o2124521v20n2/o2124521v20n2p195.pdf
Referencia	Gálvez, V. & Waldegg, G. (2004). Ciencia y científicidad en la televisión educativa.
Resumen	En este artículo se describe una investigación cuyo objetivo es identificar las maneras en que se construye simbólicamente, mediante el lenguaje audiovisual, la idea de “la ciencia y lo científico” en el modelo mexicano de la telesecundaria. Se describen los sentidos preferentes y las tendencias de sentidos propuestas por los programas de televisión analizados, cuando se utiliza un lenguaje que integra signos lingüísticos (orales y escritos) y visual-figurativos (fijos y en movimiento). Estas construcciones simbólicas constituyen representaciones sociales de lo que la comunidad escolar considera como la ciencia y lo científico.
Ubicación:	Se puede leer <i>on-line</i> en la siguiente página: http://ddd.uab.cat/pub/edlc/o2124521v22n1/o2124521v22n1p147.pdf

Referencia	Mendes, A. & Martins, I. (2016). Cinco orientaciones para la enseñanza de las ciencias: la dimensión CTS en el cruce entre la didáctica y las políticas educativas internacionales.
Resumen	La investigación en educación en ciencias ha producido conocimientos que nos permiten comprender los problemas y fundamentar las decisiones relacionadas con la enseñanza de las ciencias. Algunas organizaciones internacionales (tales como la UE, la OCDE y la Unesco) también vienen emitiendo documentos normativos sobre las políticas globales de la enseñanza de las ciencias, en el supuesto de que la calidad de la educación científica es una condición para la prosperidad económica y social de los Estados. En este artículo se procedió a la revisión sistemática de documentos de naturaleza académica y política, relacionados con la enseñanza de las ciencias, con el propósito de identificar sus puntos de convergencia. Se llegó al referencial Cinco directrices para la enseñanza de las ciencias, que identifica cuestiones prioritarias en la educación científica y en la formación docente. Se verificó que las directrices para la enseñanza de las ciencias de cariz CTS siguen siendo un campo didáctico promisorio y actual tanto desde el punto de vista académico como del político.
Ubicación:	Se puede leer on-line en la siguiente página: http://www.revistacts.net/volumen-11-numero-33/321-articulos/750-logicas-y-modos-de-produccion-de-conocimiento-en-politica-educativa-analisis-de-la-investigacion-producida-en-chile-2000-2011
Referencia	Torres, N., & Solbes, J. (2016). Contribuciones de una intervención didáctica usando cuestiones socio-científicas para desarrollar el pensamiento crítico.
Resumen	El propósito de este estudio es presentar el impacto de una intervención usando cuestiones socio-científicas para desarrollar el pensamiento crítico en estudiantes universitarios. Se hizo un estudio cuasiexperimental pretest-postest con 56 estudiantes durante 16 semanas. La información del pretest y postest fue valorada desde un análisis cualitativo y cuantitativo del contenido, que permite comparar el tipo de respuestas de los participantes una vez finalizada la intervención. El análisis indica que los estudiantes emiten argumentos más fundamentados en relación con valorar aspectos sociales de la ciencia, cuestionan la información a partir de comparación de diversas fuentes y hacen reflexiones como futuros docentes de ciencias naturales.
Ubicación:	Se puede leer <i>on-line</i> en la siguiente página: http://ensciencias.uab.es/article/view/v34-n2-torres-solbes/1638-pdf-es

Referencia	Crujeiras, B. (2015). <u>Competencias y prácticas científicas en el laboratorio de química: participación del alumnado de secundaria en la indagación.</u>
Resumen	Esta investigación pretende contribuir al estudio de la participación del alumnado en las prácticas de la comunidad científica, en particular en las relacionadas con el diseño y puesta en práctica de investigaciones e interpretación de datos y establecimiento de conclusiones, así como al estudio de las operaciones epistémicas que el alumnado lleva a cabo en cada práctica. El estudio se enmarca en una perspectiva que considera el aprendizaje de las ciencias como un proceso de socialización dentro de la cultura científica (Driver, Newton & Osborne, 2010) e implica la participación de los estudiantes en las prácticas características de la comunidad científica. La participación del alumnado en las prácticas científicas (NGSS, 2013) implica construir el conocimiento científico y comprender por qué este se construye, examina y evalúa de una forma determinada (Reiser, Berland & Kenyon, 2012). El enfoque del aprendizaje basado en las prácticas guarda relación con el desarrollo de las competencias científicas, ya que ambas implican el desarrollo de operaciones similares.
Ubicación:	Se puede leer <i>on-line</i> en la siguiente página: http://ensciencias.uab.es/article/view/v33-n3-crujeiras/1830-pdf-es
Referencia	Joglar, L. (2015). <u>Elaboración de preguntas científicas escolares en clases de biología: aportes a la discusión sobre las competencias de pensamiento científico desde un estudio de caso.</u>
Resumen	Saber elaborar buenas preguntas en las clases de ciencias para promover en el estudiantado competencias de pensamiento científico (CPC) es un conocimiento necesario e indiscutible entre el profesorado. Sin embargo, esta afirmación no siempre es una realidad. En especial, para la enseñanza de asignaturas experimentales tiene impactos relevantes, ya que una buena pregunta está en el bosquejo del proceso creativo de la ciencia y puede promover en el estudiantado procesos mentales de orden superior, ampliando límites de libertad para la resolución de dichas preguntas. Este estudio se fundamenta en las dificultades identificadas por el propio profesorado de biología, para crear y utilizar en sus clases preguntas que promuevan el pensamiento científico en el estudiantado (Zohar, 2006).
Ubicación:	Se puede leer <i>on-line</i> en la siguiente página: http://ensciencias.uab.es/article/view/v33-n3-joglar/1838-pdf-es
Referencia	De Pro Bueno, A., & Pérez, A. (2014). <u>Actitudes de los alumnos de Primaria y Secundaria ante la visión dicotómica de la ciencia.</u>
Resumen	La formación de las actitudes de los alumnos hacia la ciencia y la tecnología (CyT) está influida por muchos factores: la forma de trabajar estas en la escuela, la percepción social de las aportaciones científicas y tecnológicas, el enfoque de las noticias sobre los descubrimientos en los medios de comunicación, el uso de ambas por la publicidad... Sin embargo, si analizamos detenidamente la imagen que se trasmite de la CyT, podemos apreciar ciertos matices dicotómicos: en ocasiones, se muestra la "ciencia buena", avances médicos, aparatos para mejorar la calidad de vida, alargamiento de la esperanza de vida, etc.; pero en otras aparece la "ciencia mala", la asociada a la contaminación o a las radiaciones, la que hay detrás de la industria militar, la que produce efectos nocivos sobre la salud y el medio ambiente... En el presente artículo se pretende explorar el posicionamiento de los alumnos de primaria y secundaria ante esta visión dicotómica de la ciencia.
Ubicación:	Se puede leer <i>on-line</i> en la siguiente página: http://ensciencias.uab.es/article/view/v32-n3-de-pro-perez-manzano/pdf-es

Referencia	<u>Álvarez, M., et al. (2013). La historia de las ciencias en el desarrollo de competencias científicas.</u>
Resumen	<p>En este artículo se presenta una experiencia realizada en la asignatura Ciencias Experimentales de 2º curso de Grado de Magisterio de Educación Primaria encaminada al desarrollo de competencias científicas que introduce la Historia de las Ciencias y de las Técnicas (HCT). Se trata de una investigación educativa cualitativa (Cook y Reichardt, 2005) en la que se analizan las producciones presenciales y virtuales del alumnado. Se inserta en una investigación en curso que parte de las concepciones del alumnado y pretende el desarrollo de competencias científicas, incidiendo, entre otros, en los siguientes aspectos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - La naturaleza de la ciencia. - Las metodologías de enseñanza para producir aprendizajes. - El aprendizaje colaborativo semipresencial (blended learning).
Ubicación:	Se puede leer <i>on-line</i> en la siguiente página: http://ensciencias.uab.es/article/view/622/pdf
Referencia	<u>García-Rodeja, I., & De Oliveira, G. (2012). Sobre el cambio climático y el cambio de los modelos de pensamiento de los alumnos sección investigación didáctica.</u>
Resumen	<p>En este artículo se estudian los modelos de pensamiento de los estudiantes sobre el cambio climático, en concreto sobre el incremento del efecto invernadero. Los participantes son 22 estudiantes de secundaria. El instrumento es un cuestionario de preguntas abiertas relacionadas con el proceso, las causas, las consecuencias y las estrategias para frenar el incremento del efecto invernadero. Se analizan las respuestas de los estudiantes antes y después de la instrucción. Los resultados indican cierta evolución de los modelos. Sin embargo, los modelos iniciales que tienen una fuerte coherencia para los individuos, sirvieron como estructuras para acoger la nueva información, sin que los modelos de alternativos se modificaran substancialmente. Por último, se discuten las implicaciones educativas.</p>
Ubicación:	Se puede leer <i>on-line</i> en la siguiente página: http://ensciencias.uab.es/article/view/695/pdf
Referencia	<u>Fernández, G., Fernández, F., & Molina, J. (2011). El cambio climático y el agua: lo que piensan los universitarios.</u>
Resumen	<p>Este trabajo muestra los esquemas de conocimiento de los universitarios sobre el cambio climático y su relación con el agua, con el fin de obtener elementos de reflexión que permitan mejorar las futuras actuaciones del profesorado. En general, se detecta un exiguo pensamiento crítico, junto con un conocimiento bastante superficial de la problemática objeto de estudio.</p>
Ubicación:	Se puede leer <i>on-line</i> en la siguiente página: http://ensciencias.uab.es/article/view/583/pdf

Referencia	Dapía, M., & Prol, Cristina (2016). <u>Cultura científica en el aula: una experiencia colaborativa.</u>
Resumen	Este trabajo muestra la aplicación de un trabajo colaborativo, a partir de un tema de actualidad, en la materia de Ciencias para el Mundo Contemporáneo de 1º de bachillerato. Desde hace unos años, se ha iniciado el uso de estrategias colaborativas en la enseñanza de las ciencias en secundaria frente al modelo más clásico, individualista y unidireccional. Se describe la experiencia educativa colaborativa y se presenta la evaluación de estudiantes y docente, a partir de los datos aportados por un cuestionario y una entrevista. Los resultados revelan alta satisfacción, con aspectos positivos, fundamentalmente relativos al tema de interés abordado y ofrecen claves para su mejora
Ubicación:	Se puede leer <i>on-line</i> en la siguiente página: http://rieoei.org/rie_contenedor.php?numero=7597
Referencia	Martín, Mariano, (2016). La ciencia, el futuro y las aulas: algunas propuestas didácticas sobre prospectiva.
Resumen	La educación es muy importante para el futuro. Pero el futuro también es muy importante para la educación. El futuro como tema, como escenario en el que aprender a analizar y a valorar las diferencias entre lo posible y lo deseable. La prospectiva es, por tanto, un campo tan relevante para ciencia como para una educación comprometida con la cultura científica. Entre los centenares de materiales didácticos del proyecto Contenedores, algunos se centran en escenarios futuros y plantean diversas formas de abordar en ellos las relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad. En este artículo se presentan diez de esas propuestas prácticas para tener muy presente en el aula la importancia del futuro.
Ubicación:	Se puede leer <i>on-line</i> en la siguiente página: http://www.revistacts.net/volumen-11-numero-33/322-dossier-cts/752-la-ciencia-el-futuro-y-las-aulas-algunas-propuestas-didacticas-sobre-prospectiva

Referencia	Tenreiro-Vieira, C. & Marques, R. (2016). Educación en ciencias y matemática con orientación CTS para promover el pensamiento crítico.
Resumen	Las sociedades actuales, en particular las occidentales, están profundamente marcadas por los avances en la ciencia y la tecnología y su impacto en todos los ámbitos de la vida cotidiana. Con el objetivo de promover el pensamiento crítico y potenciar sus conexiones con las matemáticas, la enseñanza de ciencias con una orientación CTS es fundamental en la formación de individuos capaces de tomar decisiones informadas para obtener bienestar para ellos y para la sociedad en su conjunto. En este contexto, este artículo tiene como propósito desarrollar actividades de aprendizaje de ciencias con orientación CTS, la mejora de la promoción de la capacidad de pensamiento crítico y el establecimiento de conexiones con las matemáticas. El estudio sigue un plan de investigación-acción, ya que se considera que es el más viable y coherente para enfocar la atención en temas curriculares, que en este estudio se han configurado como centrales para el diseño, producción, aplicación y evaluación de las actividades de aprendizaje desarrolladas. Se recolectaron datos utilizando diferentes herramientas y técnicas; esos datos fueron posteriormente sometidos a un análisis de contenido. Los resultados sugieren que las actividades han contribuido a la movilización de las habilidades de pensamiento crítico de los estudiantes. El marco teórico utilizado parece ser una ayuda para apoyar y desarrollar actividades de aprendizaje para mejorar el pensamiento crítico de los estudiantes.
Ubicación:	Se puede leer on-line en la siguiente página: http://www.revistacts.net/volumen-11-numero-33/322-dossier-cts/746-educacao-em-ciencias-e-matematica-com-orientacao-cts-promotora-do-pensamento-critico

Lecturas complementarias:

Anexo 1: Definiciones sobre algunas cuestiones de la ciencia

Anexo 2: Paradigmas de la investigación educativa

2 Enfoque Multidisciplinario Para Proyectos De Aula

2.1. Enfoques sobre la interdisciplinariedad

La interdisciplinariedad es un resultado del desarrollo de las ciencias del siglo XX. La ciencia de carácter disciplinar, en particular las ciencias naturales, que había logrado una consolidación paradigmática desde finales del siglo XVIII y comienzos del XIX, logró una expansión importante a lo largo del siglo XX, con desarrollos científicos que todos conocemos como es el caso de la investigación médica, la investigación espacial, la industria química aplicada a muchos campos de la agricultura, la salud y el medioambiente. También las aplicaciones de la ciencia en las telecomunicaciones, la industria y en las guerras mundiales, entre muchas otras actividades humanas, llevaron al trabajo conjunto entre disciplinas distintas como también a la articulación de las ciencias con la tecnología. Este proceso de carácter disciplinario habría igualmente de servir de base para el aprendizaje de la interdisciplinariedad en los procesos educativos.

Siguiendo a Lenoir (2013: págs. 61-62), que constituye una excelente referencia en el tema de la interdisciplinariedad, retomaremos las siguientes definiciones:

- ▷ La multidisciplinariedad significa la utilización de dos o más disciplinas, sin especificar la presencia ni ausencia de vínculos entre ellas.
- ▷ La pluridisciplinariedad expresa la simple yuxtaposición de dos o más disciplinas y, en consecuencia, la ausencia de cualquier tipo de relación directa entre estas.

- ▷ La intradisciplinariedad designa las interrelaciones forjadas al interior de una disciplina o de un mismo campo disciplinario en función de su lógica interna.
- ▷ La interdisciplinariedad, en sentido amplio, es por lo general utilizada como una expresión genérica para referirse a todas las formas de vínculos que puedan establecerse entre las disciplinas. Mientras que la interdisciplinariedad, en sentido estricto, designa las interacciones eficaces tejidas entre dos o más disciplinas y sus conceptos, sus procedimientos metodológicos, técnicas, etc.

Según Pérez y Setién (2008), la interdisciplinariedad se considera como:

“Cierta razón de unidad, de relaciones y de acciones recíprocas, de interpretaciones entre diversas ramas del saber llamadas disciplinas científicas”.

“La transferencia de métodos de una disciplina a otra”.

El análisis “desde distintas miradas científicas, a problemas o conjuntos de problemas, cuya complejidad es tal, que con el aporte (o la disponibilidad) de cada una de las disciplinas a la interdisciplinariedad, ayudaría a desentrañar las distintas dimensiones de la realidad social”.

También la interdisciplinariedad y el trabajo interdisciplinario, según la Escuela de Ingeniería de Antioquia (2013: págs. 29-30), se la puede considerar como el “conjunto de disciplinas conexas entre sí y con relaciones definidas, a fin de que sus actividades no se produzcan en forma aislada, dispersa y fraccionada”. La interdisciplinariedad implica “complementariedad, enriquecimiento mutuo y conjunción de los conocimientos disciplinarios...”. Permite la construcción de las ciencias (investigación científica), la enseñanza de las ciencias (docencia) y el ejercicio profesional, y se manifiesta en la necesidad que tiene el hombre de unir e integrar diferentes disciplinas para solucionar problemas en la práctica científica, profesional y social. El trabajo interdisciplinario presupone la integración progresiva de distintos saberes y métodos y la aceptación de las diferentes formas y estilos de los miembros del grupo para comunicar y contribuir con los objetivos propuestos.

2.2. La interdisciplinariedad educativa

La interdisciplinariedad es una de las vías para incrementar la calidad de la educación y su formación integral, considerándola como un principio, una disposición, una motivación, una actitud, una forma de pensar, de proceder y una filosofía de trabajo para conocer la complejidad de la realidad y resolver los problemas de dicha complejidad (Ortiz, 2011). A continuación se presentan en la Tabla 6, las finalidades, objetos y modalidades de implementación entre la interdisciplinariedad científica y la educativa:

Tabla 6. La interdisciplinariedad científica y educativa

Interdisciplinariedad científica	Interdisciplinariedad escolar
<i>Modalidad de aplicación</i>	
Implica la noción de investigación: <ul style="list-style-type: none"> • Teniendo el saber como sistema de referencia. 	Implica la noción de enseñanza, de formación: <ul style="list-style-type: none"> • Teniendo como elemento de referencia al sujeto que aprende.
<i>Sistema referencial</i>	
Aborda la disciplina como ciencia(saber erudito, homologado)	Aborda la disciplina como materia escolar (saber escolar) y por lo tanto un sistema referencial que no se limita a las ciencias.
<i>Consecuencias</i>	
Conduce a la producción de nuevas disciplinas conforme a diversos procesos.	Conduce a vínculos de complementariedad entre las disciplinas escolares.

Fuente: Lenoir (2013: pág. 65)

Dentro de la educación se destacan dos concepciones que reflejan el carácter interdisciplinario: la escuela de epistemología genética de Piaget y la escuela histórico-cultural de Vigotsky. Esta última contiene un marco de comprensión más amplio, en el que se integran no solo los aportes de las disciplinas científicas, sino también aquellas que han sido consideradas como humanísticas, dentro de las cuales están el arte y la literatura en sus diferentes manifestaciones, las tradiciones, el

patrimonio cultural y la identidad en sus variadas expresiones, de modo que las verdades no son solo las aportadas por las ciencias, sino por todos los productos humanos en cada época histórica (Ortiz, 2011: pág. 7-8).

Vigotsky (1934), propone un modelo pedagógico que considera que el conocimiento se produce en un contexto situado. Así, el conocimiento humano no se recibe pasivamente del mundo, sino que es procesado y construido activamente por el sujeto que conoce, quien desarrolla funciones adaptivas que le permiten organizar su mundo experiencial y vivencial, mediante herramientas de conocimiento como los conceptos y las categorías. Lo anterior implica que el conocimiento es el resultado de la interacción entre el sujeto que conoce y el objeto de conocimiento, mediante esquemas de acción que interiorizan e interpretan la realidad. Tal interacción le permite al sujeto que aprende a re-significar la nueva información que se le presenta, favorecido por las actividades que se le proponen. La importancia de los procesos sociales para el aprendizaje, constituye un pilar fundamental para la interdisciplinaria.

La interdisciplinaria educativa supone algunos atributos, como son: la presencia de disciplinas con sus respectivas lógicas; la existencia de dos grandes desafíos como son la reflexión epistemológica y las problemáticas sociales empíricas; la interdisciplinaria como medio en donde la integración es la finalidad. Esto significa abordar las siguientes preguntas (Lenoir, 2013: 73):

- ▷ ¿Por qué integrar, cuáles son las finalidades esperadas? ¿Por qué promover la integración de aprendizajes y saberes? ¿Qué implicaciones se presentan en la gestión del aula?

- ▷ ¿Qué integrar, o cuáles son los objetos implicados en este proceso? ¿Objetos de estudio? ¿Nociones? ¿Temas? ¿Estrategias? ¿Competencias?
- ▷ ¿A quién integrar, o cuáles son los actores verdaderamente implicados? ¿Los alumnos? ¿El maestro? ¿Los creadores de programas? ¿Los autores de textos escolares?, etc.
- ▷ ¿Cuál es la concepción de saber asumida por el docente?
- ▷ ¿Cómo se lleva a cabo la integración, o cuáles son los modelos didácticos, los métodos, los procedimientos, las estrategias, etc., que el profesor utiliza?

Para Lenoir (2013), el enfoque interdisciplinario en educación supone la articulación de tres aspectos:

- ▷ la razón entendida como un propósito epistemológico de complementación de saberes;
- ▷ la actuación o el propósito funcional que supone la cooperación entre las personas y concepciones vinculadas a la perspectiva integradora; y la búsqueda de lo humano o los propósitos sociales y psicológicos que tienen en cuenta a cada uno y en conjunto.

Un enfoque interdisciplinario solo funciona en la medida en que exista un equipo interdisciplinario que comparte metas comunes, donde cada miembro escucha las opiniones de los demás y está de acuerdo en discutir puntos de vista de manera abierta y respetuosa, y entre los cuales, además, existe cooperación (Lenoir, 2013: 74).

Lenoir (2013: 76-77) destaca tres principios para el trabajo de articulación entre las materias escolares. En primer lugar, la interdisciplinariedad curricular no tiene como objetivo la desaparición de disciplinas o el establecimiento de una metodología o lenguajes comunes. Su objetivo es, más bien, respetando las especificidades y diferencias, instaurar puntos de convergencia y resaltar la complementariedad entre los saberes. Segundo, la interdisciplinariedad curricular se basa en los principios de igualdad y complementariedad entre los distintos contenidos de aprendizaje. Cada materia escolar tiene un sentido funcional respecto a los aprendizajes, sentido que se establece en función de opciones sociales definidas de antemano. Por consiguiente, la interdisciplinariedad curricular se opone a la distinción común entre las materias principales (importantes) y las materias secundarias (menos importantes). Tercero, la interdisciplinariedad curricular debe sustentarse en la existencia de una estrecha relación entre los conceptos de interdisciplinariedad e integración. Su objetivo no es desarrollar un currículum integrado, sino un currículum integrador, facilitando así la implementación de enfoques integradores (*integrative approaches*) que permitan la integración de los procesos de aprendizaje (*integrating processes*) y de saberes (*integrated knowledge*).

Todas estas referencias citadas de Lenoir (2013) se refieren a su experiencia con investigaciones interdisciplinarias en la educación primaria e incluso en la secundaria. En el ámbito universitario habría que hacer otras precisiones y con otros autores. En este caso, la interdisciplinariedad surge como reacción a las concepciones atomizadas de los diseños curriculares con asignaturas aisladas e inconexas que reflejan la excesiva fragmentación del saber debido a la especialización científica, lo que entra en contradicción con la pertinencia de las universidades en función de responder a las nuevas demandas sociales con profesionales competentes, capaces de

integrar los conocimientos recibidos en función de resolver los complejos problemas de la producción y los servicios (Ortiz, 2011: pág. 6). Por ejemplo, en la Escuela de Ingeniería de Antioquia (2013: págs. 30-31), la interdisciplinariedad se implementa en tres dimensiones: como una característica de la integralidad y transversalidad en el diseño de los currículos; esto significa, la articulación de contenidos esenciales de diferentes disciplinas en módulos, asignaturas o unidades didácticas integradoras, dirigidas a formar una visión integral y sistémica de los objetos y campos de la profesión. Los contenidos disciplinares específicos de las asignaturas y demás actividades formativas, se integran con temáticas propias de los ejes de formación, en este caso: el respeto al medioambiente, el espíritu emprendedor, la gestión de la información y la formación científico-técnica y humanística.

La segunda dimensión según esta Escuela de Ingeniería, hace referencia a la interdisciplinariedad como una metodología de aprendizaje activo, que dinamiza el currículo mediante el desarrollo de aplicaciones prácticas de los dominios conceptuales de varias disciplinas. Esta dimensión se evidencia en los proyectos de aula, en los proyectos integradores y en los proyectos de semestre entre otros. Mientras que la tercera dimensión se refiere a la interdisciplinariedad como un medio de interacción y complementariedad conceptual y analítica entre los profesores y los estudiantes en torno a los saberes disciplinares y de la profesión y su aplicación en el mundo real.

2.3. La transdisciplinariedad

Según Gibbons, et al. (1994), la transdisciplinariedad tiene cuatro características destacadas:

- ▷ desarrolla una estructura peculiar para guiar los esfuerzos tendentes a la solución de los problemas;
- ▷ la solución abarca componentes tanto empíricos como teóricos, aunque no necesariamente del conocimiento disciplinar;
- ▷ en la transdisciplinariedad se comunican los resultados a aquellos involucrados que han participado en la investigación y que no necesariamente son los expertos, es decir, la difusión de los resultados se logra en el mismo proceso de su producción;
- ▷ un problema abordado mediante la transdisciplinariedad evoluciona o cambia con el tiempo, es dinámica.

En los contextos transdisciplinares la atención se centra fundamentalmente sobre un ámbito problemático o sobre un tema candente, cuyo conocimiento se orienta hacia resultados contextualizados. El carácter problemático contribuye a suavizar las distinciones entre ciencia pura y aplicada, y entre lo que es una investigación orientada por la curiosidad y lo que es una investigación orientada por el cumplimiento de una misión.

Citando a Janstsch (1972), Gibbons —et al. (1994)— aclara la pluritransdisciplinariedad de la inter y la transdisciplinariedad. La pluri/multidisciplinariedad se caracteriza por la autonomía de las diversas disciplinas, se trabaja sobre un tema común pero bajo perspectivas disciplinares diferentes. La interdisciplinariedad se caracteriza por trabajar sobre temas diferentes, pero dentro de una estructura compartida por todas las disciplinas implicadas. La transdisciplinariedad conduce a un agrupamiento de solución de problemas enraizados disciplinarmente, y crea una teoría transdisciplinar homogénea o modelo de fu-

sión, que se corresponde con agrupamientos y configuraciones específicas de conocimiento, que se conjuntan de una forma temporal en contextos de aplicación específicos. Así pues, se halla fuertemente orientada hacia la solución de problemas y se ve impulsada por esta. Su núcleo teórico-metodológico, aunque cruza núcleos disciplinares bien establecidos, y no tiene necesariamente como objetivo el establecerse a sí mismo como una disciplina transdisciplinar, tampoco se ve inspirado por la restauración de la unidad cognitiva. Antes al contrario, es esencialmente una configuración temporal y, por lo tanto, altamente mutable. Toma su configuración particular y genera el contenido de su núcleo teórico y metodológico como respuesta a las formulaciones de problemas que se producen en contextos de aplicación altamente específicos y locales.

En dicho contexto pueden tener cabida otras formas de entender la ciencia, tendientes en este caso a superar la ciencia normal o la ciencia como la entendía Kuhn (1962), en tanto su carácter de práctica rutinaria de resolución de problemas no da cabida a las cuestiones sociales y éticas que surgen de la actividad científica y sus productos. Diversos términos han sido utilizados para referirse a esta ciencia cada vez más transdisciplinar y que se implica en la formulación de políticas públicas, se habla de *trans-ciencia*, ciencia reguladora y ciencia post-normal. En otras palabras, si la ciencia académica tradicional se produce en ambientes de consenso y en contextos disciplinares o multidisciplinares incluso interdisciplinares, la ciencia reguladora es transdisciplinar, lo que implica situaciones controvertidas y sujetas a consideraciones políticas. La razón principal es que los problemas científicos que implican cuestiones ambientales o relacionadas con riesgos tecnológicos, se originan en situaciones en las que los hechos son relativamente

incierto, los valores están en conflicto y las decisiones a tomar son muy urgentes. Al conllevar un alto nivel de decisiones y por consiguiente la existencia de problemas marcadamente politizados, un enfoque más amplio de tipo transdisciplinar resulta pertinente.

Para Pérez y Setién (2008: pág. 5), la transdisciplinariedad:

- ▷ Es un “proceso según el cual los límites de las disciplinas individuales se trascienden para tratar problemas desde perspectivas múltiples con vista a generar conocimiento emergente”.
- ▷ En la transdisciplinariedad se considera “la transformación e integración del conocimiento desde todas las perspectivas interesadas para definir y tratar problemas complejos”.
- ▷ “No es una disciplina, sino un enfoque; un proceso para incrementar el conocimiento mediante la integración y transformación de perspectivas gnoseológicas distintas”.

2.3.1. La participación de la comunidad en la investigación

En la investigación es posible vincular a las comunidades —que podemos denominarlas como no expertas para diferenciarlas de las expertas— en los proyectos de investigación. Esta situación es más frecuente en los proyectos transdisciplinarios que en los interdisciplinarios. La participación de las comunidades en proyectos de investigación constituye una modalidad de participación pública en ciencia y tecnología.

La participación pública en proyectos de ciencia y tecnología constituye un tema de gran importancia en la gestión de la ciencia de los países iberoamericanos. La participación puede contribuir hacia una mayor democratización en el acceso a la ciencia, igualmente es una forma de control social sobre los productos e impactos de la actividad científica y tecnológica, al tiempo que favorece la identi-

ficación de las prioridades más sentidas de la sociedad respecto de la ciencia y tecnología. Con base en Renn, Webler y Wiedemann (1995), Rowe y Frewer (2005) y Bucchi y Neresini (2008), se puede considerar a la participación en ciencia y tecnología como el conjunto de situaciones y actividades, tanto espontáneas como organizadas, en las que diferentes tipos de comunidades no expertas —ciudadanos, implicados y grupos de interés— participan o se involucran con los expertos y gobiernos en la evaluación y toma de decisiones sobre tecnologías y actividades tecnocientíficas, en la formulación de políticas públicas en ciencia y tecnología, y en los procesos de producción de conocimiento científico, tecnológico y de innovación.

En la investigación y producción de conocimiento las formas de participación difieren mucho respecto de los campos específicos. Por ejemplo, en el campo de la salud, el aporte de los conocimientos de las comunidades puede ser muy significativo cuando en determinados proyectos participan grupos de pacientes con algún tipo de enfermedad. También la participación es muy significativa en los casos de usuarios de software libre. Por el contrario, el aporte de las comunidades suele ser mucho menor, incluso nulo, cuando se trata de otra clase de campos de la ciencia o de la tecnología, como en ciertos casos de la física.

En temas como la investigación agrícola, la participación ha sido reconocida desde hace mucho tiempo, a partir de tres o cuatro tipos (Ashby, 1997):

- ▷ Participación nominal: el agricultor presta la tierra y trabaja en las investigaciones;
- ▷ Consultiva: se busca la opinión del agricultor;
- ▷ Acción orientada: participación en la cual los agricultores se involucran en algunos pasos de la investigación;
- ▷ Toma de decisiones: participación en la cual los agricultores tienen un rol en las decisiones sobre lo que debe hacerse y como debe hacerse, así como en su realización.

En cuanto a los impactos que los anteriores tipos de participación pueden generar, encontramos que pueden aumentar la productividad agrícola, mejorar el manejo de los recursos naturales o conducir a una difusión más amplia de las innovaciones. También puede ser más efectiva en el alcance de objetivos específicos, y puede reducir los costos de las investigaciones y desarrollar capacidades en la comunidad.

A nivel educativo, las comunidades pueden ser los estudiantes, padres de familia, vecinos u otro público directa o potencialmente impactado por la investigación. En particular la participación de los estudiantes puede fortalecer la comunidad académica, generar procesos de formación entre el estudiantado, motivar el aprendizaje de temas que podrían ser de menor interés sino se aprenden en un contexto de proyecto, y además contribuir a la formación en valores y de responsabilidad con las demás personas y con el medioambiente.

2.3.1.1. Criterios para participar

En un proyecto de investigación hay que planificar la manera como se vinculan a las comunidades. Esto significa definir criterios para estructurar el proceso participativo y criterios para la puesta en marcha del mismo. Rowe y Frewer (2000) denominan tales criterios, para temas de ciencia y tecnología, como de aceptación y procedimiento. Estos comprenden los siguientes puntos, que a nuestro juicio podrían ser adaptados a la educación, para lo cual serán escritos en cursiva:

▷ **Criterio de representatividad:** Se trata de decidir quiénes van a participar, el público participante conformaría una muestra representativa de la población afectada. Se requiere tener en cuenta no solo los diferentes grupos, también hay que tener en cuenta la distribución relativa de sus puntos de vista. *En un proyecto de investigación en educación habrá que definir si participaría una muestra representativa de estudiantes, un grupo completo de aula, o por ejemplo una comunidad de padres, entre otros.*

- ▷ **Criterio de independencia:** El proceso de participación debería ser conducido de una forma independiente; *en nuestro caso, esto conlleva a que los participantes vinculen sus conocimientos, expectativas, valores y procesos cognitivos de manera independiente dentro del proyecto.*
- ▷ **Criterio de implicación temprana:** El público debería involucrarse tan tempranamente, con sus juicios de valor y conocimientos, como sea posible. *Esto podría significar en un proyecto de investigación en educación, que la comunidad —estudiantes, padres de familia, etc.— podría participar desde el diseño mismo del proyecto hasta su finalización e implementación.* No obstante hay que señalar, que también se ha cuestionado que demasiada implicación en todos los puntos de un proyecto podría resultar costoso y confuso; por lo tanto, para cada proyecto debería haber un nivel de participación apropiada que puede no ser equivalente en todos los puntos.
- ▷ **Criterio de influencia:** El resultado del proceso debería tener un impacto genuino en la política y toma de decisiones en un gobierno o en la sociedad en cuestión. *En el caso de un proyecto educativo, esto significa que la participación de la comunidad educativa tendría una influencia real en los resultados del proyecto.*
- ▷ **Criterio de transparencia:** El proceso debería ser transparente, es decir, el público debería poder ver qué es lo que está pasando y cómo se están tomando las decisiones. La transparencia podría estar relacionada con el acceso a la información en el proceso. *En nuestro caso, es importante que la comunidad no se siente manipulada por lo que es importante que pueda acceder a los datos, registros e información del proyecto.* Dentro de los *criterios de procedimiento*, tenemos (Rowe y Frewer, 2000):
- ▷ **Criterio de accesibilidad a los recursos:** El público participante debería tener acceso a los recursos apropiados, de tal forma que sean capaces de desempeñar su tarea sa-

tisfactoriamente. *En un proyecto educativo, los recursos necesarios incluyen recursos de información libres de jerga técnica, acceso a diversidad de fuentes, recursos materiales, tiempo, otros.*

- ▷ **Criterio de definición de tareas:** La naturaleza y alcance de la participación en tareas debería estar claramente definida. *En un proyecto educativo, no hay que olvidar que la inclusión de comunidades, por ejemplo, de estudiantes, contribuye a su formación; es por tanto un asunto igualmente pedagógico, formativo, de ahí la importancia de aprender a participar mediante el reparto de tareas y el trabajo en equipo.*
- ▷ **Criterio de estructuración de toma de decisiones:** El ejercicio de participación debería proveer los mecanismos apropiados para estructurar el proceso de toma de decisiones. Documentar el proceso de una decisión está relacionado con el incremento de la transparencia y con la eficiencia del proceso. *Con relación a la educación, de nuevo cabe la referencia anterior, de aprovechar el proceso investigativo para que tanto la comunidad como los expertos o investigadores, definan los mecanismos de toma de decisiones y por tanto aprendan de ellos.*
- ▷ **Criterio de costo-efectividad:** El procedimiento debería ser efectivo con relación al costo. El costo involucra la organización del ejercicio de participación, esto implica la definición del costo de los métodos, y el tiempo, entre otros criterios relacionados con las actividades.

Estos criterios también sirven de base para realizar evaluaciones sobre la participación.

2.3.1.2. La Investigación-Acción-Participativa (IAP)

La IAP es un tipo de investigación social que organiza el análisis y la intervención en una pedagogía constructiva, orientada a la disolución de privilegios y al reconocimiento del "otro", en función de que se pueda lograr un determinado cambio social. En el marco de los

proyectos de investigación educativa, se pueden considerar tres principios que son centrales a la IAP, como son (Borda, 1999):

- ▷ Primero, considerar la IAP como una filosofía reflexiva para orientar el trabajo con la comunidad educativa, así como una metodología para el cambio social; esto se traduce en un proyecto de investigación orientado a contribuir de manera efectiva al mejoramiento de algún proceso educativo.
- ▷ Segundo, mediante la IAP se fomenta la comunicación, la participación y la autodeterminación de las comunidades vinculadas en los proyectos, en este caso mediante talleres y jornadas de trabajo, el desarrollo de protocolos y actividades del proyecto, etc.
- ▷ Tercero, un principio hace referencia a que la IAP se constituye en una expresión de la relación entre conocimiento y acción, en este caso, desde la práctica de la educación, bien sea universitaria o del nivel secundario, implementada con sentido de responsabilidad y compromiso social.

En la IAP, tanto la comunidad educativa como el equipo de expertos (profesores, investigadores profesionales...), son reconocidos al mismo nivel. En ese sentido, ambos grupos aportan sus conocimientos y juicios de valor en un proceso dialógico, que mediante diversos recursos expresivos, permite la expresión autónoma de los participantes en un proyecto. Un proyecto de esta naturaleza conlleva a construir un marco epistémico común, como resultado de la pluralidad de las diversas formas de saber y experiencia sobre la realidad. En un proyecto, esto condice a generar nuevos conocimientos y a promover la apropiación de los mismos en ambos grupos (expertos y no expertos). En síntesis, hay que abandonar la actitud tradicional de detentar el saber, propio de los expertos, para convertirse ahora en coproductores de procesos simbólicos, conocimientos, experiencias y tradiciones, producto del trabajo conjunto con la comunidad educativa.

2.4. ¿Qué investigar en la educación de Paraguay?

Los temas que se pueden investigar en educación son muy variados, según el Ministerio de Educación y Ciencia de España (Amaya, 2013), una manera de listarlos puede ser teniendo a la Tabla 7 como punto de partida:

Tabla 7: Aspectos que se pueden investigar en educación

- *Una Institución:* centros e instituciones educativas de distinta tipología y dirigidos a diferentes destinatarios, centros de recursos para el profesorado, etc.
- *Un contexto ambiental educativo:* un aula, un centro o institución educativa, una familia, una biblioteca, un centro social, un entorno comunitario, etc.
- *Un cambio observado, espontáneo o como resultado de una intervención o innovación:* un comportamiento de un alumno o de un grupo de alumnos o educandos, en el profesorado, en el centro, en el funcionamiento del centro, en las familias, en los padres y madres de los alumnos, etc.
- *Relaciones y combinaciones de factores que operan en una situación educativa:* por ejemplo, la relación entre el estilo directivo en un centro y la calidad de convivencia en el mismo, la relación entre los métodos docentes y los rendimientos académicos de los alumnos, la relación entre la organización del centro y la calidad de la participación de los agentes de la comunidad educativa en el mismo, etc.
- *Los efectos a los que dichas combinaciones de factores dan lugar:* por ejemplo, grado de participación de un centro por parte del profesorado, del alumnado y de los padres y madres, grado de consecución de determinados niveles de calidad de enseñanza, niveles de rendimiento académico, grado de consecución de determinados niveles de calidad de convivencia, etc.
- Etc.

Fuente: Amaya (2013: pág. 17)

Taller: Un tema interdisciplinar con enfoque CTS

Objetivo:

Proponer un tema de proyecto de investigación interdisciplinar en educación CTS, con el fin de ir construyendo una capacidad investigativa en el campo en el contexto educativo de Paraguay

Actividad:

Por grupos de 4 personas, preferiblemente de diferentes áreas de conocimiento, analizar las diferentes opciones relacionadas con la investigación en educación, para seleccionar una de ellas que consideren prioritaria, en lo posible de aplicación en el aula, para el contexto educativo de Paraguay.

- ▷ Justifiquen la elección de la opción.
- ▷ Respondan a los siguientes aspectos en donde se hará la investigación:
 - Nivel educativo (primaria, secundaria, superior).
 - Tipo de educación (formal, informal, clásica, técnica, otra).
 - Localidad (capital, ciudad específica), sector (urbano-rural).
 - Campo académico/población/otro, según la tabla, en donde desarrollarán la investigación.
 - Grado o grupos de grado (si aplica).
- ▷ ¿Qué disciplinas participarán en el proyecto?
- ▷ ¿Qué elementos integradores harán parte del carácter interdisciplinario del proyecto: métodos, teorías, tipos de análisis, recursos, asignaturas específicas, temáticas en común...?
- ▷ Propongan posibles títulos para el proyecto de acuerdo a la idea planteada.
 - Presenten en plenaria las respuestas de cada grupo a los demás asistentes.

Lecturas complementarias:

Anexo 3: *La interdiscipliniedad en educación: una síntesis de sus especificidades y actualización.*

3 El diseño de proyectos en el aula

3.1. Distinciones en los tipos de investigación

Lo primero que se debe aclarar es que, a nivel de los paradigmas en educación, hay que diferenciar los paradigmas socioeducativos⁴ y los paradigmas pedagógicos. Para el caso que nos compete, se tendrán en cuenta los pedagógicos. Al respecto, se debe distinguir aquellos que fomentan la escuela tradicional, en donde el docente es el que detenta el saber; a diferencia de otros, que defienden la participación de los estudiantes y en general de las comunidades educativas.

Un punto de partida es el reconocimiento de la diversidad cultural, en donde asuntos como las metodologías didácticas, los diseños curriculares, los modelos de organización escolar, etc., deberían ocupar un lugar central en la construcción de un paradigma en la investigación educativa. En estos casos el papel del docente es central, pero no único. Como señala Tedesco (1986), un nuevo paradigma educativo que valore el papel del conjunto de los actores sociales debería incorporar el postulado, según el cual todos toman decisiones educativas: los políticos, los docentes, los padres, los estudiantes, los administradores, etc. De este modo, adquiere mucho sentido la investigación participativa o la investigación-acción, que se ha señalado antes en el Capítulo 1.

Amaya (2013) destaca tres grandes tipos de líneas de investigación educativa, como son:

1. La investigación empirista-positivista, de carácter cuantitativo.
2. La fenomenológica o etnográfica, de carácter cualitativo.
3. La socio-crítica, vinculada a la investigación en la acción que puede combinar, según los casos y objetivos de estudio, las líneas de investigación cuantitativa y cualitativa.
4. De nuevo, nos interesa esta última por relacionarse más con CTS y la investigación interdisciplinar, la cual tiene como objeto de investigación la práctica educativa, también denominada investigación-acción. Este tipo de investigación se centra en analizar y controlar cómo se producen los cambios en donde, como se señalaba en el párrafo anterior, participan tanto los expertos como los no expertos o comunidad.

⁴ El paradigma de la teoría educativa liberal; el paradigma economicista (capital humano, recursos humanos, etc.) y el paradigma de los enfoques crítico-reproductivistas.

3.2. Las fases de la investigación: la formulación del proyecto

Teniendo presente lo que nos propone Amaya (2013), vamos a ir por etapas destacando diferentes tópicos a tener en cuenta, igualmente con base en nuestra experiencia. Veamos en la Tabla 8 lo referente a las fases, para ir precisando y complementando en cada una. Las Fases I y II se relacionan con la formulación del proyecto, mientras que las otras 3 tienen que ver con la ejecución. En nuestro caso nos vamos a concentrar en la formulación del proyecto.

Tabla 8. Fases del proceso de investigación en educación

I. Planteamiento de la Investigación	<ol style="list-style-type: none"> 1. Identificación del <i>tema de investigación</i> o de la situación que precisa ser analizada. En su caso, análisis del contexto de investigación. 2. Propuesta de <i>objetivos</i> a lograr. 3. Si es el caso, formulación de <i>hipótesis</i> de investigación para su contrastación.
II. Diseño y Planificación de la Investigación	<ol style="list-style-type: none"> 4. Identificación de <i>variables</i> de estudio y su operativización. 5. Identificación de los <i>sujetos y/o población</i> de estudio. En su caso, selección de la <i>muestra</i>. 6. Elaboración y/o selección de los <i>procedimientos de recogida de información</i>. Planificación de su aplicación. 7. Identificación de los <i>procedimientos de análisis de datos</i>.
III. Ejecución del Diseño de la investigación	<ol style="list-style-type: none"> 8. <i>Aplicación</i> de los procedimientos de recogida de información. Obtención de <i>datos</i>. 9. Tratamiento y análisis de datos. Obtención de <i>resultados</i>.
IV. Interpretación y Reflexión	<ol style="list-style-type: none"> 10. Interpretación de resultados y obtención de <i>conclusiones</i>. Si es el caso, elaboración de la valoración y diagnóstico de la situación analizada en base a criterios de valoración previamente establecidos. 11. Establecimiento de <i>implicaciones para la práctica educativa</i>. En su caso, toma de decisiones para la intervención educativa: orientación y asesoramiento; diseño, ejecución y evaluación de programas, etc.
V. Redacción y Difusión del Informe de Investigación	<ol style="list-style-type: none"> 12. <i>Redacción del informe de investigación</i>. 13. <i>Difusión del informe</i>.

Fuente: Amaya (2013: pág. 20)

Fase I. Planteamiento de la investigación.

Se propone además que se defina un título tentativo, una introducción y un problema de investigación:

Título. Definir un título para el trabajo de grado no es algo banal. Constituye un esfuerzo de interpretación y de síntesis acerca de lo que se quiere hacer. Esto no quiere decir que haya que esperar la finalización de la propuesta para tener un título para el proyecto. Algunos autores sugieren empezar por el título, pues un buen título es ya el proyecto, en tanto define el objeto de trabajo a realizar, las herramientas conceptuales a emplear, la localización del mismo, incluso el horizonte temporal. Es importante comenzar con un título, sabiendo que este podrá ser modificado tan pronto tengamos una mayor claridad sobre lo que se quiere hacer en el proyecto. El título al comienzo es orientador, constituye una declaración de intenciones que permite definir un horizonte hacia donde se quiere ir; por lo tanto, al definir prematuramente el título puede considerarse como un punto de partida que seguramente se modificará más adelante, pero es ya un comienzo que contribuye a aproximar las actividades futuras.

Introducción. La introducción es una parte muy importante del proyecto. Al igual que el título y la tabla de contenido, debe escribirse al comienzo sabiendo, que este puede variar a lo largo del proyecto. La introducción del proyecto no es la misma introducción del informe final; varía porque son distintos los ámbitos a los que se refiere. Pese a que son distintas en sus contenidos, ambas introducciones se asemejan por cuanto dan una idea inicial y relativamente completa del documento que sigue. En ese sentido, una introducción denota un breve recuento de forma relatada y no esquemática acerca del tema y los demás apartes del proyecto.

En la introducción, además del tema de estudio, se hace una breve presentación del problema que se quiere abordar en el proyecto, así como el objetivo principal del trabajo. También se hace una ligera descripción de la metodología a emplear, junto a otras consideraciones que se crea deban darse para que se entienda el propósito y los alcances generales del proyecto. Estos puntos no tienen que ser escritos en un orden minucioso, pero sí deben guardar cierta concatenación, por ejemplo, no se debe hablar de la metodología cuando no se ha hablado antes del problema a resolver.

La introducción es un texto corto, no debe ser muy detallada; busca ofrecer una idea general del proceso de trabajo. Este tipo de introducción se puede considerar como de “síntesis”, por cuanto da una mirada general de lo que se va presentar en las páginas siguientes. La introducción puede utilizar otros recursos expositivos usados con frecuencia, como por ejemplo, el hacer uso de una anécdota, una cita, un interrogante, una analogía, o bien comenzar o hacer uso de breves afirmaciones.

Escribir una buena introducción es cuestión de claridad, de presentar las ideas con sencillez y coordinación, pero también con una cierta forma relatada, pues en una introducción no caben párrafos o subcapítulos, ni tablas estadísticas, aunque sí caben citas y datos que ayuden a forjar al lector una idea de lo que se va a realizar en el proyecto. El objetivo de la introducción, será ayudar al lector a entrar en el proyecto sin prometerle lo que no se le va a dar. Mediante la introducción se define cuál es el tema y su problema principal de investigación y la forma de abordarlo.

Una introducción debe reflejar la coherencia que debe tener el proyecto en todos sus capítulos, ya que un proyecto es, ante todo, la organización de una actividad a realizar de forma coherente. Esto significa que el título sea el adecuado, que los objetivos respondan

a resolver o cambiar la situación que se ha encontrado como problema educativo, que la metodología sea el proceso para llevar a cabo la satisfacción de los objetivos específicos, que el marco conceptual/teórico o estado del arte sea el adecuado para analizar e intervenir el problema; que ese problema se pueda resolver en el tiempo esperado, que la bibliografía y los recursos a usar estén acordes con todo lo que se va a requerir; a todo este proceso le llamamos coherencia y como tal debe reflejarse en la introducción.

Formulación del problema. Plantear un problema de investigación es, a nuestro juicio, el aspecto más importante a considerar en un proyecto, de un buen planteamiento depende que se llegue a la claridad necesaria para formular tanto los objetivos y la metodología posible, entre otros aspectos.

Un problema de investigación no se debe confundir con una necesidad, puesto que esta última implica una carencia, que si bien el proyecto la puede resolver no deja ver el aspecto sintomático y causal de una determinada situación. El problema incluye la necesidad pero no se agota en ella. Un problema de investigación es una construcción intelectual que hay que elaborar, una creación específica a la que se debe llegar. Los problemas no son naturales, no están dados en las cosas o los fenómenos, demandan que los investigadores, y en este caso se incluye a la comunidad educativa, los puedan definir. Esto implica una formulación, a diferencia de las cosas y fenómenos que constituyen una especie de objeto natural, es algo ya dado; los problemas de investigación, en cambio, constituyen un objeto artificial que se elabora con el lenguaje, el cual puede ser un lenguaje matemático.

Una primera condición que hay que aclarar es que un problema de investigación, para los tipos de proyecto que estamos considerando, son problemas enfocados a las prácticas educativas. Una manera de abordar un problema es a través de una pregunta. Construir la pre-

gunta supone una revisión conceptual pero también la utilización de los conocimientos y juicios de los investigadores de varias disciplinas —recordemos además que estamos involucrando a la comunidad educativa—. El problema debería reflejar una situación que queremos mejorar, cambiar o proponer. El problema se expresa mediante síntomas, que pueden ser indicadores (por ejemplo, tasa de deserción escolar). En la educación los problemas son sistémicos, es decir, involucran diversas interrelaciones que dependen unas de otras, que interactúan, se articulan de manera inter-retroactiva u organizacionalmente. En ese sentido, las causas de un problema siempre deben considerarse como causas aproximadas, el análisis sistémico nos indica que es preferible tener presente la forma de cómo se manifiesta el problema, es decir, concentrarse en el “cómo se presenta el problema”. El principio de escepticismo es sano en la investigación, el pensamiento sistémico se concentra en el cómo se presentan los problemas antes que en las causas. Además, todo problema es multicausal, por lo que conviene guardar prudencia por parte de los investigadores.

El problema principal será la base del objetivo general, mientras que los subproblemas constituyen la base de los objetivos específicos. Delimitar el problema supone igualmente definir los recursos y el tiempo disponible para atender esos problemas, dicha reflexión nos ayuda a tener claro qué tanto podemos ocuparnos de un problema de investigación. Delimitar el problema en el documento es precisar el problema principal y los pequeños subproblemas que finalmente vamos a trabajar.

Objetivos. El objetivo general proyecta de manera global el estado deseado a obtener con el proyecto. En algunas metodologías, se formula señalando la situación futura que prevalecerá cuando se resuelvan los problemas. El objetivo general se enuncia como una sola meta, como un gran propósito, lo que se quiere hacer respecto del problema, incorporando a su vez la finalidad a la que se quiere llegar (para qué se va a hacer). En otras palabras, escribir el objetivo general se puede resumir en la ecuación: un propósito + la finalidad. Su formulación debe comprender la posibilidad de tener resultados concretos en el desarrollo de la investigación. Lo que significa que el objetivo debe estar dentro de las posibilidades reales de llevarse a cabo. Para su redacción, bajo riesgo de aparecer un tanto esquemático, se sugiere que se utilicen verbos en infinitivo, los cuales permiten definir la orientación de la acción a cumplir, como por ejemplo: definir, organizar, formular, proponer, orientar, diseñar, plantear, estudiar, analizar, entre otros. El objetivo general debe corresponder con el principal problema diagnosticado en el planteamiento del problema, es como una especie de estado positivo del problema, para lo cual la proposición hecha en el objetivo debe ser factible y limitada al ámbito de aplicación.

Los objetivos específicos corresponden a los propósitos más particulares, son una forma de presentar propósitos por orden de importancia, derivados del gran propósito principal que constituye el objetivo general. Los objetivos específicos anticipan los productos específicos del proyecto, para lo cual puede ser muy útil introducir términos cualitativos y cuantitativos, los cuales puedan estar relacionados con la ejecución, monitoreo y plan de evaluación del proyecto. Determinar los objetivos específicos implica establecer un diagrama de relaciones medios-fin, en donde los medios pueden ser los objetivos específicos, hacia ese gran fin que es el cumplimiento del objetivo general. Los objetivos específicos deben tener una estrecha correlación con los

subproblemas diagnosticados relacionados con el problema principal, de no ser así se estarían formulando objetivos para otra clase de problemas. Los objetivos específicos son prioridades puntuales que deben ser alcanzables con soluciones realistas, lo que nos lleva a preguntarnos por lo que podemos hacer, definiendo cuánto es posible hacer y en qué orden. Formular objetivos específicos también conlleva a prever los obstáculos que se encontrarán en el camino del proyecto, lo que nos esperará más adelante; así como a pensar en los medios para eliminar los obstáculos, para transformar las debilidades en fortalezas y las amenazas en oportunidades. Pensar los objetivos específicos supone entonces preguntarse previamente por:

- ▷ ¿Cómo [hacer]? O bien, la metodología.
- ▷ ¿Quiénes [son]? O bien, los responsables.
- ▷ ¿Cuándo [hacer]? O bien, el cronograma.
- ▷ ¿Recursos? De tipo económicos, físicos, técnicos, otros.

Marco teórico. Más que un listado de teorías y conceptos sacados de un diccionario de educación, se trata de proponer los conceptos en el área que trata el proyecto. Para la filosofía de la ciencia, las teorías científicas son conjuntos de enunciados universales que se representan en sistemas de signos o símbolos. También se consideran como redes que lanzamos para apresar aquello que llamamos «el mundo»: para racionalizarlo, explicarlo y dominarlo. Esta red se puede interpretar siguiendo la metáfora de la malla, en donde los nudos son los conceptos teóricos característicos (ej.: gen, electrón), la conexión entre los nudos es proporcionada por los principios y leyes de la teoría, y su anclaje en el mundo de la experiencia procede mediante reglas semánticas llamadas «principios puente» o reglas de correspondencia que contienen tanto conceptos teóricos como conceptos observacionales, estos últimos con magnitudes completamente medibles (González, et al., 1996). Sin embargo, esta definición, para la ciencia, nos

toca aplicarla con cautela a la investigación en educación y especialmente la educación interdisciplinaria, ya que los conceptos en educación pueden estar fuertemente delimitados por los contextos, sus públicos y disciplinas involucradas.

Los conceptos nos pueden apoyar la verificación experimental, se utilizan para los procesos de validación experimental en un determinado dominio, como cuando hacemos uso de diferentes indicadores para decir que la educación presenta una mejor o menor calidad. Los indicadores relacionan variables para señalarnos el estado de una situación. También los conceptos nos permiten establecer la aceptación de un conocimiento determinado, a partir de la tradición y la autoridad. Por ejemplo, si queremos tener datos confiables en materia de educación y pobreza que proporciona la Comisión Económica para América Latina CEPAL, debido a su tradición, resultan muy confiables.

También usamos conceptos para reforzar o elaborar un comentario de un tema, así como para identificar los errores en un determinado asunto. De igual manera, los conceptos también nos ayudan a traducir enunciados cuantitativos en formulaciones cualitativas y recíprocamente. En ambos casos, se deben determinar los niveles restringidos a que corresponden tales enunciados. También los conceptos pueden ayudar a precisar extensiones y restricciones de la información, como cuando pasamos de una unidad de medida a otra; así como la validez de la misma. De igual manera, los conceptos pueden ayudar a sistematizar proposiciones que se hallan separadas, como cuando tenemos un conjunto de variables relacionadas con la calidad y podemos decir que tenemos o no un sistema educativo con calidad.

En la educación el conocimiento conceptual debe tener en cuenta el conocimiento de orden contextual. Hay que ubicar los conocimientos en su contexto para que adquieran sentido, para determinar los límites de su validez, para que exista una eficacia en términos de los propósitos del proyecto.

Además de los conceptos, también se debería tener claro otra clase de conocimientos que hacen parte del proyecto, como los relacionados con actividades experimentales, o incluso menos formalizados como las habilidades o experticias manuales. Para terminar, no sobra señalar que se debe presentar solo información estratégica, es decir, breve, necesaria y relevante con relación a los objetivos del proyecto.

Fase II. Diseño y planificación de la investigación

Variables. Al respecto, sigamos a Amaya (2013: 42), quien plantea los siguientes interrogantes:

“...qué aspectos o variables de la realidad interesa investigar y qué tipo de relaciones cabe esperar entre ellas, sobre quién se va a centrar el estudio —casos, destinatarios, población, muestra—, qué procedimientos de recogida de información se emplearán para obtener datos sobre la realidad estudiada, y qué técnicas de análisis de datos pueden ser las más idóneas utilizar en función de los objetivos de la investigación, de las variables seleccionadas, de los destinatarios, del tipo y tamaño de la muestra con que se va a trabajar y del método de investigación elegido. Si se tratara de realizar un estudio de investigación en la acción, además de considerar los aspectos anteriores..., cómo se distribuirán las tareas a desarrollar entre los participantes en la investigación, y la previsión y distribución de los recursos a emplear en ella”.

Las variables son los aspectos concretos de estudio que interesa investigar, que pueden manifestarse de modos diferentes a través de categorías, por ejemplo “el nivel de estudios de las personas”, se correspondería con la categoría “estudios”. Operativizar las variables permite definir formas de análisis, medición, comparación, relación, etc., dependiendo si son cuantitativas, cualitativas, discretas o

continuas, entre otras (ver Amaya, 2013, págs. 44-50). Pero aquí es necesario introducir un sesgo, las variables que nos interesan están enfocadas a desarrollar una investigación interdisciplinaria prioritariamente orientada hacia la educación CTS. De modo que las variables pueden hacer referencia a cuestiones de métodos, aspectos conceptuales, enfoques, aproximaciones, etc., que se manifiestan en las prácticas educativas de una o más asignaturas escolares.

Sujetos/participantes. Podemos distinguir los actores participantes de la investigación, de los actores externos que serían estudiados con base en estimaciones estadísticas. Sobre los primeros, ya se comentó en el Capítulo 2 cuando nos referimos a la participación de las comunidades y a la IAP en los procesos de investigación. En el caso del estudio de poblaciones existen diferentes métodos estadísticos que se pueden consultar en Amaya (2013: págs. 51-56; que se anexa al presente Capítulo).

Recogida de la información, las técnicas y las herramientas. Al respecto, las Tablas 9 y 10, con base en Amaya (2013), resultan un buen punto de partida:

Tabla 9: Procedimientos de recogida de información según los objetivos y fines de la investigación

Percepción Social	<ul style="list-style-type: none"> • Conocer lo que las personas piensan de su realidad • Analizar su situación 	<ul style="list-style-type: none"> • Grupos de discusión • Entrevistas en profun • Mesas redondas • Contactos informales • Reuniones • Debates, etc.
Interpretación / Explicación	<ul style="list-style-type: none"> • Analizar la realidad y sus causas • Conseguir una toma de conciencia sobre el aspecto analizado por parte del colectivo implicado en la investigación 	<ul style="list-style-type: none"> • Seminarios • Grupos de discusión • Cuestionarios • Entrevistas en profun • Observación sistemá • Técnica Delphi • Etc.
Proponer alternativas: Diseño de finalidades	<ul style="list-style-type: none"> • Facilitar la creación colectiva de conocimiento: generar ideas • Diseñar cambios • Formular finalidades 	<ul style="list-style-type: none"> • Seminarios • Grupos de discusión • Técnica Delphi • Etc.
Ajustes	<ul style="list-style-type: none"> • Ordenar necesidades • Ajustar expectativas a las posibilidades de actuación • Iniciar la planificación 	<ul style="list-style-type: none"> • DAFO (Debilidades, Amenazas, Fortalezas Oportunidades) • Grupo de discusión • Técnica Delphi • Etc.

Fuente: Amaya (2013: pág. 57).

Tabla 10: Características del cuestionario y la entrevista

<p>Cuestionario</p>	<p>El modo de diseñar un cuestionario puede ser diverso:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Con <i>preguntas de respuesta abierta</i>: las personas expresan libremente su opinión y elegir entre opciones de respuesta previamente establecidas por el investigador. La información se realiza análisis de contenido, de tipo cualitativo • Con <i>preguntas de respuesta cerrada</i>: se elige una o varias respuestas propuestas. Permiten analizar los datos con procedimientos cuantitativos como estimaciones, etc. • Con <i>preguntas de respuesta abierta y cerrada</i>: para complementar información cuantitativa
<p>Entrevista</p>	<p>Preguntas y respuestas con contenidos no siempre delimitados de parte del investigador</p> <p>Comunicación interpersonal presencial entre entrevistador y entrevistado</p> <p>Finalidades:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Obtener información de primera mano sobre las personas y los factores que influyen en ellas (diagnóstico). • Proporcionar a las personas información de interés en los ámbitos personal, social, profesional, etc.(asesoramiento) • Planificar actuaciones conjuntas con las personas para buscar alternativas a los problemas que puedan plantearse (intervención). <p>Se realiza con base en unos objetivos previamente establecidos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • No es una mera conversación espontánea • Relación asimétrica entre entrevistador y entrevistado <p>Información verbal y gestual (comportamiento motor):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tanto del entrevistado como del entrevistador • Garantizar la fiabilidad y validez de la información • Importancia de la observación. • Entrenamiento del entrevistador en habilidades de comunicación <p>Tipos: Estructurada, Semiestructurada y Libre</p> <p>Tres fases fundamentales en su construcción:</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Preparación</i>: fijar finalidad, objetivos, áreas de análisis, grado de estructuración • <i>Ejecución</i>: formulación de las preguntas y recogida de información. Se requiere de habilidades de comunicación • <i>Interpretación</i>: elaboración de conclusiones y previsión de posibles actuaciones

Fuente: Amaya (2013: pág. 64)

Taller: El diseño del proyecto

Objetivo:

Plantear algunos elementos orientados a la elaboración de un proyecto de investigación interdisciplinar con enfoque CTS en el contexto educativo de Paraguay.

Actividad:

Antes de plantear los elementos mínimos del proyecto, por grupos:

- ▷ Señalen cuáles van a ser las disciplinas involucradas en el proyecto y cuáles los actores involucrados.
- ▷ Elaboren un primer borrador sobre el planteamiento del problema, estableciendo los posibles síntomas y causas del mismo.
- ▷ Definan cuál es el problema principal de investigación y cuáles los subproblemas.
- ▷ Luego de haber identificado el problema, procedan a elaborar el objetivo general y los objetivos específicos, contrástelos con el problema principal y subproblemas planteados. Tengan igualmente en cuenta los objetivos de la educación CTS.
- ▷ Elaboren un listado de los conceptos y teorías que va a utilizar, expliquen para qué los van a usar en las diferentes etapas del proyecto y en qué contexto
- ▷ Identifiquen los instrumentos de recolección de información que usarán en el proyecto.

Lecturas complementarias:

Anexo 4: *La investigación en la práctica educativa: Guía metodológica de investigación para el diagnóstico y evaluación de los centros docentes.*

4 La implementación, evaluación y comunicación de proyectos en el aula

Estrategias para promover la interdisciplinariedad en la EIA

Con base en la experiencia de la Escuela de Ingeniería de Antioquia (2013: págs. 33-34), la interdisciplinariedad en los currículos favorece el intercambio de experiencias de aprendizaje y de práctica entre los estudiantes y los profesores, permite acercarse a sus centros de interés, potenciar su talento y optimizar el aprendizaje en tiempo y en recursos. Esto se logra mediante las siguientes estrategias:

- ▷ El estímulo al trabajo didáctico de grupos de profesores y de estudiantes para lograr mayor participación.
 - ▷ El fortalecimiento de las áreas académicas y de su relación con las demás áreas para asegurar contenidos curriculares articulados y proponer prácticas integradoras para la aplicación de las teorías disciplinares en la solución de problemas.
 - ▷ La creación de escenarios de interacción entre los estudiantes y los profesores, proyectos integradores, proyectos de semestre, semilleros, proyectos de investigación o proyectos de extensión.
 - ▷ La fundamentación y enriquecimiento de las asignaturas del núcleo común donde confluyen diferentes campos de formación profesional de los estudiantes y, por lo tanto, diferentes tipos de problemas para solucionar.
- ▷ La implementación de asignaturas y actividades académicas de formación transversal y complementaria.
 - ▷ La articulación entre las disciplinas de las ciencias básicas y la ingeniería aplicada en los pregrados y la integración disciplinaria en las optativas de los postgrados.
 - ▷ La integración de las asignaturas de cada período académico a través de temáticas integradoras o asignaturas integradoras como informática, comunicación y ciencia, el inglés como una segunda lengua, etc.
 - ▷ La creación de espacios comunes y complementarios de formación y de socialización de vivencias y experiencias docentes a través del trabajo en equipo y la interacción cooperativa en un ambiente institucional de estímulo a la creatividad, al espíritu emprendedor y a la evaluación permanente del trabajo coordinado en ambientes diversos y heterogéneos.

Con base en estas experiencias, se pueden plantear las siguientes consideraciones:

- ▷ Se requiere un fortalecimiento de las comunidades que participan en el proyecto, en sus prácticas, en los procesos pedagógicos, en los espacios de encuentro, en los ambientes que propicien la articulación y el trabajo conjunto.
- ▷ En segundo lugar, las disciplinas que participen en el proyecto deben partir de una relación simétrica, de forma que puedan encontrar niveles de relación en términos de las metodologías, enfoques, aproximaciones, puntos de vista, etc.
- ▷ Los participantes en los proyectos pueden tener espacios comunes que favorezcan el diálogo, la tolerancia y el aprendizaje mutuo.
- ▷ A nivel de los recursos, los proyectos requieren encontrar un espacio de implementación, por lo que debe haber un compromiso de la dirección del plantel, centro docente, etc. Sin recursos, es muy probable que no se puedan implementar los resultados.
- ▷ La socialización de un proyecto se facilita cuando las comunidades participan y están informadas de todo el desarrollo del proyecto, de este modo el proyecto no es algo externo a las comunidades.

Taller: La implementación del proyecto

Objetivo:

Plantear algunos elementos orientados a la implementación de un proyecto de investigación interdisciplinaria con enfoque CTS en el contexto educativo de Paraguay.

Actividad:

En grupos elaboren un listado de posibles actividades orientadas a la socialización e implementación de un proyecto. Para tal efecto, definan: recursos, procesos, espacios, tiempos y estrategias.

Referencias

- Abd-El-Khalick, F. (2012). Examining the sources for our understandings about science: enduring conceptions and critical issues in research on nature of science in science education. *International Journal of Science Education*, 34 (3), pp. 353-374.
- Acevedo J. A., Vázquez, A., & Manassero, M. A. El Movimiento Ciencia-Tecnología-Sociedad y la Enseñanza de las Ciencias. *Avaluació dels temes de ciència, tecnologia i societat* (Manassero, Vázquez y Acevedo, 2001). Palma de Mallorca (España) por la Conselleria d'Educació i Cultura del Govern de les Illes Balears.
- Acevedo-Díaz, J. A. & García-Carmona, A. (2016a). "Algo antiguo, algo nuevo, algo prestado. Tendencias sobre la naturaleza de la ciencia en la educación científica". *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 13(1), pp. 3-19.
- Acevedo-Díaz, J. A. & García-Carmona, A. (2016b). "Una controversia de la Historia de la Tecnología para aprender sobre Naturaleza de la Tecnología: Tesla vs. Edison - La guerra de las corrientes". *Enseñanza de las Ciencias*, 34(1), pp. 193-209.
- Acevedo, J. A. (1998). "Análisis de algunos criterios para diferenciar entre ciencia y tecnología". *Enseñanza de las Ciencias*, 16(3), pp. 409-420.
- Aikenhead, G. S., Ryan, A. G. & Fleming, R. W. (1989). *Views on Science-Technology-Society*, Saskatchewan, Canada: University of Saskatchewan.
- Aikenhead, G. S. & Ryan, A. G. (1992). The development of a new instrument: "Views on science-technology-society" (VOSTS). *Science Education*, 76(5), pp. 477-491.
- ARGO (2001). *Ciencia, tecnología y sociedad. Materiales para la educación CTS*. Asturias: Grupo Editorial Norte.
- Ashby, J. A. (1996). What do we mean by participatory research in agriculture? En Centro International de Agricultura Tropical (CIAT), *New frontiers in participatory research and gender analysis. Proceedings of the International Seminar on Participatory Research and Gender Analysis for Technology Development* (pp. 15 – 22). Cali, Colombia: CIAT, publicación No. 294, 1997.
- Bennássar, A., Vázquez, A., Manassero, M. A. & García-Carmona, A. (Coords.) (2010). *Ciencia, tecnología y sociedad en Iberoamérica: una evaluación de la comprensión de la naturaleza de ciencia y tecnología*. Madrid, España: Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura (OEI).
- Borda, F. (1999). Orígenes universales y retos actuales de la IAP (Investigación Acción Participativa). *Análisis Político* (38), pp. 71-88. Recuperado de http://datateca.unad.edu.co/contenidos/403028/UNIDAD_II/Origenes_universales_y_retos_actuales_de_la_IAP.pdf
- Bucchi, M. & Neresini, F. (2008). Science and Public Participation. En Hackett, O. Amsterdamska, Lynch, M., Wajcman (Eds.), *The Handbook of Science and Technology Studies*. Cambridge (MA): MIT Press.
- Collins, H. (1983). "Un programa empírico de relativismo en sociología del conocimiento científico". En: M. González, M. López, J. A. & Luján, J. L. (Eds.), *Ciencia, tecnología y sociedad*. Barcelona: Ariel, 1997.
- Escuela de Ingeniería de Antioquia. (2013). La flexibilidad y la interdisciplinariedad en la Escuela de Ingeniería de Antioquia, Envigado.

- Gibbons, M., Limoges, C., Nowothy, H., Schwartzman, S., Scout, M. & Throw, M. (1994). *La nueva producción del conocimiento. La dinámica de la ciencia y la investigación en las sociedades contemporáneas*, Barcelona, España: Ediciones Pomares-Corredor, S. A.
- González, M. I.; López Cerezo, J. A. y Luján, J. L. (1996). *Ciencia, tecnología y sociedad: una introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología*. Madrid, Tecnos.
- Gordillo, M. M. & Osorio, C. (2003). "Educar para participar en ciencia y tecnología. Un proyecto para la difusión de la cultura científica". *Revista Iberoamericana de Educación, OEI*, (32). Recuperado de <http://rieoei.org/rie32ao8.htm>
- Gordillo, M. M. & Osorio, C. (2012). "Comunidad de educadores iberoamericanos para la cultura científica. Una red para la innovación". *Revista Iberoamericana de Educación, Monográfico: Educación para la cultura científica*.
- Hacking, I. (1996). *Representar e intervenir*, México: Paidós-UNAM, 2001.
- Jacob, F. (1982), *El juego de lo posible*, México: Grijalbo.
- Janstsch, E. (1972). *Technological planning and social futures*, Londres, Inglaterra: Cassell.
- Knorr-Cetina, K. (1999). *Epistemic cultures*, Cambridge: Harvard University Press.
- Kuhn, T. S. (1962/1970). *La estructura de las revoluciones científicas*, México: FCE, 2000.
- Latour, B. (1999). *La esperanza de pandora. Ensayos sobre la realidad de los estudios de la ciencia*, Barcelona: Editorial Gedisa, 2001.
- Lederman, N. G. (2007). Nature of science: past, present, and future. En S. K. Abell & N. G. Lederman (Eds.), *Handbook of Research on Science Education* (pp. 831-879). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Lenoir, Y. (2013). Interdisciplinarietà en educação: una síntese de sus especificidades y actualización. *Interdisciplina I*, (1), pp. 51-86.
- López, J. A. (2004). Introducción a la noción de ciencia. En: *Curso de Especialista en CTS+I*. Madrid: OEI.
- Manassero, M. A., Vázquez A. A. & Acevedo, J. A. (2001). *Avaluació dels temes de ci ncia, tecnologia i societat*. Palma de Mallorca: Conselleria d'Educaç  i Cultura del Govern de les Illes Balears.
- Martínez, R. (2007). La investigación en la pr ctica educativa: Guía metodol gica de investigación para el diagnóstico y evaluación en los centros docentes. Ministerio de Educación y Ciencia Dirección General de Educación, Formación Profesional e Innovación Educativa. Secretaría General T cnica, Madrid: Catálogo de publicaciones del MEC
- Merton, R. K. (1949). *Teoría y estructuras sociales*, México: F.C.E., 1995.
- Niaz, M. (2009). Progressive transitions in chemistry teachers' understanding of nature of science based on historical controversies. *Science & Education*, 18(1), pp. 43-65.
- Ortiz, E. A. (2012). La interdisciplinarietà en las investigaciones educativas. *Revista Didasc lia*, III(1), pp. 1-12.
- Pérez, N. & Setién, E. (2008). La interdisciplinarietà y la transdisciplinarietà en las ciencias. Una mirada a la teoría bibliol gico-informativa. *Revista Cubana de Información en Ciencias de la Salud*, 18(4), pp. 1-19.
- Pestre, D. (1994). Comment écrit-on l'histoire des sciences: nouveaux objets, nouvelles pratiques et liens avec l'histoire culturelle et social. En: *Seminaire*, 4 Octobre 1994, Paris: La Villette.
- Pickering, A. (Ed.). (1992). *Science as practice and culture*, Chicago: The University of Chicago Press.
- Pickering, A. (Ed.). (1992). *Science as practice and culture*, Chicago: The University of Chicago Press.
- Reen, O., Webler, T. & Wiedemann, P. (1995). *Fairness and Competence in Citizen Participation*, Netherlands: Springer Netherlands.
- Rowe, G. & Frewer, L. (2005). A Typology of Public Engagement Mechanisms. *Science, Technology, & Human Values*, 30(2), pp. 251-290.

- Tedesco, J. A. (1986). Los paradigmas de la investigación educativa. Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo (CIID) del Canadá y publicado posteriormente en el No. 38 de *Contribuciones*. Programa FLACSO - Santiago de Chile.
- Vilches, A., Macias, O., & Gil, D. Década de la educación para la sostenibilidad. Documentos de trabajo 01. Madrid: OEI.
- Vygostki, L. (1933/1993). *Pensamiento y lenguaje*, Argentina: La Pléyade.
- Waight, N. & Abd-El-Khalick, F. (2012). Nature of Technology: Implications for design, development, and enactment of technological tools in school science classrooms. *International Journal of Science Education*, 34(18), pp. 2875-2905.



**CÁTEDRA
DE CIENCIA
TECNOLOGÍA
Y SOCIEDAD**
PARAGUAY



Organização
dos Estados
Ibero-americanos
Para a Educação,
a Ciência
e a Cultura



Organización
de Estados
Iberoamericanos
Para la Educación,
la Ciencia
y la Cultura

ISBN: 978-99967-829-8-5

