

La investigación interdisciplinaria: la enseñanza por proyectos

.....

CARLOS AUGUSTO OSORIO MARULANDA

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

**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, 2018.

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 978-99967-867-8-5



La investigación interdisciplinaria: La enseñanza por proyectos

.....
**CARLOS AUGUSTO
OSORIO MARULANDA**

Contenidos

Presentación	5
1. Ciencia y tecnología: elementos para la investigación educativa	7
1.1. Ciencia, tecnología e investigación científica	7
1.1.1. Mito y ciencia.....	8
1.2. Aproximaciones epistemológicas	9
1.2.1. Método científico y empirismo lógico	10
1.3. La reacción al positivismo lógico	12
1.4. La noción de práctica científica	14
1.5. Enfoques sobre la tecnología.....	16
2. Elementos sobre investigación en educación CTS	21
2.1. Enfoques y experiencias de investigación en educación CTS en Iberoamérica	22
3. Enfoque multidisciplinario para proyectos de investigación en educación CTS	32
3.1. Enfoques sobre la interdisciplinariedad	32
3.2. La interdisciplinariedad educativa.....	33
3.3. La transdisciplinariedad	35
3.3.1. La participación de la comunidad en la investigación	36
3.4. ¿Qué investigar en la educación de Paraguay?	39
4. El diseño de proyectos de investigación educativa	41
4.1. Distinciones en los tipos de investigación.....	41
4.2. Las fases de la investigación: la formulación del proyecto	41
4.3. Elementos sobre la implementación de proyectos en el aula	48
Referencias.....	49

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 sus niveles. Mediante la investigación es posible identificar los problemas pedagógicos que se presentan en el aula y definir los correctivos necesarios para mejorar la enseñanza, como también realizar el seguimiento y evaluación de los procesos y actividades que se implementan.

Este tipo de investigación enfocado a las prácticas educativas y en donde los propios docentes son los gestores del proceso constituye uno de sus múltiples campos. También la investigación puede abarcar el papel de las instituciones educativas en el proceso de aprendizaje, la forma en que se gestiona en sus diferentes niveles, la participación de los diferentes actores de la comunidad educativa y, en general, la definición de espacios, mecanismos, recursos y modelos del sistema educativo. Según Amaya (2007), gracias a la investigación educativa se pueden identificar y diagnosticar las necesidades educativas, promover los cambios en las prácticas de aula, organizar los centros e institutos y mejorar los procesos de convivencia y resolución de conflictos que se generan entre los diversos agentes de la comunidad educativa.

Los campos de la investigación educativa son numerosos; por ejemplo, definir políticas públicas, analizar el retorno económico y social de la inversión en educación, orientar las prioridades educacionales de un país o región, 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, 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 educación para el trabajo, los problemas de la calidad educativa o la implementación de campos transversales del currículo como la educación ambiental, por mencionar unos pocos ejemplos. En la región latinoamericana hay un amplio registro de experiencias, políticas, seguimientos, documentos, incentivos, programas, cursos, etc. relacionados con la investigación educativa. En los portales educativos de los ministerios de educación, los observatorios de educación, las organizaciones no gubernamentales –oenegs–, fundaciones públicas y privadas e instituciones internacionales como Unesco, Cepal, OEI, OEA, entre otras, se registra buena parte de la investigación educativa de la región.

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 revistas y documentales especializados, centros de investigación y documentación en educación y 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, organizado en cuatro unidades o secciones, algunos aspectos relacionados con la investigación educativa. Dado el inmenso 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 concentra en temas de investigación educativa relacionados con las prácticas de aula desde la educación en Ciencia, Tecnología y Sociedad, bajo una perspectiva interdisciplinaria. El propósito del módulo se orienta hacia la realización de 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 la educación básica como universitaria. En este sentido, las actividades propuestas a lo largo del Módulo estarán enfocadas a la elaboración de un perfil de proyecto de investigación en educación CTS con carácter interdisciplinar. Recordemos que 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 la primera sección o módulo de contenidos se presentan algunas de las imágenes tradicionales de la ciencia y la tecnología y las consecuencias que de ellas se derivan para los procesos investigativos. Como parte de este primer apartado, también se incluirán algunos elementos que caracterizan a la tecnología. Tales elementos se contrastan con las imágenes que sobre la ciencia y la tecnología nos aportan los enfoques CTS. Por ejemplo, las características de la ciencia en su concepción tradicional y sus implicaciones sobre el tema del método científico, por mencionar lo más representativo, implican unas consecuencias respecto del quehacer investigativo. Los estudios en Ciencia, Tecnología y Sociedad nos proporcionan otros elementos respecto del tema de la investigación, al destacar la participación de otros actores sociales distintos a los científicos e ingenieros y señalar la importancia de las prácticas en la actividad científica. De este modo, contribuyen a sentar otras bases para el proceso educativo en la enseñanza

de las ciencias y de la tecnología.

La segunda unidad incluye diversos aspectos sobre la educación CTS, con especial énfasis en las características de la investigación educativa relacionadas con las prácticas de aula, de acuerdo con algunas experiencias iberoamericanas. Mientras que en la tercera unidad 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 en educación); sobre estos tipos de proyectos se buscará proponer acercamientos conceptuales en base a diversos enfoques.

La cuarta y última unidad está más enfocada a precisar metodológicamente el perfil del proyecto que se debe formular como parte de las actividades del módulo. Esto significa la formulación de un problema de investigación, la definición de unos objetivos, el marco teórico, la metodología, entre otros aspectos. En cualquier caso, no se debe olvidar que se trata de proyectos de educación CTS, con enfoque interdisciplinar. De igual manera, se incluirán elementos sobre la planeación para la realización del proyecto y para su implementación, evaluación y comunicación. Implementar los resultados de un proyecto es un asunto complejo y requiere de la voluntad institucional, encabezada por la dirección del centro educativo. 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 este tipo de proyectos y, conjuntamente con los participantes, identificar los aspectos prioritarios para llegar a implementarlos en el aula.

1 Ciencia y tecnología: elementos para la investigación educativa

1.1. Ciencia, tecnología e investigación científica

La ciencia constituye hoy día uno de los asuntos más importantes de las actividades humanas. 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 familiar aún lejano, al cual, cuando se lo intenta definir en el lenguaje corriente, se identifica 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 Sociedad¹.

La presente unidad busca establecer algunas consideraciones básicas acerca de la ciencia

¹ El enfoque CTS presentaba en sus orígenes dos tendencias separadas, con fines distintos. Una CTS activista, surgida de la preocupación por los efectos indeseables del desarrollo científico-tecnológico, que respondía al acrónimo «Ciencia, Tecnología y Sociedad»; y otra CTS más académica, enfocada al análisis de la construcción del conocimiento a partir de la sociología, la historia y la filosofía de la ciencia, que utiliza la etiqueta «Estudios en Ciencia y Tecnología», como también «Estudios Sociales de la Ciencia» (González, 2004). En cualquier caso, las «fertilizaciones cruzadas» entre diferentes perspectivas son frecuentes (Cozzens, 2001, citado por González, 2004).

y la tecnología, a partir de las comparaciones entre las imágenes tradicionales acerca de estos tipos de conocimiento y las que aportan los estudios CTS. Cabe señalar que la elección de los tópicos a tratar de ningún modo pretende ser exhaustiva; se trata más bien de una comprensión introductoria de la ciencia y su articulación con la tecnología y la sociedad. En particular nos interesa mostrar algunos aspectos que podrían ser relevantes para tener en cuenta las características de la investigación educativa con enfoque CTS.

1.1.1. Mito y ciencia

El vocablo *ciencia* deriva del latín *scientia*, sustantivo etimológicamente equivalente a *saber*, a *conocimiento*. Sin embargo, hay saberes que nadie calificaría de científicos, lo que nos permite preguntarnos: ¿Qué diferencia a la ciencia del resto de saberes y en general de la cultura? ¿Por qué 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 distinguirlo 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 la ciencia y el mito, siguiendo la propuesta del biólogo François Jacob (1982). Veamos entonces la comparación entre conocimiento científico y conocimiento mítico, este último como una de las formas del conocimiento que tiene que ver con nosotros.

Empecemos por lo que todos conocemos: el mito. Se define como un relato que ofrece explicaciones coherentes, libre de contradicciones internas. El mito da respuesta a las incógnitas de la existencia humana y cósmica. El mito es infinito o para todos los tiempos, se transmite oralmente o por escrito y pretende ayudar a vivir a los hombres. El mito transmite valores de contenido moral y finalmente se comporta casi como una ley en la 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 tiene en su capacidad de dar explicaciones de todas las cosas, tanto de las terrenales como de aquellas que nos depara la muerte. Su poder reside en la creencia, 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: el mito se reinterpreta continuamente frente a los acontecimientos que se van sucediendo a lo largo de la historia humana. Si pudiéramos hablar de método en el caso del mito, nos atreveríamos a decir que se trata de interpretar continuamente el presente mediante alegorías y relatos antiguos.

Todo indica que no podemos vivir sin mitos. Surgieron con los hombres y su necesidad de explicar el mundo. El mito es lo que se puede denominar un sistema de representaciones, es decir, una estructura de pensamiento para interpretar un mundo posible y explicar lo desconocido. No parece factible que desaparezca de la vida de la sociedad.

La ciencia, a diferencia del mito, es un modo de pensamiento que explica el mundo a partir de explicaciones parciales; no puede dar respuesta a todo, puesto que sus teorías y experimentaciones solo abarcan una parte de la realidad; es más, ella construye una realidad

particular. Explicar una parte de la realidad es lo que 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; las transformaciones moleculares de la materia, en cambio, 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 las teorías y experimentaciones puedan generar explicaciones sobre una determinada realidad.

Tenemos entonces que la ciencia, a diferencia del mito, es un tipo de saber que ofrece explicaciones parciales sobre la realidad o sobre ciertos aspectos del mundo. La tendencia actual se orienta a que las ciencias trabajen juntas para producir una mayor aproximación a 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 al mito no le permite volverse ciencia? ¿Qué es entonces lo propiamente científico?

El mito se diferencia de la 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 sistema de símbolos provenientes del pasado, del que extrae todas las verdades para explicar el presente. 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 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, o que hay nuevas teorías que sustituyen a las anteriores.

1.2. Aproximaciones epistemológicas

Nos dice José Antonio 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 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 serían 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 daría como resultado una imagen de 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), con-

siste 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 surgían no tanto por la aplicación de un método sino por múltiples causas, algunas de ellas vinculadas a la inspiración, al azar, a los contextos internos a las teorías, a los condicionamientos socioeconómicos; en todo caso, sin seguir procedimiento reglamentado alguno. Este primer rechazo del empirismo clásico generó una nueva forma de entender el método científico, que pasó a ser entendido como un procedimiento de justifi-

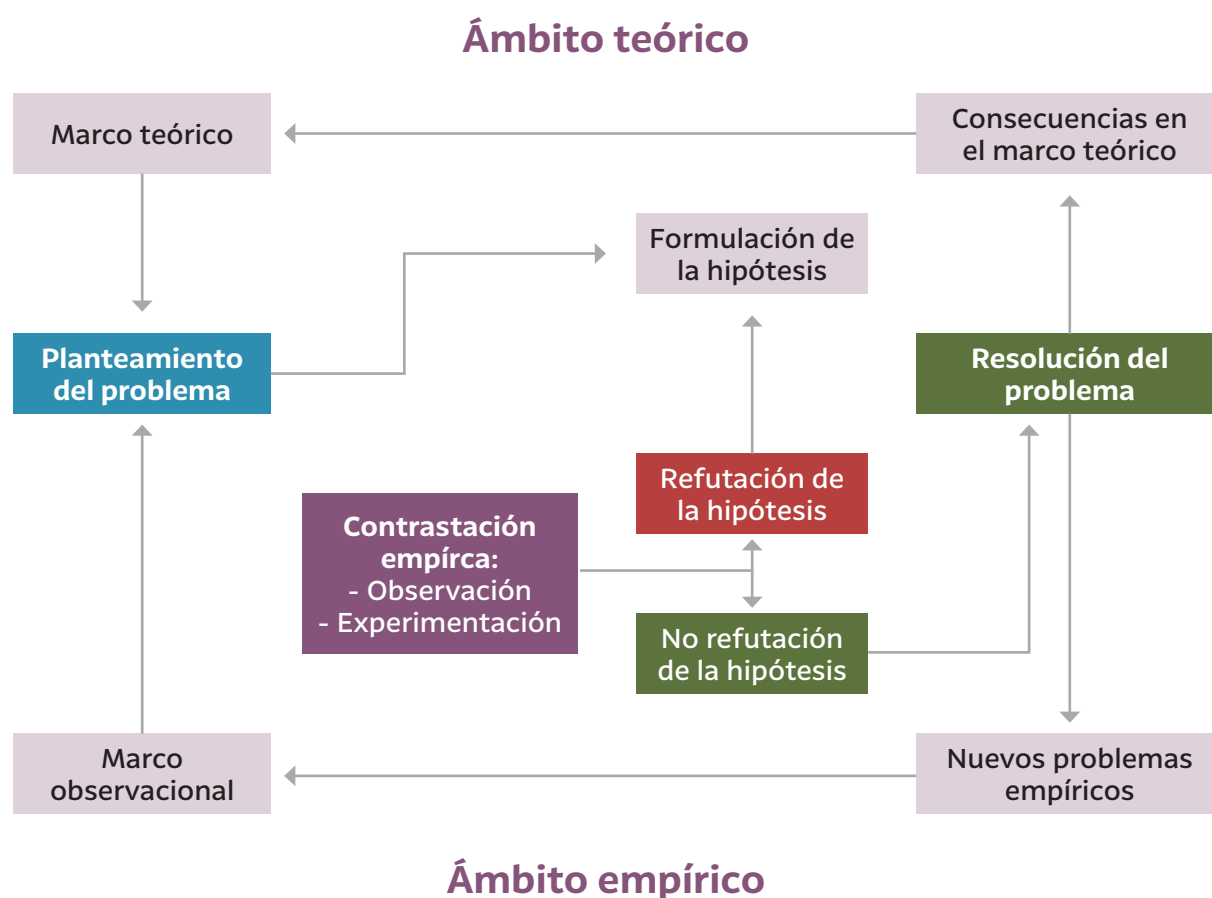
cación posterior y no de génesis o descubrimiento.

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 uno observacional. El primero está constituido por el conjunto ordenado de ideas de una 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 dentro de su marco teórico correspondiente (Grupo Argo, 2001). En palabras de Karl Popper, este método consiste en conjetura y refutación: si las conjeturas o hipótesis pasan la contrastación, son verdaderas; si no pasan, hay que revisarlas o inventar otras. La racionalidad científica sería ante todo cuestión de método.

Las hipótesis son las soluciones que se proponen para explicar o resolver los problemas de la investigación; se formulan con base en el marco teórico. La contrastación de las hipótesis se lleva a cabo mediante el diseño de experimentos. Si la hipótesis no es refutada, si logra obtener los resultados previstos, entonces se convierte en la solución del problema. 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 proble-

Figura 1. El método científico



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

máticos y que desencadenaron el proceso pasan ahora a formar parte del conjunto de fenómenos cuya observación es coherente con la teoría, tal como se ejemplifica en la Figura 1.

Esta concepción clásica considera a la ciencia como un conjunto de teorías verdaderas o aproximadamente verdaderas. Las teorías serían conjuntos de enunciados, y la ciencia, con su diversidad de disciplinas, constituiría un gran sistema axiomático².

Desde la educación CTS es posible identificar algunas consecuencias de esta manera de asumir la ciencia en términos del aprendiza-

je escolar. Vilches y Furió (1999) lo ilustran al señalar que en el aprendizaje de ciencias se suelen presentar diversas deformaciones que proporcionan una imagen de la naturaleza de la ciencia con características como las siguientes:

- **Visión rígida:** el método científico se presenta como una serie de etapas que deben ser seguidas mecánicamente;
- **Visión ahistórica:** los conocimientos se presentan sin mostrar su evolución histórica;
- **Visión acumulativa, lineal:** el conocimiento se muestra como siguiendo una evolución lineal sin momentos de crisis o conflictos, un concepto precede a otro como si fuese algo natural;
- **Visión individualista:** se reproduce la visión

² Para una ampliación de las diferencias entre las teorías y leyes científicas, ver Acevedo (2017a).

de los científicos como genios aislados, como los protagonistas de los avances de la ciencia, se ignora el entramado colectivo que supone el trabajo científico con grupos de investigación, la mayoría de las veces de diversos países, en un mismo proyecto;

- Visión velada, «elitista»: se presenta el trabajo científico como algo reservado a pequeñas minorías especialmente dotadas;
- Visión descontextualizada, socialmente neutra: se olvidan las complejas relaciones de la ciencia con la sociedad; la ciencia aparece como una actividad neutral, sin intereses distintos a la generación de conocimientos.

Trabajos más recientes, como los de Acevedo y García (2016^a, 2016b, 2017b, 2017c), destacan igualmente lo alejadas que están, la mayoría de las veces, las visiones de estudiantes y docentes respecto de lo que se conoce como *naturaleza de la ciencia y naturaleza de la tecnología*. Al respecto, se trata de un metacognocimiento, como se verá más adelante, que aborda los aspectos epistémicos y extraepistémicos como parte del proceso de aprendizaje de las ciencias y la tecnología.

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 qué rige su cambio. Kuhn tomaba la pregunta sobre qué es la ciencia en su aspecto dinámico: cómo es la ciencia. 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 durante los cuales se acumulan problemas de conocimiento sin lograr ser resueltos, enigmas que quedan planteados, y la forma en que la comunidad científica los atiende no permite aclararlos. Estos períodos estables en los que se acumulan los problemas científicos pertenecen a un tipo de ciencia que Kuhn denominó *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 ofrece 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 problemas) y el paradigma como matriz disciplinaria, problemas y objetivos comunes que los grupos de investigadores comparten, al igual que valores, normas y suposiciones básicas (Hacking, 1996).

En periodos de ciencia normal, las innovaciones son poco frecuentes, ya que el trabajo científico se concentra en la aplicación del paradigma y en la acumulación de problemas o enigmas del conocimiento que no logran ser resueltos. Tal acumulación de problemas puede inducir a nuevas investigaciones que conducen a desencadenar posibles revoluciones científicas.

La ciencia de la revolución científica se caracteriza por el rechazo de la comunidad cien-

tífica del 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 formula un nuevo paradigma que resuelve los problemas que se habían acumulado en el período de 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 descrito por el paradigma anterior para ver con nuevos ojos los problemas científicos. Una vez que 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 científico.

Nos dice Kuhn (1962) que uno de los elementos que permite reconocer el carácter cambiante de la ciencia lo constituye el texto de enseñanza de ciencia. Los textos de ciencias se caracterizan por ser objetos que se elaboran de acuerdo con 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 presentaban dos características fundamentales: buscar la manera de atraer partidarios al trabajo científico y, en segundo lugar, plantear problemas que requieran ser resueltos.

¿Qué nos aporta la lectura de Kuhn respecto de nuestros propósitos de formación en los temas de la investigación educativa con enfoque CTS? Siguiendo a Hacking (1996), podemos concluir lo siguiente:

- En primer lugar, tener en cuenta el carácter cambiante de la ciencia, ya que muchos de los conceptos de una ciencia se sustituyen a la luz de una revolución científica.
- La unidad de la ciencia a partir de un método, tal como se planteaba desde el po-

sitivismo lógico, termina por ser una débil imagen de la misma, debido a que cada ciencia tiene herramientas diferentes para plantearse los problemas de investigación.

- La ciencia no avanza en función de la aprobación de hipótesis sino de compartir paradigmas por una comunidad científica.
- La ciencia se realiza en equipo; no es un asunto de inspiraciones solitarias: por el contrario, mientras mayor es la interacción de un grupo de investigación con su comunidad académica, mayor es la posibilidad de compartir experiencias, proyectos, ideas, nuevos problemas de investigación, etc.
- Los factores sociales e históricos inciden en las comunidades científicas, algunas veces en la producción de sus teorías, otras veces como condicionantes para el surgimiento de las mismas.
- Para Kuhn, lo relacionado con las hipótesis, las teorías y experimentaciones no puede separarse del contexto de descubrimiento, es decir, importa tanto la pregunta acerca de quién hizo el descubrimiento, como la pregunta sobre cuándo y dónde se llevó a cabo.
- La ciencia normal no sería tanto una resolución de acertijos. Una parte de ella se ocupa de la articulación matemática de la teoría para que sea más legible; otra parte, de su aplicación tecnológica. La ciencia normal no tiene como objetivo la confirmación ni la contrastación de la teoría, la verificación o la falsación. Lo que hace es acumular un cuerpo de conocimientos en dominios particulares. Las nuevas teorías nacen ya comprobadas, 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, en tanto constituyen la noción de prueba sobre proposiciones teóricas o hipótesis alternativas. En la idea de ciencia que imperó hasta los años 70 del siglo XX, las prácticas experimentales 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*, dependiente de las teorías. Además, 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 y los valores contextuales no eran considerados (Acevedo, 1998).

Con los estudios CTS, las prácticas empiezan a ser consideradas como formas de hacer el conocimiento, tanto en 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, los experimentos y los grupos científicos. El interés explícito por las prácticas debemos entonces buscarlo en el surgimiento de los diversos programas de investigación de los estudios CTS, especialmente el Programa Empírico del Relativismo o EPOR (siglas en inglés), el Pro-

grama Social Constructivista de la tecnología o SCOT (siglas en inglés) y especialmente los Estudios de Laboratorio.

La visión sociológica que aportan los estudios CTS cuestiona la imagen tradicional de la ciencia basada en un método y un código ético. Considera 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 que se desprende de los enfoques CTS, se presenta en la Tabla 2.

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. En segundo lugar, 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 desvanecerse el universalismo del método científico mediante el análisis de las controversias. Este análisis, 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 diferentes. No existe un modo operatorio universal (método científico) que trascienda las particularidades de los lugares y por consiguiente los debates y los medios específicos.

En oposición a la idea de que la ciencia es solo un sistema de enunciados, se reconoce,

Tabla 2. Racionalismo y relativismo

Racionalismo	Relativismo (CTS)
La ciencia es conocimiento objetivo, racional, verdadero.	El conocimiento trata de creencias aprobadas colectivamente.
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 de la formación del conocimiento.	La sociología explica la formación del conocimiento.

Fuente: Elaboración propia.

entonces, desde 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, involucra juicios situados contextualmente, juicios construidos a la luz de elementos diversos, articulados en 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, que algunas experimentacio-

nes conducían a análisis teóricos, como sucedió con 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 se trataría de una teoría que fijase 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 opera. En ese sentido, podríamos atrevernos a proponer tres tipos de prácticas inherentes al trabajo científico: las prácticas teóricas, las prácticas experimentales y las prácticas de 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

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 y otros (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 formas de diferenciación técnica y social, de ahí la especificidad de los distintos laboratorios (Korr-Cetina, 1999).

Finalmente estarían las prácticas de negociación, guiadas por intereses y objetivos que van revisándose y ajustándose en interacción con las prácticas teóricas y experimentales y que 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. Enfoques sobre la tecnología

La conceptualización sobre la tecnología es diversa, plural, depende del enfoque que utilizamos, como de los intereses de los actores sociales involucrados. Además, no presenta el mismo significado en el presente que en el pa-

sado, como tampoco se presentan las mismas definiciones por parte de las personas en el uso corriente de la misma.

Tal pluralidad de expresiones sobre la tecnología ocurre igualmente en docentes y estudiantes. Con todo, es posible entender la tecnología, al menos desde tres grandes enfoques: la visión artefactual, que parte de las máquinas y herramientas, la visión intelectualista o científica, que considera la tecnología como la aplicación de la ciencia, y la visión sistémica, que considera la tecnología como un sistema tecnológico compuesto por diversos componentes. Cada uno de estos enfoques presenta algunas especificidades que inciden en los aspectos investigativos y educacionales. Veamos brevemente este punto.

Enfoque artefactual

Según González, López y Lujan (1996), «la concepción artefactual o instrumentista de la tecnología es la visión más arraigada en la vida ordinaria. Se considera que las tecnologías son simples herramientas o artefactos contruidos para una diversidad de tareas». Se trata de una imagen según la cual la tecnología tendría siempre como resultado productos industriales de naturaleza material, que se manifiestan en los artefactos tecnológicos considerados como máquinas. Automóviles, teléfonos y computadoras serían ejemplos, entre otros muchos, de artefactos tecnológicos en los que se cumplirían las condiciones de la definición artefactual de la tecnología.

Esta imagen artefactual tiene otra connotación de grandes alcances, que consiste en separar los objetos tecnológicos de su entramado social. Bajo esta perspectiva se considera que las tecnologías son productos neutros que pueden ser utilizados para el bien o para el mal, siendo la sociedad la responsable de su uso, ya que la tecnología no respondería más

que al criterio de la utilidad y la eficacia y nada tendría que ver con los sistemas políticos o sociales en los que está inserta. Pues bien, es posible hacer otra lectura de los mismos objetos tecnológicos, al considerar que la tecnología es un sistema de acciones que plasman intereses sociales, económicos y políticos de aquellos que diseñan, desarrollan, financian y controlan una tecnología. «Lejos de ser neutrales, nuestras tecnologías dan un contenido real al espacio de vida en que son aplicadas, incrementando ciertos fines, negando e incluso destruyendo otros» (Winner, 1977). Esta idea de tecnología artefactual neutral tiende a convertir a los científicos e ingenieros en aquellos que detentan el derecho a decidir lo que es tecnológicamente «correcto y objetivo», dejando por fuera la participación de la comunidad en toda decisión tecnológica.

La concepción artefactual de la tecnología está muy arraigada en los procesos educativos. Con frecuencia, los estudiantes y los mismos docentes tienden a representar la tecnología como máquinas y herramientas, y especialmente como productos de las nuevas tecnologías de información y comunicación. De este modo, se reduce la representación de la tecnología a los computadores, teléfonos, redes, etc. Si bien todos estos artefactos son tecnología, la tecnología es mucho más que esto, involucra cierto tipo de actividades, métodos, conocimientos, formas organizativas y culturales.

Enfoque intelectualista

Otro punto de vista muy extendido sobre la tecnología es considerarla como ciencia aplicada. Le subyace un modelo del progreso humano que se preconiza desde mediados del siglo XX y que se puede enunciar de la siguiente forma: «A mayor ciencia, tendremos más tecnología y por consiguiente más progreso económico, lo que nos trae inevitablemente más

progreso social». Esta ecuación es de cierta forma cuestionable; si bien son muy importantes los avances de la investigación científico-tecnológica, esta forma de entender la relación entre ciencia y tecnología no tiene en cuenta otros productos que pueden surgir de ella, como, por ejemplo: contaminación, mayor riesgo tecno-científico, más desigualdad entre ricos y pobres (cuando los menos favorecidos no pueden acceder a los productos y servicios tecnológicos), incremento del desempleo relacionado con los cambios tecnológicos (aunque el desempleo no depende exclusivamente de la tecnología).

En términos generales, se puede considerar que, aunque la conceptualización de la tecnología como ciencia aplicada ha sido históricamente muy importante, hoy día es difícil de defender. Considerar la tecnología como ciencia aplicada ha influido en presupuestos filosóficos que reducen la tecnología a un conjunto de reglas tecnológicas, reglas que serían consecuencias deducibles de las leyes científicas; por consiguiente, el desarrollo tecnológico dependería de la investigación científica (Niiniluoto, 1997). Sin embargo, parece existir consenso en la visión de la ciencia y la tecnología como dos subculturas simétricamente interdependientes, de modo que las tecnologías podrían igualmente generar teorías propias, sin desconocer que también podrían producirse por casos de aplicación de la misma ciencia.

El conocimiento tecnológico

El conocimiento presente en las actividades tecnológicas puede clasificarse en cinco tipos: habilidades técnicas, máximas técnicas, leyes descriptivas, reglas tecnológicas y teorías tecnológicas (Bunge, 1969; Mitcham, 1994). Describamos brevemente cada uno de estos tipos de conocimiento (García, et. al, 2001):

Habilidades técnicas: las habilidades técnicas son *saber-cómo* que se adquieren por ensayo y error y se transmiten por imitación. Se trata de un tipo de conocimiento que es en gran medida tácito y no discursivo. Por ejemplo, es el conocimiento del operario que aprende en el banco de trabajo cierta actividad, la cual no está contenida en un manual de instrucciones;

Máximas técnicas: las máximas técnicas son 'saber-cómo' codificado. Describen el procedimiento a seguir para conseguir un resultado concreto. Se trata de un conocimiento adquirido por ensayo y error, pero transmisible lingüísticamente. Siguiendo el ejemplo anterior, se trataría del saber sistematizado en un manual o bien enseñado por alguien, pero no a través de la imitación sino mediante un procedimiento definido;

Leyes descriptivas: se trata de generalizaciones derivadas directamente de la experiencia, por lo que se las denomina también *leyes empíricas*. Sin embargo, no son leyes científicas, porque no forman parte de un entramado teórico que las explique. Siguiendo el ejemplo citado, podemos considerar que corresponden al conjunto de conocimientos generalizados en un proceso de trabajo, los cuales siempre confirman su validez por la práctica que se hace con ellos, pero no dependen o no han sido formulados a partir de una teoría científica;

Reglas tecnológicas: las reglas tecnológicas son formulaciones lingüísticas para realizar un número finito de actos en un orden dado; representan teóricamente el saber tecnológico. Se trata de normas que se caracterizan por estar fundamentadas científicamente, las reglas indican cómo se debe proceder para conseguir un fin determinado. Una regla tecnológica está fundamentada en leyes científicas mediante enunciados que se refieren a las acciones; por ejemplo, el enunciado «El agua hierve a 100 °C» es un enunciado científico, y el enunciado «Si se calienta el agua a 100 °C, entonces her-

virá» es un enunciado que introduce la acción de calentar. La regla tecnológica se enunciaría entonces de la siguiente forma: «Para hervir el agua es necesario calentarla a 100 °C».

Teorías tecnológicas: una teoría puede tener relevancia para la acción, bien porque suministre conocimiento sobre los objetos a los que se aplica la acción, bien porque nos informe sobre la acción misma (Bunge, 1969). En el primer caso se trataría de aplicaciones de las teorías científicas; mientras que en el segundo caso son teorías operativas, en donde intervienen acciones del complejo hombre-máquina en situaciones aproximadamente reales; es decir, nacen en la investigación aplicada. Sin embargo, esta manera de colocar las teorías de la tecnología como exclusivamente dependientes de la ciencia es siempre una interpretación discutible.

Enfoque sistémico

Desde este enfoque podemos definir la tecnología como sistemas diseñados para realizar alguna función. Hay que aclarar que se cuenta con diversos enfoques sobre los sistemas tecnológicos; aquí solo se va proponer uno de ellos, el del historiador de la tecnología Arnold Pacey denominado *práctica tecnológica*. Consideramos que este enfoque ayuda a forjar una comprensión sistémica de la tecnología³.

Se habla de tecnología como sistema, y no solo como artefactos o como aplicación de la ciencia, al hacer referencia al producto de una unidad compleja de la que forman parte

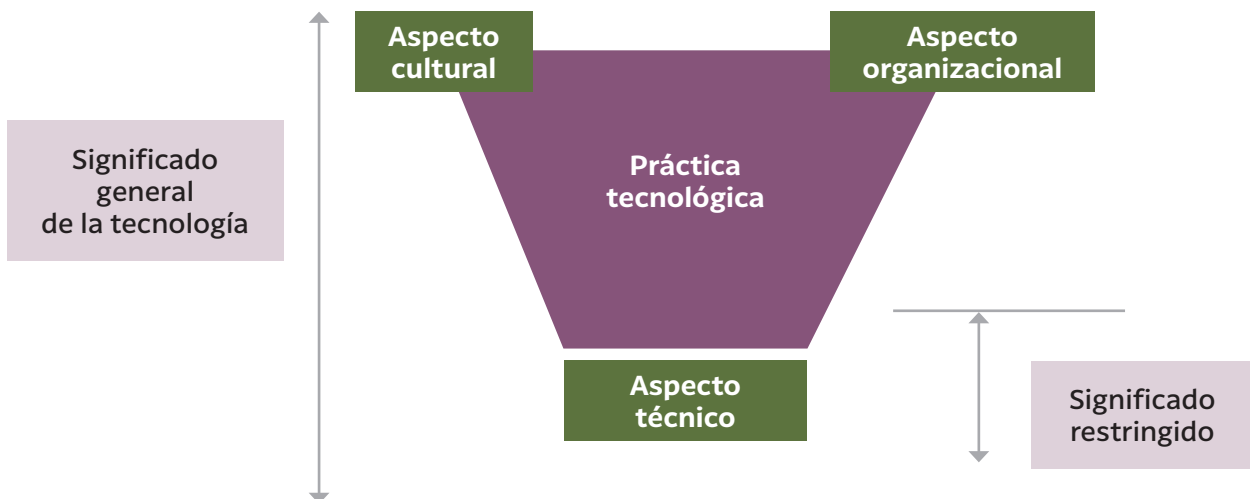
³ Se puede consultar una presentación de diversos enfoques sobre los sistemas tecnológicos en la siguiente lectura: Osorio, C. (2014), «Enfoques sociales sobre los sistemas tecnológicos», en *Trilogía. Ciencia, Tecnología y Sociedad*, vol. 6, número 11 (julio-diciembre), disponible en el portal de la revista *Trilogía*.

los aspectos organizativos, los aspectos propiamente técnicos y los aspectos culturales. Pacey (1983) denomina a esta articulación sistémica *práctica tecnológica* por analogía con el concepto de *práctica médica*, debido a que este último deja ver con mayor nivel de implicación los aspectos organizativos de la tecnología y no solo la dimensión estrictamente técnica. En este sentido, la práctica tecnológica abarca tres dimensiones: i) *El aspecto organizacional*, que relaciona las facetas de la administración y la política pública con las actividades de ingenieros, diseñadores, administradores, técnicos y trabajadores de la producción, usuarios y consumidores; ii) *El aspecto técnico*, que involucra las máquinas, técnicas y conocimientos con la actividad esencial de hacer funcionar las cosas; iii) *El aspecto cultural* o ideológico, que se refiere a los valores, las ideas y la actividad creadora.

Posteriormente, el mismo Pacey (1999) propuso un cuarto componente de la tecnología, oculto y como en el subsuelo de los otros tres: se trata de la experiencia personal, que está presente en los sistemas tecnológicos. De este modo, podemos concluir que el concepto de sistema tecnológico es más envolvente para explicar a la tecnología, ya que permite describir y analizar la tecnología desde muchos aspectos y no solo los que se refieren a su carácter artefactual o a los conocimientos de la ciencia involucrados.

La práctica tecnológica encierra la integración de estos tres elementos en un sistema, tal como se observa en la Figura 2:

Figura 2: El sistema como práctica tecnológica



Fuente: Pacey (1983).

Actividades:

- Participación en el Foro Temático 1
- Participación en Foro de Consulta

Lecturas complementarias:

Anexo 1: Acevedo, J. A. (1998), «Análisis de algunos criterios para diferenciar entre ciencia y tecnología». *Enseñanza de las Ciencias*, 16(3), pp. 409-420.

Anexo 2: García, P., et al. (2001), *Ciencia, Tecnología y Sociedad, Una aproximación conceptual*, Madrid: OEI.

2 Elementos sobre investigación en educación CTS

La educación CTS llega a nivel internacional como respuesta a las corrientes de activismo social y de investigación académica que desde finales de los años 60 y principios de los 70 del pasado siglo reclamaban una nueva forma de entender la ciencia-tecnología y una renegociación de sus relaciones con la sociedad y el medioambiente.

Todos los niveles y modalidades educativos son apropiados para llevar a cabo esos cambios en contenidos y metodologías, aunque el mayor desarrollo internacional de la educación CTS se ha producido en las enseñanzas universitaria y secundaria, con la elaboración de un gran número de programas docentes y con un respetable volumen de materiales (López, 1999).

La educación CTS⁴ 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 la tecnología en la sociedad, al tiempo que favorece mayores posibilidades para las didácticas y los procesos de aprendizaje en base a los recursos del contexto social y escolar.

CTS en la educación hace referencia a dos aspectos centrales: de un lado, 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, Vásquez y Manassero, 2001). En el contexto iberoamericano, los estudios en educación CTS han tenido un desarrollo tanto en la educación secundaria como en el campo universitario. Una muestra representativa

⁴ 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).

del desarrollo de estos temas se pudo apreciar en el Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Innovación y Educación celebrado en Buenos Aires del 12 al 14 de noviembre de 2014, con cerca de 3000 participantes y más de 1800 propuestas de comunicaciones y experiencias recibidas y organizadas en 32 secciones (<http://www.oei.es/congreso2014/memorias2014.php>).

Otros ejemplos están relacionados con la Associação Ibero-americana CTS⁵, que llevó 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 (Vilches, Macías y Pérez, 2009), algunos ejemplos de la educación en TIC, la educación para la cultura científica (Martín y Osorio, 2012), e incluso la educación en tecnología e ingeniería.

2.1. Enfoques y experiencias de investigación en educación CTS en Iberoamérica

Sin pretender ser exhaustivos, a continuación se presentan varios tipos de investigación en educación en Iberoamérica, los cuales nos permiten tener un panorama general sobre los enfoques, metodologías, tipos de problemas, entre muchos otros asuntos. Veamos.

Estudios de representaciones: *formaciones culturales y análisis de percepciones sobre los temas y paradigmas relacionados con la ciencia, la tecnología o el medioambiente.*

Esta clase de investigaciones se centra especialmente en el aula, en diferentes contextos, niveles de aprendizaje y modalidades educativas. Además del estudio de las representaciones, concepciones y percepciones sobre la ciencia, la tecnología y el medioambiente, los tipos de análisis pueden incluir trabajos empíricos sobre la formación de actitudes científicas y tecnológicas o el estudio de las vocaciones científicas, entre otros temas. Con frecuencia, esta clase de trabajos tiende a estar precedido por el uso de diferentes herramientas, como la elaboración y el análisis de encuestas para aplicar a diferentes actores de la comunidad educativa, así como exploraciones cualitativas como los estudios de caso, las observaciones y métodos etnográficos. Veamos algunos ejemplos, en base a los propios resúmenes que contienen los siguientes artículos consultados en marzo de 2017:

Andoni Garritz: *La enseñanza de la ciencia en una sociedad con incertidumbre y cambios acelerados.* Este trabajo se enfoca en mostrar cómo a lo largo de la historia siempre han existido épocas de cambios acelerados y de percepción

⁵ Para más información sobre la ASociación AIA – CTS: <http://aia-cts.web.ua.pt>.

de incertidumbre, que 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, frente a tales incertidumbres. 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. En ese sentido, debemos reflexionar acerca de cuáles son las nuevas perspectivas de aprendizaje frente a estos nuevos contextos. El trabajo se propone, entonces, analizar los paradigmas actuales de la enseñanza de la ciencia, en particular los relacionados con la Afectividad, las Analogías y la Argumentación. Se recomienda su lectura, en: <http://ensciencias.uab.es/article/view/4/pdf>

Ángel Vásquez y María Manassero: *La relevancia de la educación científica: actitudes y valores de los estudiantes relacionados con la ciencia y la tecnología*. La relevancia de la educación científica a partir del Cuestionario ROSE es un programa internacional de investigación comparativa 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 medio ambiente, 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.

Se recomienda su lectura, en:

<http://ddd.uab.cat/pub/edlc/o2124521v27n1/o2124521v27n1p33.pdf>

Víctor Gálvez y Guillermina Waldegg: *Ciencia y científicidad en la televisión educativa*. 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 aquello que la comunidad escolar considera como la ciencia y lo científico. Se recomienda su lectura, en: <http://ddd.uab.cat/pub/edlc/o2124521v22n1/o2124521v22n1p147.pdf>

Antonio de Pro Bueno y Antonio Pérez: *Actitudes de los alumnos de Primaria y Secundaria ante la visión dicotómica de la Ciencia*. La formación de las actitudes de los alumnos hacia la ciencia y la tecnología está influida por muchos factores, como por ejemplo: la forma de trabajarlas 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 la ciencia y la tecnología por la publicidad... Sin embargo, si analizamos detenidamente la imagen que se trasmite de estos tipos de conocimiento, 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. Se recomienda su lectura, en: <http://ensciencias.uab.es/article/view/v32-n3-de-pro-perez-manzano/pdf-es>

Isabel García-Rodeja y Glauce de Oliveira: *Sobre el cambio climático y el cambio de los modelos de pensamiento de los alumnos*. 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 alternativos se modificaran substancialmente. Por último, se discuten las implicaciones educativas.

Fernández, G., Fernández, F., Molina, J. (2011). *El cambio climático y el agua: lo que piensan los universitarios*. 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. Se recomienda su lectura, en: <http://ensciencias.uab.es/article/view/583/pdf>

Actividades educativas: para buscar cambios en los procesos de aprendizaje

En la mayoría de los casos se trata de actividades que se implementan en el aula, las cuales son medidas y analizadas para extraer conclusiones acerca del proceso de aprendizaje. Las didácticas pueden estar vinculadas con asignaturas de ciencias, tecnologías o medioambiente, entre otras, para estudiantes de diferentes niveles y modalidades educativas, incluyendo el universitario, además de incluir a estudiantes provenientes de diferentes rasgos étnicos y culturales. Las formas de tratamiento de las didácticas difieren de acuerdo con los enfoques sobre el aprendizaje, por ejemplo, a la utilización de las prácticas científicas o al trabajo colaborativo; también frente a los tipos de tratamiento, que incluyen la utilización de controversias tecno-científicas a partir de la historia de las ciencias y de la tecnología, del uso de noticias científicas y de los casos simulados, entre otros recursos. Ejemplos:

Roth, M. (2002). *Aprender ciencias en y para la comunidad*. 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. Además, 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. Se recomienda su lectura, en: <http://ddd.uab.cat/pub/edlc/02124521v2on2/02124521v2on2p195.pdf>

Álvarez, M., et al. (2013). *La historia de las ciencias en el desarrollo de competencias científicas*. En este artículo se presenta una experiencia realizada en la asignatura de 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 en la que se analizan las producciones presenciales y virtuales del alumnado, la cual se inserta en una investigación en curso, que parte de las concepciones del alumnado y pretende el desarrollo de competencias científicas, e incide, entre otros, en los siguientes aspectos: la naturaleza de la ciencia, las metodologías de enseñanza para producir aprendizajes y el aprendizaje colaborativo semipresencial (*blended learning*). Se recomienda su lectura, en: <http://ensciencias.uab.es/article/view/622/pdf>

Torres, N., Solbes, J. (2016). *Contribuciones de una intervención didáctica usando cuestiones sociocientíficas para desarrollar el pensamiento crítico*. El propósito de este estudio es presentar el impacto de una intervención usando cuestiones sociocientíficas 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. Se recomienda su lectura, en: <http://ensciencias.uab.es/article/view/v34-n2-torres-solbes/1638-pdf-es>

Crujeiras, B. (2015). *Competencias y prácticas científicas en el laboratorio de química: participación del alumnado de secundaria en la indagación*. 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, relacionando la participación de los estudiantes en las prácticas características de la comunidad científica. La participación del alumnado en las prácticas científicas implica construir el conocimiento científico y comprender por qué éste se construye, examina y evalúa de una forma determinada. El enfoque del aprendizaje basado en las prácticas guarda relación con el desarrollo de las competencias científicas, ya que ambas comportan el desarrollo de operaciones similares. Se recomienda su lectura, en: <http://ensciencias.uab.es/article/view/v33-n3-crujeiras/1830-pdf-es>

Dapía, M., Prol, Cristina (2016). *Cultura científica en el aula: una experiencia colaborativa*. 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. Se

recomienda su lectura, en: <https://rieoei.org/RIE/article/view/53>

Martín, Mariano (2016). *La ciencia, el futuro y las aulas: algunas propuestas didácticas sobre prospectiva*. 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. Se recomienda su lectura, en:

<http://www.revistacts.net/volumen-11-numero-33/322-dossier-cts/752-la-ciencia-el-futuro-y-las-aulas-algunas-propuestas-didacticas-sobre-prospectiva>

Tenreiro-Vieira, C., Marques, R. (2016). *Educación en ciencias y matemática con orientación CTS para promover el pensamiento crítico*. 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 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. 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 conducentes a mejorar el pensamiento crítico de los estudiantes. Se recomienda su lectura, en:

<http://www.revistacts.net/volumen-11-numero-33/322-dossier-cts/746-educacao-em-ciencias-e-matematica-com-orientacao-cts-promotora-do-pensamento-critico>

Osorio, C. (2005). *La participación pública en sistemas tecnológicos. Lecciones para la Educación CTS*. Aprender a participar se ha convertido cada vez más en un imperativo de la educación científica y tecnológica contemporánea. El presente artículo registra algunos resultados de un proyecto de investigación orientado a promover dicha participación mediante un conjunto de didácticas. Para ello se han revisado tanto los aspectos conceptuales como las experiencias de participación pública a nivel internacional, con el objetivo de extraer elementos que permitan desarrollar estrategias de aprendizaje de la participación pública en cuestiones de ciencia y tecnología. Tales estrategias de aprendizaje se han propuesto tomando como unidad de análisis el concepto de sistema tecnológico. La noción de sistema tecnológico constituye una unidad adecuada para aprender a participar públicamente. Las didácticas propuestas son: los grupos focales, la mediación, el caso simulado, y el ciclo de responsabilidad; todas ellas en función de la participación pública de cuestiones relaciona-

das con los sistemas de agua potable, salud y agricultura del contexto colombiano. Se recomienda su lectura, en:

http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1850-00132005000300009

Díaz, N. (2014). *Determinación de una controversia socio-científica a nivel local: el caso del agua como recurso natural en prensa*. 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.

<http://ensciencias.uab.es/article/view/v32-n3-diaz-moreno/pdf-es>

Trabajos panorámicos: *revisan enfoques y propuestas generales que contribuyen a mejorar los procesos educativos relacionados con la enseñanza de las ciencias o la tecnología, algunas veces en relación con las políticas educativas. Ejemplos:*

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*. 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. Se recomienda su lectura, en:

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5808063>

Osorio, C., Martins, I. (2011). *La Educación Científica y Tecnológica para el Espacio Iberoamericano de Conocimiento*. En el presente artículo se presenta un conjunto de ideas alrededor de la educación científica en las universidades de la región, con el fin de contribuir a la construcción del Espacio Iberoamericano de Conocimiento. En principio, se busca superar la noción propédeutica de la educación científica, con base en la identificación de espacios y procesos que contribuyan a la formación de competencias de los ciudadanos para que puedan participar en las decisiones tecno-científicas que los afectan; además de comprender la ciencia y la tecnología en su contexto local. Se trata de la educación para la participación, a partir del enfoque educativo en Ciencia, Tecnología y Sociedad. Se recomienda su lectura, en:

http://www.oei.es/historico/publicaciones/detalle_publicacion.php?id=5

El estudio de la NDC y NDT: Naturaleza de la Ciencia y Naturaleza de la Tecnología

A nivel investigativo, buena parte de la investigación en Iberoamérica tiene que ver con la didáctica de las ciencias, en la que hay que destacar las cuestiones sobre la naturaleza de la ciencia y naturaleza de la tecnología. La naturaleza de la ciencia (NDC) es un metacognocimiento sobre la ciencia, que surge de las reflexiones interdisciplinarias 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 construcción de una forma especial de conocimiento, tal como señalan Acevedo y García-Carmona (2016a). Para estos autores hay 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 prestar mayor atención a las circunstancias y contextos socioculturales, políticos, económicos, etc., que influyen en (y son influidos por) su desarrollo de manera decisiva. En contraste, los enfoques sobre NDC que retoman la tradición en ciencia-tecnología-sociedad para la enseñanza de las ciencias 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 tecnología, 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 Ace-

vedo, 2001; Bennasar, Vázquez, Manassero y García, 2010), que es la adaptación al contexto español del primero.

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: epistemología, ciencia y tecnología, sociología interna de la ciencia y sociología externa de la ciencia, tal como se presentan en la Tabla 3.

Esta concepción de la 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. Sin embargo, Acevedo y García-Carmona (2016a) se anticipan a señalar una condición necesaria para su inclusión: una formación del profesorado y una concepción del currículo de ciencia escolar que les permita decidir cuáles son los aspectos más apropiados a tratar en los diferentes contenidos de ciencia escolar. Por ejemplo, que los docentes puedan promover la construcción de conocimientos escolares con actividades basadas en la discusión de ideas, el planteamiento de valoraciones y la comprensión del desarrollo de la ciencia como proceso 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.

El tema de la naturaleza de la tecnología (NDT) abarca cuestiones como la definición de la misma y la descripción de su funcionamiento y 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, tal como

señalan en otro trabajo Acevedo y García-Carmona (2016b). Citando a Waight y Abd-El-Khalick (2011, 2012), estos autores distinguen en la NDT seis dimensiones fundamentales con base en la filosofía de la tecnología: (i) el papel de la cultura y los valores; (ii) el progreso tecnológico; (iii) la tecnología como parte de sistemas; (iv) la difusión de tecnologías; (v) la tecnología como «panacea» para solucionar problemas; y (vi) la pericia o experticia tecnológica. Al respecto, Acevedo y García (2016, 2017b, 2017c) proponen los enfoques históricos como estrategias que permiten contextualizar de forma explícita la enseñanza de aspectos de la NDT, por ejemplo, en lo relativo

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 de los distintos enfoques sobre la investigación educativa con enfoque CTS nos permiten delimitar un referente para abordar los enfoques inter y transdisciplinarios de tipo educativo.

Tabla 3. 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.

Aspectos de la naturaleza de la ciencia	
Sociología interna de la ciencia:	<i>Construcción social del conocimiento científico:</i>
	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.
	<i>Cuestiones personales:</i>
	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:	<i>Influencia de la sociedad en la ciencia y la tecnología:</i>
	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
	<i>Influencia de la ciencia y la tecnología en la sociedad:</i>
	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.
	<i>Influencia de la ciencia escolar en la sociedad:</i>
	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, 2016a.

Actividades:

- Actividad 1 en grupo: discusión para formular un perfil de proyecto de educación CTS y elaboración de Actividad 1
- Participación en Foro Temático 1 y 2

Lecturas complementarias:

Anexo 3: 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.

Anexo 4: Martín, G. 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.

Anexo 5: Acevedo, J. A., Carmona, A., Aragón, M. (2017). *Controversias en la historia de la ciencia y cultura científica*, Madrid: Catarata-OEI.

Anexo 6: Acevedo, J. A., Carmona, A., Aragón, M. (2017). *Enseñar y aprender sobre naturaleza de la ciencia mediante el análisis de controversias de historia de la ciencia. Resultados y conclusiones de un proyecto de investigación didáctica*. Madrid, Documentos de trabajo No. 5, IBERCIENCIA, Consejería de Economía y Conocimiento de la Junta de Andalucía, OEI.

3 Enfoque multidisciplinario para proyectos de investigación en educación CTS

3.1. 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 en el caso de la investigación médica, la investigación espacial o 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, así como a la articulación de las ciencias con la tecnología. Este proceso habría de servir de base para el aprendizaje de la interdisciplinariedad en los procesos educativos.

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

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

La intradisciplinariedad es el conjunto de las interrelaciones forjadas al interior de una disciplina o de un mismo campo disciplinario en función de su lógica interna;

- El término *interdisciplinariedad* en sentido amplio designa todas las formas de vínculos que puedan establecerse entre las disciplinas; en sentido estricto, las interacciones eficaces tejidas entre dos o más disciplinas y sus conceptos, procedimientos metodológicos, técnicas, etc.

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

- «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 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 (2013:29-30), se pueden con-

siderar 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 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 contribuir a los objetivos propuestos.

3.2. 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 presenta en la Tabla 4 una comparación de las finalidades, objetos y modalidades de la interdisciplinariedad científica y la educativa:

Tabla 4. La Interdisciplinariedad científica y educativa

Interdisciplinariedad científica	Interdisciplinariedad escolar
Modalidad de aplicación	
Implica la noción de investigación: Teniendo el saber como sistema de referencia.	Implica la noción de enseñanza, de formación: Teniendo como elemento de referencia al sujeto que aprende.
Sistema referencial	
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.
Consecuencias	
Conduce a la producción de nuevas disciplinas conforme a diversos procesos.	Conduce a vínculos de complementariedad entre las disciplinas escolares.

Fuente: Lenoir (2013: 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 de 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: 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 permite al sujeto que aprende resignificar la nueva información que se le presenta, lo que es favorecido por las actividades que se le proponen. La importancia de los procesos sociales para el aprendizaje constituye un pilar fundamental para la interdisciplinariedad.

La interdisciplinariedad educativa supone, entre otras cosas, la presencia de disciplinas con sus respectivas lógicas, y la existencia de dos grandes desafíos, como son la reflexión epistemológica y las problemáticas sociales empíricas, con la interdisciplinariedad como medio y la integración como finalidad. Esto significa abordar las siguientes preguntas (Lenoir, 2013: 73):

1. ¿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?...
2. ¿Qué integrar, o cuáles son los objetos im-

plicados en este proceso? ¿Objetos de estudio? ¿Nociones? ¿Temas? ¿Estrategias? ¿Competencias?...

3. ¿A quién integrar, o cuáles son los actores verdaderamente implicados? ¿Los alumnos? ¿El maestro? ¿Los creadores de programas? ¿Los autores de textos escolares?...
4. ¿Cuál es la concepción de saber asumida por el docente?
5. ¿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: i) la razón, entendida como un propósito epistemológico de complementación de saberes, ii) la actuación o el propósito funcional, que supone la cooperación entre las personas y concepciones vinculadas a la perspectiva integradora, y iii) la búsqueda de lo humano o los propósitos sociales y psicológicos, que tienen en cuenta a cada uno y al conjunto. Un enfoque interdisciplinario solo funciona en la medida en que exista un equipo interdisciplinario que comparte metas comunes y cuyos miembros escuchan las opiniones de los demás, están de acuerdo en discutir puntos de vista de manera abierta y respetuosa y cooperan entre sí (Lenoir, 2013: 74).

Lenoir (2013: 76-77) menciona tres principios para el trabajo de articulación entre las materias escolares. Primer principio: 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). Tercer principio: la interdisciplinariedad curricular debe sustentarse en la 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 integrados (*integrated knowledge*).

Todas estas citas de Lenoir (2013) se refieren a su experiencia con investigaciones interdisciplinarias en la educación primaria y aún 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 debida a la especialización científica, lo que entra en contradicción con la pertinencia de las universidades para responder a las nuevas demandas sociales con profesionales competentes, capaces de integrar los conocimientos recibidos para resolver los complejos problemas de la producción y los servicios (Ortiz, 2011: 6). Por ejemplo, en la Escuela de Ingeniería de Antioquia (2013: 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 de la interdisciplinariedad es su carácter de 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. 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.

3.3. La transdisciplinariedad

Según Gibbons *et al.* (1994), la transdisciplinariedad tiene cuatro características destacadas: i) desarrolla una estructura peculiar para guiar los esfuerzos tendientes a la solución de los problemas; ii) la solución abarca componentes tanto empíricos como teóricos, aunque no necesariamente del conocimiento disciplinar; iii) en la transdisciplinariedad se comunican los resultados a quienes han participado en la investigación, que no necesariamente son los expertos; es decir, la difusión de los resultados se logra en el mismo proceso de su producción; iv) un problema abordado mediante la transdisciplinariedad evoluciona o cambia con el tiempo, la transdisciplinariedad es dinámica.

En los contextos transdisciplinares, la atención se centra fundamentalmente en un ám-

bito problemático o tema candente en busca de 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) distinguen la pluritransdisciplinaridad de la inter y la transdisciplinariedad. La pluri/multidisciplinaridad se caracteriza por la autonomía de las diversas disciplinas; en este modelo se trabaja sobre un tema común pero bajo perspectivas disciplinares diferentes. La interdisciplinaridad 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 disciplinariamente y crea una teoría transdisciplinar homogénea o modelo de fusión, 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 misma como una disciplina transdisciplinar, tampoco se ve inspirado por la restauración de una unidad cognitiva. Antes al contrario, es esencialmente una configuración temporal y, por lo tanto, altamente mutable, genera el contenido de su núcleo teórico y metodológico como respuesta a las formulaciones de problemas que se producen en contextos de aplicación específicos y locales.

Para Pérez y Setién (2008: 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 consideran «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».

3.3.1. La participación de la comunidad en la investigación

En los proyectos de investigación es posible vincular a las comunidades que podemos denominar *no-expertas*. Esta situación es más frecuente en los proyectos transdisciplinarios que en los interdisciplinarios. La participación de las comunidades en proyectos de investigación puede entenderse como 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 a una mayor democratización del 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 identificación de las prioridades 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 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, la formulación de políticas públicas en ciencia y tecnología y los procesos de producción de conocimiento científico, tecnológico y de innovación.

En la investigación y producción de conocimiento, las formas de participación difieren mucho según los campos. 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 campesino 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 cómo debe hacerse, así como en su realización.

En cuanto a los impactos de los anteriores tipos de participación, pueden aumentar la productividad agrícola, mejorar el manejo de los recursos naturales o conducir a una difusión más amplia de las innovaciones. La participación 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. En la actualidad, la participación de los campesinos resulta de mucha utilidad en las investigaciones frente al cambio climático.

A nivel educativo, especialmente en investigaciones en didáctica, las comunidades pueden ser los estudiantes, padres de familia, vecinos u otro público directa o potencialmente impactado por la investigación. 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 si no se aprendieran en un contexto de proyecto, y además contribuir a la formación en valores y de responsabilidad con las demás personas y con el medioambiente.

3.3.1.1. Criterios para participar

En un proyecto de investigación hay que planificar la manera en que se vincularán 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 *de 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, sino también 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. Si se trata

de que los estudiantes elaboren un proyecto de investigación como parte de una didáctica, la situación aquí es distinta, en tanto que los participantes serían miembros de la comunidad o del mismo centro educativo.

Criterio de independencia: el proceso de participación debería ser conducido de una forma independiente. En nuestro caso, habría que asegurar que los participantes vinculen sus conocimientos, expectativas, valores y procesos cognitivos de manera independiente dentro del proyecto. Serán la dinámica del mismo proyecto y la organización del aprendizaje definida en él lo que contribuya a la independencia del proceso.

Criterio de implicación temprana: el público debería involucrarse tan tempranamente, con sus juicios de valor y conocimientos, como fuera posible. *Esto significa, en un proyecto de investigación en educación, que la comunidad –estudiantes, padres de familia, etc. –participe desde el diseño mismo del proyecto hasta su finalización e implementación.* No obstante, también se ha cuestionado que demasiada implicación en todos los puntos de un proyecto podría resultar costosa y confusa; por lo tanto, para cada proyecto debería haber un nivel de participación apropiada que podría o no ser equivalente en todos los puntos.

Criterio de influencia: el resultado del proceso debería tener un impacto genuino en la política y la toma de decisiones en un gobierno o en la sociedad en cuestión. En el caso de un proyecto educativo, esto significa que los resultados del proyecto con base en la participación de la comunidad tendrían una influencia real para su aplicación.

Criterio de transparencia: el proceso debería ser transparente, es decir, el público debería poder ver qué está pasando y cómo se están tomando las decisiones a cada momento. La transparencia podría estar relacionada con

el acceso a la información en el proceso. En nuestro caso, es importante que la comunidad –por ejemplo, los estudiantes– no se sienta manipulada, por lo que es preciso que pueda acceder a los datos y registros y en general a toda la 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 satisfactoriamente. 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 el alcance de la participación en tareas deberían estar claramente definidos. Mediante un proyecto educativo, los estudiantes se forman en el trabajo en grupo; la participación es, por tanto, un asunto pedagógico; 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 la 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 lo dicho antes sobre aprovechar el proceso investigativo para que todos los miembros definan los mecanismos de toma de decisiones y, por tanto, lo aprendan del propio proyecto.

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. Se trata de evaluar los costos implicados en la participación, contra los resultados potenciales.

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

3.3.1.2. 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* para 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 (Borda, 1999). Primero, considerar la IAP como una filosofía reflexiva para orientar el trabajo con la comunidad educativa y como una metodología para el cambio social. Segundo, mediante la IAP se fomentan la comunicación, la participación y la autodeterminación de las comunidades vinculadas en los proyectos, en este caso mediante talleres y jornadas de trabajo, desarrollo de protocolos y actividades del proyecto, etc. Tercero, la IAP se constituye en una expresión de la relación entre conocimiento y acción, en este caso desde la práctica de la educación, sea universitaria o de 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 conduce a construir un marco epistémico común como resultado de la pluralidad de las diversas formas de

saber y experiencia. En un proyecto, esto conduce 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.

3.4. ¿Qué investigar en la educación de Paraguay?

Los temas que se pueden investigar en educación son muy variados. Como contexto para articular el enfoque CTS con enfoque interdisciplinar, una manera de listarlos, según el Ministerio de Educación y Ciencia de España (Amaya, 2007), se presenta en la Tabla 5.

Tabla 5: Aspectos que se pueden investigar en educación

- *Un sujeto:* alumno o educando, profesor, educador, director, padre, madre, etc.
- *Un grupo de sujetos:* un grupo concreto de personas, de alumnos o educandos, de profesores, de educadores, de padres y madres, un equipo directivo, etc.
- *Un método:* de enseñanza, de aprendizaje, de dirección de centro, de convivencia, de disciplina, etc.
- *Un programa:* docente, de centro, de desarrollo de habilidades y competencias, de política educativa, etc.
- *Un recurso:* docente, tecnológico, personal, económico, institucional, etc.
- *Una institución:* centros e instituciones educativas de distinta tipología y dirigidos a distintos destinatarios, centros de recurso 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 educativa:* en el comportamiento de un alumno o de un grupo de alumnos o educandos, en el profesorado, en la dirección del 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 efectos dan lugar:* por ejemplo, grado de satisfacción en un centro por parte del profesorado, del alumnado y de los padres y madres, grado de conflictividad, niveles de rendimiento académico, grado de consecución de determinados niveles de calidad educativa, etc.
- Etcétera.

Fuente: Amaya (2007: 17).

Actividades:

- Actividad 2 en grupo: proponer una idea de proyecto de investigación en educación CTS en el contexto educativo de Paraguay
- Participación en Foro Temático 1 y 2

Lecturas complementarias:

Anexo 7: Lenoir, Y. (2013). «Interdisciplinariedad en educación: una síntesis de sus especificidades y actualización». *Interdisciplina*, vol. I, número 1, 51-86.

Anexo 8: Ortiz, E. A. (2012). «La interdisciplinariedad en las investigaciones educativas». *Revista Didasc@lia*, vol. III, número 1, 1-12.

4 El diseño de proyectos de investigación educativa

4.1. 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 socioeducativos⁶ y los paradigmas pedagógicos. Para el caso que nos compete, se tendrán en cuenta los paradigmas pedagógicos. Al respecto, se deben distinguir aquellos que fomentan la escuela tradicional, donde el docente es el que detenta el saber, 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, por el cual 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 solo el suyo; 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.

⁶ El paradigma de la teoría educativa liberal, el paradigma economicista (capital humano, recursos humanos, etc.) y el paradigma de los enfoques crítico-reproductivistas.

Amaya (2007) destaca tres grandes líneas de investigación educativa: la investigación empirista-positivista, de carácter cuantitativo, 2) la fenomenológica o etnográfica, de carácter cualitativo, y 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. De nuevo, nos interesa esta última por relacionarse de manera directa con la educación CTS y la investigación interdisciplinaria; recordemos que la investigación interdisciplinaria aplicada a la educación tiene como objeto la práctica educativa; también se denomina investigación-acción. Este tipo de investigación se centra en analizar y controlar cómo se producen los cambios y en dónde, y si participan tanto los expertos como los no expertos o comunidad.

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

Teniendo presente lo que nos propone Amaya (2007), vamos a ir por etapas destacando diferentes tópicos a tener en cuenta, e, igualmente proponiendo argumentos con base en nuestra experiencia. Veamos en la Tabla 6 lo referente a las fases, para luego precisar y complementar cada una de ellas. 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 6. 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</i> o <i>población</i> de estudio. En su caso, selección de la <i>muestra</i>. 6. Elaboración 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 (2007: 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 inicial 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 terminar la elaboración del proyecto para tener un título. Algunos autores sugieren empezar por el título, pues un buen título es ya el comienzo del proyecto, en tanto que define el objeto del trabajo a realizar, las herramientas conceptuales

a emplear, la localización del mismo e incluso el horizonte temporal. Es importante comenzar con un título, sabiendo que podrá ser modificado tan pronto tengamos una mayor claridad sobre lo que se quiere hacer. El título al comienzo es orientador, constituye una declaración de intenciones, permite definir un horizonte hacia donde se quiere ir; por lo tanto, al definir prematuramente el título se convierte en 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 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 este sentido, una introducción denota un breve recuento de forma relatada y no esquemática acerca del tema de la investigación y los demás aportes 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 del objetivo principal. También se hace una ligera descripción de la metodología a emplear, junto a otras consideraciones que se consideren necesarias para que se entiendan 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 ofrece una mirada general de lo que se presentará en las páginas siguientes. La introducción puede utilizar otros recursos expositivos, como, por ejemplo, anécdotas, citas, interrogantes, analogías, o bien comenzar con 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 es-

tadísticas, aunque sí caben citas y datos que ayuden al lector a forjarse una idea de lo que se va a realizar en el proyecto. El objetivo de la introducción es ayudar al lector a entrar en el proyecto sin prometerle lo que no se le dará. Mediante la introducción se define cuáles son el tema, el problema principal de la 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 es necesario 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 la revisión de los antecedentes de investigación permita analizar e intervenir el problema, que ese problema se pueda resolver en el tiempo esperado y que la bibliografía y los recursos a usar estén acordes con todo lo que se va a requerir; a todo esto 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. Un buen planteamiento del problema es la base necesaria para formular tanto los objetivos como la metodología del proyecto, 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 permite 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 los fenómenos de la naturaleza, que constituyen una especie de objeto natural, 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, es un problema relacionado con las prácticas educativas y en general con los diversos aspectos que aborda la educación CTS. Una manera de abordar un problema es a través de una pregunta. Construir la pregunta 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, en tanto que el proyecto es interdisciplinario–. El problema debería reflejar una situación que queremos mejorar, cambiar o proponer. El problema se expresa mediante síntomas, que pueden ser indicadores; por ejemplo, el porcentaje de estudiantes que ingresan a estudiar ciencias e ingenierías cada año.

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 organizacional. 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 en que 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 el origen de las causas.

Además, todo problema es multicausal, por lo que conviene guardar cierta prudencia por parte de los investigadores al atribuir una causa principal al problema.

El problema principal será el punto de partida para pensar en el objetivo general, mientras que los subproblemas constituirán 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 con los que finalmente vamos a trabajar.

Objetivos: El objetivo general proyecta de manera global el estado que se desea 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 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 gran propósito + su finalidad. Su formulación debe comprender la posibilidad de tener resultados concretos en el desarrollo de la investigación. Lo que significa que el objetivo debe tener posibilidades reales de llevarse a cabo. Para su redacción, a 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 al 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 que lleven a definir aspectos cualitativos y cuantitativos, los cuales puedan estar relacionados con la ejecución, monitoreo y evaluación del proyecto. Determinar los objetivos específicos implica establecer un diagrama de relaciones medios-fin, en el que los medios pueden ser los objetivos específicos a cumplir con miras a ese gran fin que es el cumplimiento del objetivo general. Los objetivos específicos deben tener una estrecha correlación con los sub-problemas 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 permite 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 también supone preguntarse previamente: ¿Cómo?, o la Metodología; ¿Quiénes?, o los Responsables; ¿Cuándo?, o el Cronograma; ¿Recursos?, de qué 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, con los nudos como los conceptos teóricos característicos (por ejemplo, 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 a la educación interdisciplinar, ya que los conceptos en educación pueden estar fuertemente delimitados por los contextos, sus públicos y disciplinas involucradas.

Los conceptos nos pueden apoyar en la verificación experimental; se utilizan para los procesos de validación en un determinado dominio, como cuando hacemos uso de diferentes indicadores para decir que la educación presenta una mayor o menor calidad, o cuando decimos que la percepción favorable de la ciencia ha aumentado como consecuencia de nuestra intervención didáctica. 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, debemos buscarlos en portales acreditados, como el de la Comisión Económica para América Latina (Cepal) o el de la OEI, debido a la tradición que respalda a ambas instituciones.

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 viceversa. 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 a determinar 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 clara otra clase de conocimientos que son parte del proyecto, como los relacionados con actividades experimentales, o incluso menos formalizadas, 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. Esta información difiere de la que presenta una síntesis de las investigaciones similares que se hayan realizado y de cuyos aspectos metodológicos podemos aprender, así como citarlas para establecer marcos de análisis y comparación. A esto le llamamos *revisión de literatura*.

Fase II. Diseño y planificación de la investigación

Variables: Al respecto, sigamos a Amaya (2007: 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... tener en cuenta cómo se distribuirán las tareas a desarrollar entre los participantes en la investigación, así como la previsión y distribución de los recursos a emplear en ella».

Las variables son los aspectos concretos 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 (Amaya, 2007: 44-50). Pero aquí es necesario introducir un sesgo, las variables que nos interesan están enfocadas a desarrollar una investigación interdisciplinar 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; y, en general, las distintas variables que se pueden apreciar en la tipología de las investigaciones en educación CTS en Iberoamérica.

Sujetos/participantes y recogida de información:

Podemos distinguir los actores participantes de la investigación de los actores externos, que serían estudiados con diversos métodos, entre ellos estimaciones estadísticas. Los primeros ya fueron comentados antes, 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 el texto de Amaya (2007), como parte del presente material. Asimismo, en lo relacionado con los procedimientos de recogida de información (ver Tabla 7) y las características o técnicas empleadas, según se trate de cuestionarios o entrevistas (pp. 51-64).

Tabla 7: Procedimientos de recogida de información según los objetivos y fines de la investigación

Acción	Objetivos	Técnicas
Descripción	<ul style="list-style-type: none"> • Identificar los factores que inciden sobre una realidad, analizar las relaciones entre ellos, conocer su funcionamiento, etc. • Conocer recursos e intereses, carencias y necesidades. 	<ul style="list-style-type: none"> • Recopilación documental: memorias, leyes y normativas, sistemas informatizados. • Entrevistas estructuradas • Cuestionarios • Observación sistemática, etc.
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 profundidad • 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 profundidad • Observación sistemática y participante • 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.

Acción	Objetivos	Técnicas
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 Y Oportunidades) • Grupo de discusión • Técnica Delphi • Etc.

Fuente: Amaya (2007: 57).

4.3. Elementos sobre la implementación de proyectos en el aula

Al respecto, se pueden plantear las siguientes consideraciones:

- Se requiere de un fortalecimiento para implementar el proyecto, en asuntos como:
 - las prácticas pedagógicas conjuntas (entre dos o más disciplinas);
 - los procesos pedagógicos compartidos (por ejemplo, alrededor de una didáctica, de un tema, de un mismo problema de aprendizaje que será abordado con el proyecto de investigación);
 - de los espacios de encuentro, aquellos que propicien el diálogo, la tolerancia, el aprendizaje mutuo, la articulación y el trabajo conjunto;
- En segundo lugar, los participantes y las disciplinas que participen en la implementación del proyecto deben partir de una relación simétrica, de reconocimiento conjunto en términos de igualdad en tanto partícipes activos, sin que esto impida que pueda darse una mayor presencia de una u otra disciplina; la simetría contribuye a encontrar niveles de relación entre las disciplinas, en términos de metodologías, enfoques, aproximaciones, puntos de vista, otros;
- A nivel de los recursos, debe haber un compromiso de la dirección del plantel, centro

docente, universidad; no se debe olvidar que sin recursos es muy poco probable que se puedan implementar los resultados del proyecto;

- La socialización e implementación de un proyecto se facilita cuando las comunidades participan y están informadas de todo su desarrollo, de modo que el proyecto no sea algo externo a ellas.

Actividades

- Actividad Final en grupo: terminar la formulación del perfil del proyecto
- Participación en Foro Temático 2

Lecturas complementarias:

Anexo 9: Amaya, R. (2007). *La investigación en la práctica educativa: Guía metodológica de investigación para el diagnóstico y evaluación en los centros docentes*. Madrid: Ministerio de Educación y Ciencia, Dirección General de Educación, Formación Profesional e Innovación Educativa, Centro de Investigación y Documentación Educativa (CIDE).

Anexo 10: Escuela de Ingeniería de Antioquia (2013). *La flexibilidad y la interdisciplinariedad en la Escuela de Ingeniería de Antioquia*, Envigado.

Referencias

- Abd-El-Khalick, F. (2012), «Examining the sources for our understandings about science: enduring confluences and critical issues in research on nature of science in science education», *International Journal of Science Education*, 34(3), 353-374.
- Acevedo, J. A. (1998), «Análisis de algunos criterios para diferenciar entre ciencia y tecnología», *Enseñanza de las Ciencias*, 16(3), 409-420.
- Acevedo J. A., Vázquez, A., Manassero, M. A. (2001), «El Movimiento Ciencia-Tecnología-Sociedad y la Enseñanza de las Ciencias», *Avaluació dels temes de ciència, tecnologia i societat*, Palma de Mallorca: 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), 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), 193-209.
- Acevedo, J. A. (2017a), *Sobre leyes y teorías científicas, working paper*, disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/316103599>
- Acevedo, J. A., Carmona, A. (2017b), *Controversias en la historia de la ciencia y cultura científica*, Madrid: Catarata – OEI.
- Acevedo, J. A., Carmona, A., Aragón, M. (2017c), *Enseñar y aprender sobre naturaleza de la ciencia mediante el análisis de controversias de historia de la ciencia. Resultados y conclusiones de un proyecto de investigación didáctica*, Documentos de trabajo No. 5, IBERCIENCIA, Consejería de Economía y Conocimiento de la Junta de Andalucía, Madrid: OEI.
- Aikenhead, G. S., Ryan, A. G., Fleming, R. W. (1989), *Views on Science-Technology-Society*, Saskatchewan: 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), 477-491.
- Amaya, R. (2007), *La investigación en la práctica educativa: Guía metodológica de investigación para el diagnóstico y evaluación en los centros docentes*, Madrid: Ministerio de Educación y Ciencia, Dirección General de Educación, Formación Profesional e Innovación Educativa, Centro de Investigación y Documentación Educativa (CIDE).
- ARGO (2001), *Ciencia, tecnología y sociedad. Materiales para la educación CTS*, Asturias: Grupo Editorial Norte.
- Ashby, J. A. (1996/1997), «What do we mean by participatory research in agriculture?», *New frontiers in participatory research and gender analysis. Proceedings of the International Seminar on Participatory Research and Gender Analysis for Technology Development*, 294, 15-22, Cali: Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT).
- 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: 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, 71-88. Recuperado de http://datateca.unad.edu.co/contenidos/403028/UNIDAD_II/Or_genes_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: MIT Press.
- Bunge, M. (1969/1972), *La investigación científica. Su estrategia y su filosofía*, Barcelona: Ariel.
- 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.
- Cozzens, S. (2001), «Making disciplines disappear in STS». En S. H. Cutcliffe y C. Mitcham (eds.), *Visions of STS. Counterpoints in science, technology, and society studies*, Albany: University of New York Press.
- Escuela de Ingeniería de Antioquia (2013), *La flexibilidad y la interdisciplinariedad en la Escuela de Ingeniería de Antioquia*, Envigado.
- García, P., et al. (2001), *Ciencia, tecnología y sociedad. Una aproximación conceptual*, Madrid: OEI.
- 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: Pomares-Corredor.
- González, M. I., López Cerezo, J. A., Luján, J. L. (1996), *Ciencia, tecnología y sociedad: una introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología*, Madrid: Tecnos.
- González, M. (2004), «Principales enfoques y nuevas aportaciones en los estudios en Ciencia, Tecnología y Sociedad», *Curso de Especialista en CTS+I*.
- Martín, G. 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, 58, 193-218.
- Martín, G. 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/rie32a08.htm>
- Hacking, I. (1996/2001), *Representar e intervenir*, México: Paidós-UNAM.
- Jacob, F. (1982), *El juego de lo posible*, México: Grijalbo.
- Janstsch, E. (1972), *Technological planning and social futures*, Londres: Cassell.
- Knorr-Cetina, K. (1999), *Epistemic cultures*, Cambridge: Harvard University Press.
- Kuhn, T. S. (1962/2000), *La estructura de las revoluciones científicas*, México: FCE.
- Latour, B. (1999/2001), *La esperanza de Pandora. Ensayos sobre la realidad de los estudios de la ciencia*, Barcelona: Gedisa.
- Lederman, N. G. (2007), «Nature of science: past, present, and future». En Abell, S., Lederman, N. (eds.), *Handbook of Research on Science Education*, Mahwah: Lawrence Erlbaum Associates.
- Lenoir, Y. (2013), «Interdisciplinariedad en educación: una síntesis de sus especificidades y actualización», *Interdisciplina I*, (1), 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., Acevedo, J. A. (2001), *Avaluació dels temes de ciència, tecnologia i societat*, Palma de Mallorca: Conselleria d'Educació i Cultura del Govern de les Illes Balears.

- Merton, R. K. (1949/1995), *Teoría y estructuras sociales*, México: FCE.
- Mitcham, C. (1994), *Thinking through technology: The path between engineering and philosophy*, Chicago: University of Chicago Press.
- Niiniluoto, I. (1997), «Ciencia frente a tecnología: ¿diferencia o identidad?» *Arbor*, 157(620), 285-299.
- Niaz, M. (2009), «Progressive transitions in chemistry teachers' understanding of nature of science based on historical controversies», *Science & Education*, 18(1), 43-65.
- Ortiz, E. A. (2012), «La interdisciplinariedad en las investigaciones educativas», *Revista Didasc@lia*, III(1), 1-12.
- Pérez, N., Setién, E. (2008), «La interdisciplinariedad y la transdisciplinariedad en las ciencias. Una mirada a la teoría bibliológico-informativa», *Revista Cubana de Información en Ciencias de la Salud*, 18(4), 1-19.
- Pestre, D. (1994), *Comment écrit-on l'histoire des sciences: nouveaux objets, nouvelles pratiques et liens avec l'histoire culturelle et social*, París, La Villette, Seminario, 4 de octubre de 1994.
- Pacey, A. (1983/1990), *La cultura de la tecnología*, México, FCE.
- 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*, Dordrecht: Springer Press.
- Rowe, G., Frewer, L. (2005), «A tipology of public. Engagement mechanisms», *Science, technology, & human values*, 30(2), 251-290.
- Tedesco, J. C. (1986), «Los paradigmas de la investigación educativa», Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo (CIID) del Canadá; publicado posteriormente en el No. 38 de *Contribuciones*, Programa FLACSO, Santiago de Chile.
- Vilches, A., Macias, O., Gil, D. (2009), *Década de la educación para la sostenibilidad*. Documentos de trabajo 01, Madrid: OEI.
- Vigotsky, 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), 2875-2905.
- Winner, L. (1977/1979), *Tecnología autónoma*, Barcelona: Gustavo Gili.



**CÁTEDRA
DE CIENCIA
TECNOLOGÍA
Y SOCIEDAD**
PARAGUAY

ISBN: 978-99967-867-8-5



9 789996 786785