

# INTEGRACIÓN DE CONOCIMIENTOS DESDE EL AULA DE TECNOLOGÍA

## INTEGRATION OF KNOWLEDGE FROM THE CLASSROOM TECHNOLOGY

Mireya Escalante S.

[escalantemireya@gmail.com](mailto:escalantemireya@gmail.com).

Fe y Alegría. Mérida, Venezuela.

Aníbal León Salazar

[aleonsalorro@gmail.com](mailto:aleonsalorro@gmail.com).

Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela

### Resumen

Entró en crisis una visión analítica y compartimentada de la realidad, sometida a un programa ¿Qué se puede ofrecer desde la escuela a alumnos ávidos de conocimientos, inmersos en un mundo tecnológico que compite por su velocidad y atractivo, con la vida estancada en el pasado que siguen ofreciendo las aulas?

Buscando respuestas, se revisó el área de Tecnología que se desarrolla en los tres primeros años de educación media técnica de Venezuela, sus fundamentos epistemológicos, los contenidos y las estrategias de enseñanza que se utilizan con más frecuencia, para indagar la posible integración de las disciplinas en los proyectos que se plantean como estrategias de aprendizaje en dicha área. Se propuso el estudio bajo un enfoque cualitativo, descriptivo, el cual ayuda a descubrir la realidad que se quiere escudriñar, con el fin de indagar sobre la capacidad integradora de conocimientos que tiene el área de Tecnología. En los resultados se encontraron algunos elementos indicadores de interdisciplinariedad: el trabajo en equipo, la naturaleza compleja de los aprendizajes, su carácter abierto y realista; confirmándose la necesidad de contar con diversidad de recursos y fuentes de investigación, para que el estudiante pueda, finalmente, adquirir conocimientos complejos y multidimensionales que son los que en definitiva los preparan para la vida.

**Palabras Clave:** educación en tecnología, educación técnica, tecnología.

### Abstract

A analytical and compartmentalized vision of reality subject to a program is in crisis. What can you offer from school to students eager of knowledge, engaged in a technological world competing for their speed and attractive with life stuck in the past that still offer classroom? Seeking for answers, the Technology area developed in the first three years of secondary technical education in Venezuela was reviewed. Its epistemological foundations, content and teaching strategies that are used most frequently were analyzed, to investigate the possible integration of the disciplines in projects that arise as learning strategies in this area. The study was proposed under a qualitative and descriptive approach, which helps uncover the reality to

be searching, to inquire about the inclusiveness of knowledge that has the Technology area. Some indicators of interdisciplinarity were found, such as: teamwork, the complex nature of learning and its open and realistic character; confirming the need for diversity of resources and research sources, so that the students can finally acquire skills that are complex and multidimensional that ultimately prepare them for life.

**Keywords:** technology education, technical education, technology

## 1. INTRODUCCIÓN

La turbulencia, la violencia, parecen amenazar el futuro; crece la desesperanza y el escepticismo. Mayor (1999) nos alerta:

Cuando miramos hacia el futuro, vemos numerosas incertidumbres sobre lo que será el mundo de nuestros hijos, de nuestros nietos y de los hijos de nuestros nietos. Pero al menos, de algo podemos estar seguros: si queremos que la Tierra pueda satisfacer las necesidades de los seres humanos que la habitan, entonces la sociedad humana deberá transformarse (p. 1).

En este sentido, hoy más que nunca, la educación tiene un rol primordial, si se quiere, en la transformación de la sociedad. Es necesario estar alerta para que las acciones sean apuestas para un futuro mejor, en el marco de nuevos valores y tomando en cuenta los paradigmas del pensamiento contemporáneo.

Hay que reconocer que entró en crisis una visión analítica y compartimentada de la realidad, sometida a un programa; la vida pide estrategias y, “si es posible la serendipia y el arte” (Morín, 2002, p. 66). Frente a ello se plantea la interrogante: ¿Es posible que las aulas de enseñanza de la tecnología sean una alternativa para combatir, desde la escuela, la forma fragmentada de comprender la realidad?

Para el análisis de este planteamiento, se propuso un estudio bajo un enfoque cualitativo, de tipo descriptivo que, a través de la técnica de la observación participante, permitió ver los elementos que propician la interdisciplinaria, recabar datos, registrar rasgos y seguir la pista de los fenómenos que se producen en ese espacio, con el fin de indagar sobre la capacidad integradora de conocimientos que tienen las estrategias de enseñanzas que más se utilizan en el área de Tecnología. La muestra escogida para las observaciones, fue intencional, priorizando la profundidad de la investigación sobre la dispersión (Martínez, 2007), se trabajó en cuatro escuelas técnicas donde se imparte Tecnología como parte del currículo. Estos centros educativos se ubican en la ciudad de Mérida y zonas aledañas y pertenecen al Movimiento Educativo Fe y Alegría de la Zona Los Andes.

## 2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Vivimos, hoy, en un mundo complejo y cambiante, en el cual el saber, ha adquirido un valor inusitado como condición indispensable para el desarrollo de los pueblos. De ahí que se habla actualmente de la sociedad como sociedad del conocimiento, lo cual supone un gran desafío para la educación y el modelo educativo mundial.

De tal modo, que el mejoramiento cualitativo de los sistemas de formación se plantea como un objetivo urgente para hacer frente a los retos de la globalidad y de la complejidad de la vida cotidiana, incluso en los países más desarrollados. Se requiere, en expresión de Morín, “una educación para una cabeza bien puesta” (2002, p. 3). Existe un movimiento de cambio en materia educativa, todavía insuficiente; la vigencia de nuevos valores, nuevos conceptos y nuevas visiones del mundo reflejan un proceso de transformación del paradigma actual hacia otro diferente.

A estos cambios paradigmáticos debe enfrentarse la educación y el trabajo de la escuela que, como organización social, suele ser más lenta que cualquier otro ámbito de la sociedad como, por ejemplo, el aparato productivo, para incorporar las transformaciones. Si se observa la primera mitad del siglo XX, luego de la expansión del sistema de producción capitalista, el mundo atravesó una etapa turbulenta signada por dos guerras mundiales y una gran crisis económica entre ambas. Al comenzar un período de paz y de reconstrucción económica, se produjo un importante desarrollo de la ciencia y la tecnología.

En los currícula de los tres primeros años de la Educación Técnica Media se observan asignaturas como biología o física, por mencionar algunas, en las cuales sigue prevaleciendo el paradigma cartesiano que dominaba el conocimiento científico desde el siglo XIX, y según el cual la realidad se concibe como una gran máquina que sólo se puede comprender aislando y analizando sus partes. Así, a las leyes de Newton (1642–1727) le siguió la teoría de la relatividad de Einstein (1879-1955), o a la biología tradicional, la visión orgánica de Capra (1939) para la cual el cosmos es una totalidad indivisible y dinámica, cambios que de ninguna manera se reflejan en los planes de estudios. Y Heisenberg con su enunciado del principio de incertidumbre, sostiene que no hay real objetividad en la observación científica (Yus, 1997), aportes fundamentales que no son tomados en cuenta en los currículos actuales.

Se hace necesario, para el abordaje de la realidad, una reforma del pensamiento en el que aún priva el conocimiento de las partes. Hay que tratar de superar ese pensamiento que separa, sustituyéndolo por el que reúne; por ello, la expresión de “pensamiento complejo”, utilizada por Morín, se refiere a “complexus” que significa lo que está tejido en conjunto. Se trata de distinguir, pero sin desunir (2002). Se exige, hoy día, un enfoque desde esta perspectiva de la complejidad, catalogada por Morín (2004) como un macro-concepto, lugar crucial de las interrogantes y “el nudo gordiano del problema de las relaciones entre lo empírico, lo lógico y lo racional” (p. 21). En este sentido, el pensamiento complejo aspira al conocimiento multidimensional, pero sabe, desde el comienzo, que el conocimiento completo es imposible: uno de los axiomas de la complejidad es la imposibilidad, incluso teórica, de una

omnisciencia. Por ello, el pensamiento complejo está animado por una tensión permanente entre la aspiración a un saber no parcelado, no dividido, no reduccionista y el reconocimiento de lo inacabado e incompleto de todo conocimiento.

Frente a estos cambios paradigmáticos, se vislumbran dos caminos: la súper especialización, por un lado, y la búsqueda de modelos sistémicos e integradores con diferentes grados de interdisciplinariedad, por otro (Zabala, 1999). Dentro de esta última opción, Posada (2004) distingue tres niveles de integración:

**Multidisciplinariedad:** es el nivel inferior de integración, que ocurre cuando alrededor de un interrogante, caso o situación, se busca información y ayuda en varias disciplinas, sin que dicha interacción contribuya a modificarlas o enriquecerlas. En este caso, según Ruiz (2006), cada disciplina se mantiene dentro de su enfoque, método, categorías y especialidad, sin más compromiso que el de exponer su punto de vista sobre un tema, dentro de una especie de “panel de saberes”.

**Interdisciplinariedad:** es el segundo nivel de integración disciplinaria, en el cual la cooperación entre disciplinas conlleva interacciones reales, es decir, una verdadera reciprocidad en los intercambios y, por consiguiente, un enriquecimiento mutuo. En consecuencia, llega a lograrse una transformación de los conceptos, metodologías de investigación y de enseñanza. Ruiz (2006) señala que suelen tener grandes dificultades (particularmente en las ciencias humanas y sociales) en el momento de los procesos concretos.

**Transdisciplinariedad:** es la etapa superior de integración disciplinaria, en la cual se llega a la construcción de sistemas teóricos totales (macro disciplinas o transdisciplinas), sin fronteras sólidas entre ellas; fundamentadas en objetivos comunes y en la unificación epistemológica y cultural. En este caso, los problemas rebasan el respeto de los límites de las disciplinas y son el factor real de la integración de los saberes (Ruiz, 2006).

No se pretende la interdisciplinariedad para encontrar un discurso universal, como se consideró en épocas anteriores, ni para crear una nueva disciplina, sino más bien para la solución de problemas concretos; esta mirada de integración y complejidad para el abordaje del conocimiento se debe hacer en un contexto determinado, como lo exhorta la Conferencia Mundial sobre la Ciencia para el siglo XXI, auspiciada por la UNESCO (1999) y el Consejo Internacional para la Ciencia al alertar:

Para que un país esté en condiciones de atender a las necesidades fundamentales de su población, la enseñanza de las ciencias y de la tecnología es un imperativo estratégico. Como parte de esa educación científica y tecnológica, los estudiantes deberían aprender a resolver problemas concretos y a atender las necesidades de la sociedad, utilizando sus competencias y conocimientos científicos y tecnológicos (p. 5).

Es por ello que la incorporación de la tecnología a la educación es, hoy, una necesidad imperiosa y se presenta como una de las innovaciones importantes de las reformas educativas, al desarrollar un modelo de pensamiento que relaciona el "pensar" con el "hacer". La tecnología constituye el resultado de la intersección entre la actividad de investigación con la técnica, la cual aporta la experiencia operativa acumulada, y los conocimientos empíricos procedentes de la tradición y del trabajo. Brinda, además, las capacidades prácticas para resolver problemas complejos, con efectos concretos en la realidad (Ramírez y Escalante, 2007).

Motivados por la necesidad de estimular una formación cultural en el mundo tecnológico en los sectores más desposeídos, que son los sujetos de atención preferencial para Fe y Alegría, se incorporó esta área del conocimiento en sus propuestas curriculares, orientada al logro de los siguientes objetivos (Fe y Alegría, 2000):

- a. La comprensión de los procesos productivos, los usos y las consecuencias éticas, ambientales, sociales y económicas de la tecnología, así como la identificación y análisis de efectos beneficiosos o perjudiciales de los avances tecnológicos para la vida humana, individual y comunitaria.
- b. El conocimiento de los fundamentos científicos del funcionamiento y comportamiento de objetos tecnológicos al alcance.
- c. La valoración y rescate de las tecnologías apropiadas de la propia cultura.
- d. Plantear situaciones donde partiendo de una necesidad (el problema) se busca el objeto que la satisface (la solución), o partiendo de un objeto concreto se busca definir la necesidad que lo originó y el contexto histórico del cual surgió.

A todos estos ensayos de cambios, se agrega el hecho de que a partir del año 2003, en Venezuela, se está implementando un nuevo proyecto curricular que sustenta al Liceo Bolivariano y que se define como de carácter holístico, sistémico, contextualizado, ético y social. Se señala, adicionalmente, que la transversalidad le permite, a partir de una dimensión educativa global e interdisciplinaria, integrar todas las áreas del currículo en procesos básicos del hacer pedagógico, la planificación y la evaluación (MECyD, 2003). Y, por último, que la flexibilización curricular es un planteamiento del Proyecto Educativo Nacional, porque se debe vincular la escuela con la vida comunitaria (MECyD, 2003).

Todo este movimiento de ideas y discusiones que se ha creado alrededor de estas propuestas de cambio (interdisciplinaria, complejidad, flexibilidad) para el proyecto educativo del país, brinda la oportunidad de analizar la posibilidad de integrar la tecnología al currículo y que esta área permita encontrar temas generadores partiendo de situaciones problemáticas alrededor de las cuales se articule el conocimiento.

Finalmente, dos preguntas ponen de relieve la cuestión: ¿es posible que la tecnología sea una alternativa para combatir, desde la escuela, la forma fragmentada de conocer la realidad? ¿Descubrir dentro del aula la dinámica propia de los procesos tecnológicos a partir de

problemas nuevos, de dilemas genuinos, con sus características particulares, desde contextos reales y cercanos y con rasgos de incertidumbre, puede ayudar a superar la fragmentación de los conocimientos?

Sin duda, las tecnologías han generado avances y problemas, desarrollo y desequilibrios sociales y ambientales; la educación en Tecnología parece asumir un carácter sistémico que se corresponde con las relaciones de interdependencia que se establecen entre los objetos y el contexto natural, social y cultural, y, además, es un área que, por su naturaleza, resulta muy atractiva al joven de hoy que vive inmerso en un mundo tecnológico. Estos aspectos estimulan los estudios para avanzar en la comprensión del área y poder encontrar respuestas que iluminen los caminos que satisfagan la necesidad de la integración de conocimientos, que tanto demanda la educación en los tiempos actuales.

Con la oportunidad que brindan las reformas que están implantándose actualmente en el país, y que pretenden adaptarse a los nuevos paradigmas, la investigación busca indagar en la capacidad integradora del currículo que tiene el área de Tecnología. Para ello, se propuso lo siguiente:

- a. Revisar los fundamentos epistemológicos, los contenidos y las estrategias de enseñanza del área de Tecnología.
- b. Explorar el nivel de integración disciplinaria que tiene el área de Tecnología.
- c. Analizar la adecuación del currículo integrado a través del área de Tecnología, para la adquisición de conocimientos complejos y multidimensionales.

### **3. PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS**

El propósito fundamental de este estudio fue investigar en un pequeño universo educativo, en un aula taller de Tecnología, la capacidad integradora de conocimientos que tiene esta área curricular, ir en busca del fenómeno de la interdisciplinariedad, con el fin de replicarlo en otras áreas del conocimiento para el desarrollo de los pueblos y la construcción de un ciudadano productivo y feliz, dueño de su historia y capaz de construir sus sueños.

El supuesto de esta investigación, comenzó con unas preguntas sencillas: ¿las asignaturas de la Educación Básica tendrán capacidad de integrar conocimientos? ¿En cuál de ellas el estudiante encuentra respuestas vitales? Si las materias escolares son generalmente parcelas aisladas del conocimiento, inspiradas en unas disciplinas, ¿dónde se da el aprendizaje polifacético, dónde se aprenden muchas cosas diferentes a la vez? La Tecnología, materia que se imparte en los tres primeros años de la Educación Técnica Media en los Centros Educativos de Fe y Alegría, tiene capacidad para integrar las demás áreas del aprendizaje (asignaturas del plan de estudio) dando respuesta a estas interrogantes planteadas.

Esta asignatura se introdujo en el currículo a partir de la reforma escolar de la Educación Básica. El currículo incorporó el área de Ciencias de la Naturaleza y Tecnología. Si para ese momento la tecnología impregnaba el mundo del niño o joven estudiante, luego de diez años, se ha convertido en parte de su cultura. Desde su nacimiento lo rodean artefactos tecnológicos en la cuna, la casa, el juego y la diversión. Hoy el niño y la niña son usuarios atraídos por sus enormes ventajas y porque parecen haber nacido para su uso.

La investigación se centró en esta área de la Tecnología para determinar su capacidad integradora de conocimientos, de disciplinas y la construcción del pensamiento complejo. Se percibió como espacio adecuado, para que un alumno entre en diálogo con el otro, consigo mismo y con el conocimiento, en un ambiente propicio de aprendizaje, distinto al que se observa en la escuela tradicional.

Otros autores han buscado caminos para esa educación integradora, Zabala (1999) defiende el modelo integrador como única vía para restaurar la alianza entre la ciencia y la sabiduría, trabaja también sobre el enfoque globalizador que permite que el conocimiento e intervención en la realidad se realicen bajo una misma visión integrada. Este enfoque plantea cuestiones atractivas al estudiante, porque requiere construir respuestas. Zabala (1999) abre la posibilidad de que se haga desde cada disciplina. Es decir, en una clase de matemática se planteará un problema que para su solución requiera recursos matemáticos. El profesor utiliza el problema para realizar una serie de actividades que se corresponden con su propia disciplina. Los docentes de las diferentes materias tratan de coordinarse, pero priva lo que cada uno haga desde su área, por esta razón se pierde mucho el sentido de integración ya que no es posible ver las relaciones posibles entre las disciplinas. Esta debilidad se solventa en la educación primaria donde hay un sólo docente que se ocupa de varias asignaturas.

Zabala y otros autores han planteado lo que se ha llamado ejes organizadores, o temas transversales previamente definidos para constituir el currículo, como lo ha desarrollado Lucini (1995) en la propuesta didáctica “Aprender a vivir“, la educación global desde la transversalidad; también Yus (1997) enseña a relacionar unidades didácticas elaboradas para diferentes asignaturas; el currículo integrado de Torres (1998) que propone unos ejes preestablecidos a abordarse desde distintas disciplinas. Otros ejemplos, como el esfuerzo del Proyecto Didáctico Quirón (1995) de una propuesta integradora en la Reforma Educativa Española, una muestra de ello es la serie sobre la forma de enseñar Ciencias Sociales, Geografía e Historia para el segundo ciclo de Enseñanza Secundaria Obligatoria compuesto de ocho unidades didácticas para el abordaje de los contenidos en el área (Ministerio de Educación y Ciencia de España, 1995).

Lipman (2001) ve la práctica educativa desde dos paradigmas diferentes, el normal, caracterizado por una educación transmisiva de conocimientos, con una visión del mundo como preciso e inequívoco, ese conocimiento se distribuye en disciplinas que superpuestas lo abarcan completamente. El docente sabe, y quiere que los estudiantes sepan lo que él sabe y parte del presupuesto de que el estudiante educado, es el que tiene en su mente más información. Contra ese paradigma, plantea otro, el reflexivo de la práctica crítica, que mira la educación como el objetivo de una comunidad de indagación, que tiene como meta el

desarrollo de la comprensión y el buen juicio. Se anima a los estudiantes a pensar en un mundo misterioso y equívoco en el cual las disciplinas pueden yuxtaponerse y no son exhaustivas en su área de conocimiento, ni abarcan el mundo en su totalidad; el profesor es falible, es uno más de la comunidad de indagación, se espera que los estudiantes vayan incrementando su capacidad de juicio y por el ello el foco de la educación no es la información sino la indagación.

Esta discusión no aborda el problema de si se puede o no hacer o pensar por sí mismo, sino que cree que sí se puede crear el ambiente para que esto se logre, y escoge la filosofía desde la cual puede lograrse constituir las comunidades de indagación que vienen modeladas por un relato, para lo cual se reinventa tanto la didáctica como los contenidos de la filosofía en el salón de clase, a través de historias motivadoras especialmente creadas para ello. Parte de situaciones experienciales para generar pensamiento crítico y considera una filosofía que promueva el pensamiento entre las disciplinas con el fin de superar la dispersión de contenidos de la especialización. A través de este hilo conductor, los estudiantes se habitúan a la diversidad de pensamientos superando la unidimensionalidad y afianzándose en una perspectiva integradora de los distintos campos del conocimiento y de la acción humana.

Los intentos anteriores que buscan la integración de contenidos, lo hacen desde la filosofía Lipman (2001), los valores Lucini (1995); desde las diferentes asignaturas para luego integrar, o desde ejes temáticos, Yus (1996), Zabala (1999). Otros autores: Rodríguez (1998), Acevedo et al. (2001), Martín (2001), Acevedo (2002), Gordillo y González (2002), Álvarez (2004), más cercanos a esta investigación, pertenecen al grupo de CTS (Ciencia Tecnología y Sociedad) la cual trata de entender los aspectos sociales del fenómeno científico-tecnológico, que han tratado de mirar la ciencia desde un enfoque interdisciplinar, acudiendo en su estudio a disciplinas de las ciencias sociales, la filosofía, economía, entre otras.

La investigación desarrollada alrededor del área de tecnología y su supuesta capacidad integradora de conocimientos y potencial para la interdisciplinariedad y producción de pensamiento complejo, generó un conjunto de hallazgos que giran en torno a los siguientes aspectos: la ciencia y la tecnología; diferencias, pensamiento proyectual; se aprende haciendo; comunidades de indagación; la didáctica de la tecnología trasciende las disciplinas; interdisciplinariedad; construcción de pensamiento complejo; cada uno de ellos será discutido con más detalle en este apartado.

### **3.1. La ciencia y la tecnología, diferencias**

La tecnología es un área de conocimiento que permite interpretar o construir el mundo artificial, es vínculo entre el saber y el actuar, se diferencia de la ciencia, pero se apoya en ella. Lo que se evidencia en esta investigación, es que la tecnología es epistemológicamente independiente de la ciencia pero con conexiones frecuentes con ella.

Las asignaturas escolares que se agrupan dentro del área de ciencias en los tres primeros años de la Educación Técnica Media son: Estudio de la Naturaleza, Biología, Ciencias Biológicas, Física y Química. Estas son abordadas desde la Escuela, como materias distintas a la tecnología, cuyos objetivos son fundamentalmente familiarizarse con las teorías, conceptos y procesos científicos propios de cada una de ellas, pero que no tienen el propósito de responder a problemas de la cotidianidad.

Las asignaturas científicas están lejos de trabajar el verdadero fin de la ciencia, como investigar, comprobar y poner en duda los conocimientos adquiridos para construir más conocimientos. Se corrobora lo expresado por Rivas (2003): que están descontextualizadas, sus temas ofrecen fundamentalmente ejercicios y problemas ficticios, se orientan metodológicamente por los textos, guías y problemarios tradicionales considerados como emblemáticos de la sabiduría científica, que separan la teoría de la práctica guiados por una didáctica editorial, que generalmente está atrasada con relación a las teorías vanguardistas de la pedagogía contemporánea. No se hace ciencia, más bien los experimentos escolares no pasan de ser remedos de una investigación científica genuina en la escuela, uno de los efectos que parece tener la ciencia es infundir temor al estudiante común.

En contraste con esta realidad, en un aula de Tecnología se construye un ambiente de investigación colectivo que resulta gozoso. Mientras que en las asignaturas llamadas científicas el profesor tiene el conocimiento y con ello la autoridad. En un aula taller de Tecnología se ve con mucha más naturalidad que docentes y alumnos aprendan juntos ante un problema propuesto. Se acude a la ciencia buscando soluciones, como se pudo observar en varios de los proyectos realizados; se trabajó la electricidad, mecánica, biología, entre otras ramas científicas; o como ocurrió en otros momentos, cuando buscando respuestas a problemas planteados, se logró entender principios científicos que tal vez habían sido estudiados por los estudiantes, pero no totalmente comprendidos. En una de las observaciones en la que se analizaba el funcionamiento de una bomba de agua, los alumnos fueron capaces de transferir los principios tecnológicos estudiados, al funcionamiento del sistema circulatorio del ser humano y así comprender lo que ocurre en un accidente cerebro vascular en una persona conocida de la comunidad.

En varios de los eventos observados (construcción del robot, un juego infantil que utilizará algún operador tecnológico, un prototipo de carro ecológico), se pudo entender la diferencia entre los procesos tecnológicos y los científicos; por ejemplo, en la incubadora, el primer paso del proceso tecnológico fue determinar y describir una necesidad. Si se hubiera aplicado el método científico como se hace en el aula, una vez que el docente describiera el problema se le hubiera pedido al alumno sugerir hipótesis, seleccionar la que se considere más pertinente al problema y empezar a experimentar, para saber si la hipótesis es aceptada o rechazada, esto en el mejor de los casos. Lo más común es exponer una clase sobre funcionamiento y uso de una incubadora. En el enfoque tecnológico, como fue este caso, primero se formulan ideas, se selecciona la más adecuada, se construye y prueba el prototipo, para luego, si se tienen las posibilidades en el aula taller, hacer el modelo a escala o incluso llegar a la construcción en serie. En tecnología los conocimientos surgen de la constitución de un sistema de acciones orientadas a transformar objetos en forma eficiente, no sólo "saber hacer", sino también "saber cómo hacer" (Katz, 1999)

En la ciencia, como refiere Acevedo (2006), los conocimientos resultan de un proceso de investigación sistemático, el cuerpo de conocimientos ordenados en principios, leyes, teorías que explican el mundo natural. En cambio en el aula de Tecnología, lo que interesa es la solución del problema en un contexto dado, tiene un carácter eminentemente local, ya que no busca desarrollar una ley universal que explique un fenómeno, basta resolver una necesidad para el ámbito donde fue planteado.

Se observa una estrecha relación entre ciencia y tecnología, que el mismo Acevedo (2006) tipifica en cinco modelos:

1. La ciencia y la tecnología son independientes desde un punto de vista ontológico (cada una tiene su propia entidad). También son causalmente independientes o cuasi-independientes.
2. La ciencia y la tecnología tienen independencia ontológica, pero hay interacción entre ambas.
3. La tecnología se subordina a la ciencia y puede reducirse a ella; depende, pues, de la ciencia desde una perspectiva ontológica.
4. La ciencia se subordina a la tecnología y puede reducirse a ella; es decir, tiene una dependencia ontológica de la tecnología.
5. La ciencia y la tecnología son la misma cosa (tecnociencia postmoderna); esto es, no se diferencian ontológicamente.
6. Especial atención, para la investigación tiene el modelo dos, puesto que es el que describe con mayor precisión la relación entre la ciencia y tecnología, encontrada en las aulas analizadas, donde se evidenció independencia ontológica.

### **3.2. Pensamiento proyectual**

Hace casi un siglo, Kilpatrick (1871-1965) desarrolló y formuló el método de proyecto, hoy es una estrategia utilizada, con bastante frecuencia, sobre todo por docentes de la educación primaria, también en las aulas de Tecnología destaca como un hallazgo, ya que lo encontrado en las observaciones realizadas tiene sus especificidades.

El proyecto no es para la tecnología una estrategia cualquiera, es el eje metodológico del área, como así lo han indicado Ramírez y Escalante (2007), el Instituto Nacional de Educación Tecnológica Argentino (2002) y Astolfi (2001). Es por ello que desde el inicio de la investigación se esperaba encontrar en el aula-taller el uso de la metodología de proyectos, como en efecto ocurrió, y se evidenciaron algunos detalles novedosos, como es el anclaje del proyecto con la realidad y la producción de ideas en comunidades de indagación impulsadas por el proyecto.

Se pudo observar que el hecho de que el proyecto surja de necesidades, hace que los alumnos se sientan más comprometidos con su aprendizaje y adquieran destrezas para visualizar situaciones deseables, adicionalmente a ello, en una de las fases del proyecto tecnológico se realiza un diseño o boceto de lo que se espera ejecutar, aspectos específicos que contribuyen al desarrollo del pensamiento proyectual.

A pesar de las deficiencias que pudieron encontrarse en el desarrollo del proceso de enseñanza y aprendizaje, en todas las intervenciones se buscaba que los estudiantes desarrollaran capacidad creadora, impulsándolos a imaginar soluciones viables para los problemas vinculados a su realidad: bombas de agua, incubadoras, detectores de fallas eléctricas. No fueron objetivos propuestos por el docente ni divorciados de la vida del centro o del alumno. Este detalle es importante ya que el aspecto real de la situación impulsa y da un interés especial al proyecto, y el hecho de que el alumno imagine una solución, y luego la vea realizada, le da confianza y lo forma en la visión proyectual.

En las aulas-talleres luego de la frase “vamos a hacer un proyecto” surge el debate de ideas dentro de los pequeños grupos de trabajo en los que se organiza el aula de clase y donde todos se esfuerzan por alcanzar resultados concretos. Comienza un intercambio de propuestas ricas en innovación, en un ambiente creativo que permite el surgimiento de ideas en torno a posibles soluciones. Estas ideas no las elabora una persona en particular, hablan todos. Con emoción sueltan propuestas sin temor a equivocarse, suelen, en la mayoría de los casos, hablar juntos, casi sin escucharse unos a otros. Depende entonces, de la habilidad del docente canalizar los comentarios y generalmente las ideas que empiezan a perfilarse como posibles soluciones que se van gestando de la sinergia del grupo. En muchas ocasiones, no surge una sola alternativa de solución, suelen salir tres o cuatro propuestas, y si es el caso de que el profesor domina el tema y se siente seguro, divide al grupo, y cada uno opta por una de las alternativas esbozadas, por lo que el docente puede ir acompañando desarrollos diferentes al mismo tiempo.

No es un proyecto dirigido con pasos definidos, suelen ser explosiones creativas, se desarrollan procesos de pensamiento en los estudiantes mediante el uso racional, organizado, planificado y creativo de los recursos materiales y la información, para que los participantes obtengan respuestas a las demandas reales de la sociedad de producción de bienes, procesos y servicios en la solución de problemas y satisfacción de necesidades concretas. Este aspecto le da un toque particular respecto a los proyectos realizados en otras asignaturas.

Los pasos del método tecnológico para la elaboración del proyecto se repiten en todos los ejemplos: presentación de la tarea, búsqueda de la solución, planificación del trabajo, realización, análisis del trabajo realizado. El alumno, con el apoyo del profesor, define el problema, luego lo analiza. Se diseñan las propuestas de solución, luego se organiza el trabajo, se ejecuta y se evalúa.

En el momento del diseño, el alumno se imagina el producto final y lo plasma en un boceto que contempla dimensiones, materiales, aspectos constructivos. Cuando construyeron un

cohete que debía volar, o el barco que debía transportar un peso determinado y que se debe mover en diferentes direcciones, los estudiantes realizaron sus diseños.

Hay que considerar una falla común detectada que no permite el logro de las competencias proyectuales. Cuando los alumnos realizan el boceto de lo que van a hacer, como un simple dibujo, e inician la construcción del prototipo, se ven en la necesidad de hacer modificaciones porque lo esbozado no se armoniza con la realidad y se intenta resolver cambiando dimensiones o sistemas constructivos. Una de las funciones del docente es conservar las ideas esbozadas originalmente, y si es necesario, realizar cambios en la fase constructiva, si no deben rehacer los bosquejos, con ello se refuerza y valora la visión futura. En los cuadernos revisados se observan diferentes bocetos que representan soluciones posibles ante problemas planteados.

Los alumnos deben dominar muy bien las fases del proyecto, por lo cual se insiste en su enseñanza en el primer año con proyectos muy simples, –construcción en papel, juegos eléctricos, carteleras– para luego abordar problemas de mayor dificultad, como la situación particular de uno de los colegios en los cuales se hizo este estudio, que consistió en trasvasar agua de un tanque a otro para su aprovechamiento. En este caso el docente aprovechó la oportunidad para que se analizaran las diferentes variables de un problema de esa categoría, dimensiones sociales, económicas o políticas. Así se promovió la búsqueda de diferentes fuentes de conocimientos para encontrar respuestas que pudieran ser factibles y viables, planteadas desde una visión holística de la realidad.

### **3.3. Se aprende haciendo**

Un relato de una de las observaciones realizadas en el aula taller ejemplifica lo que se quiere significar con aprender haciendo, en el área de tecnología. Los alumnos de primer año trabajaban en un proyecto para la construcción de un dispositivo para indicar por año, la venta de la rifa de Fe y Alegría. Tenía que ser algo semejante a una cartelera, que señalara la cantidad de los boletos vendidos por salón cada semana. En la fase de lluvia de ideas, un alumno quería dibujar un termómetro con un dispositivo que se moviera para ir indicando la cantidad variable en el tiempo. Como no podía explicar lo que quería en términos técnicos le dijo a la profesora que le diera una puerta de nevera y él lo haría. El alumno se estaba imaginando un sistema de imanes que pueden moverse fácilmente sobre una superficie metálica (como son las neveras) que tendría dibujado un termómetro y con el dispositivo imantado se iba señalando la cantidad total. En ese momento no sabía expresar sus ideas académicamente, pero empezó a indagar y aprendió de imanes y supo hacer el indicador sobre una plancha metálica ilustrada. La idea inicial se fue ampliando y convirtiendo en teoría aprendida a partir del hacer.

Al encontrarse el alumno con el reto de solucionar problemas que surgen de su entorno, o al analizar objetos tecnológicos tratando de descubrir la dificultad o necesidad que los originó, las dos estrategias didácticas más utilizadas en clase, terminaron en aprendizajes significativos. Ese reto de partir de situaciones problemáticas, los motivó a buscar en las

ciencias respuestas o los procedimientos técnicos que están detrás de lo que requieren para las soluciones; investigar en muchas fuentes para descubrir los conocimientos de una manera más creativa e informal, es una forma de aprender haciendo; lo que se corresponde con los fundamentos epistemológicos de la Tecnología.

La investigación buscó explorar más sobre la estrategia de enseñanza de la Tecnología con el objeto de ver su capacidad integradora de conocimientos. Sin embargo, no se esperaba descubrir la forma de “aprender haciendo” y de cómo ese aprendizaje resulta globalizador y no sujeto a ninguna disciplina particular, tal y como en el ejercicio de hacer una cartelera que señalara la venta de rifa, terminó con aprendizajes sobre los imanes.

Roger Schank, crítico de la educación y defensor de la metodología de aprender haciendo, lo expresa de esta manera en entrevista realizada por Eduard Punset (2008)

No se puede aprender de lo que te dicen, cuando doy conferencias yo pregunto: ¿Cuántas salidas de emergencia hay en un avión 757? ¿Cuántos salvavidas hay en un 757? Porque todos hemos escuchado estas explicaciones cien veces... y sin embargo nadie lo sabe. Y después pongo el video y la gente dice: ¡Ahhhhhh!, hay 7. Pero no lo saben, porque decirle las cosas a la gente no es una buena manera de aprender. El aprender haciendo es un concepto que siempre ha existido. En este país había un educador, John Dewey, que era un gran defensor del aprender haciendo, y en 1916 se lamentó de que había estado intentando cambiar la metodología de aprendizaje en las escuelas y que nadie le hacía caso, y después añadía: quizá es porque yo sólo lo digo... Y se han olvidado. (s/p)

En el aula de Tecnología, el alumno se enfrenta a una situación problemática que lo reta, se dispone a conocer la solución de una manera holística, sinérgica, y el aprendizaje resulta serendipítico, lo que Gibbons et al (1997) llama las nuevas formas de adquirir conocimiento (Modo 2).

Para Piaget (1975), los conocimientos derivan de la acción. Eso es lo que ocurre en el aula-taller de Tecnología, se parte de situaciones problemáticas que deben ser resueltas a través de acciones concretas, se hacen vehículos, circuitos, juegos, prototipos y, es en este hacer donde se va aprendiendo.

El conocimiento producto del hacer contribuye al logro de competencias: capacidad de fabricar dispositivos sencillos de interés práctico, solucionar problemas, trabajar en equipo, identificar impactos culturales, ambientales y éticos de los procesos tecnológicos. Y como menciona Gibbons et al. (1997), este nuevo modo de producción de conocimiento no se halla encuadrado dentro de una estructura disciplinar, sino que es transdisciplinar y tiende a ser más reflexivo y profundo.

### **3.4. Comunidades de indagación**

La combinación entre una didáctica basada en problemas y el ambiente físico del aula de Tecnología, ayuda a constituir comunidades de indagación, al mismo tiempo que estas comunidades favorecen la adquisición integral de conocimientos. En general, las aulas-talleres son grandes, de unos 80 metros cuadrados o más, divididas en dos ambientes, uno para construir y ejecutar los prototipos finales, y otro donde se lee, investiga. Los alumnos en grupos de no más de seis integrantes, se sientan alrededor de una mesa, lo que facilita el diálogo, y el docente, aunque camine entre las mesas, no permanece mucho tiempo en ninguna, promoviendo así un ambiente de libertad en el cual los alumnos conversan entre sí, intercambian ideas, tanto del proyecto como de otros asuntos relacionados.

Torres (1998) en su investigación sobre el currículo integrado, argumenta la necesidad de trabajar grupalmente, sostiene que es una condición básica para la reorganización del conocimiento, la aparición de equipos interdisciplinarios. Propone realizar debates, escuchar a los otros, que todos expresen su opinión, le da importancia a lo que se logra en el seno de los equipos; y Álvarez (2004), investigadora cubana, discute la enseñanza de la ciencia desde una perspectiva interdisciplinaria, para lo cual propone realizar actividades que requieran el trabajo grupal. Por ello, durante el desarrollo de esta investigación se prestó especial atención al trabajo en grupos y a lo que ocurría en su interior.

Así se observó, que en la medida que transcurre el proyecto, el grupo se va consolidando, y se perfilan mejor los diferentes roles que asume cada uno de los integrantes en el equipo, el que es más diestro o hábil armando o investigando puede dirigir al otro, muchas veces de acuerdo a las competencias de cada uno se cambian los liderazgos. En el seno de estos equipos se puedan dar y discutir razones, salen a relucir muchos conocimientos previos, se animan a investigar, porque entre ellos tienen confianza y un objetivo común: resolver un problema.

Se evidenció la conversión de una clase normal en una comunidad de investigación, tal como lo señala Lipman (2001) en su investigación:

Los estudiantes se escuchan los unos a los otros con respeto, construyen sus ideas sobre las de los demás, se retan los unos a los otros para reforzar argumentos de opiniones poco fundadas, se ayudan en los procesos inferenciales a partir de los que se afirma y buscan identificar los supuestos ajenos. Una comunidad de investigación intenta rastrear la indagación donde sea, aunque bordee las fronteras de las disciplinas establecidas, en un diálogo que pretende conformarse en la lógica moviéndose indirectamente –como un buque que vira con el viento– aunque se avance parece semejarse al propio pensamiento (p. 57).

Uno de los grupos de estudiantes que se propuso resolver un problema de riego para un huerto escolar, estaba integrado por cinco alumnos con perfiles diferentes, la alumna interesada, el perezoso con notas bajas, el nuevo, distraído e intuitivo y por último, el oportunista chistoso.

Este grupo a lo largo del proceso, pasó por variados estados anímicos, con avances y retrocesos, pero al final del proceso cuando estaban en la fase de ejecución hubo cambios significativos en cada uno de los miembros del grupo, la experiencia los impactó y cuando el

docente realizó la evaluación, eran notorios la alegría generalizada del hecho cumplido y los conocimientos adquiridos.

En este y otros casos se constituyó una clara comunidad de aprendizaje, en la cual todos cooperaron, el docente, que no lo sabe todo, se convierte en un acompañante del grupo en el proceso de aprendizaje, su rol es de claro facilitador abierto al proceso cognitivo del estudiante. A través de las comunidades de indagación se desplaza el foco de atención del docente al alumno.

### **3.5. La didáctica de la tecnología trasciende las disciplinas**

Las estrategias didácticas más utilizadas en el aula taller son el proyecto tecnológico, aprendizaje por problemas reales y el análisis de objetos. Cualquiera de ellas propicia la integración de conocimientos llegando a trascender las disciplinas.

Estas estrategias, se comportan de forma diferente en Tecnología, en parte porque a diferencia de otras asignaturas, ésta no tiene una disciplina científica de la cual provenga exclusivamente, ella misma incorpora la actividad humana como un elemento inseparable de la historia, la cultura, la ciencia, la lengua; integra diferentes saberes disciplinares, sin que a veces el alumno se percate de ello, porque el hilo conductor de los aprendizajes no está en los contenidos programáticos, sino en la solución o el descubrimiento de situaciones problemáticas a través de la estrategias ya mencionadas.

En el desarrollo de un proyecto planteado para la construcción de un envase para comida rápida, innovador y económico, los estudiantes profundizaron sobre la historia del papel, su proceso de elaboración, la afectación del ambiente que provoca su fabricación y uso indiscriminado, para lo cual se mezclan conocimientos que saltan de una asignatura a otra (historia, química, ciencias ambientales), abriendo posibilidades para que cada alumno profundice en los temas que le resulten más atractivos, traspasando el concepto de disciplina escolar e incluso, de los contenidos curriculares.

El proyecto tecnológico como estrategia metodológica, es sin duda la más utilizada y adecuada para el abordaje de los problemas de aprendizaje, no se cuestiona lo afirmado por Zabala(1999), que las disciplinas ofrecen las herramientas para el conocimiento, pero ante las situaciones reales de donde se extraen los problemas se requiere de variadas disciplinas y el uso integrado de distintos recursos conceptuales, procedimentales y actitudinales provenientes de ellas, aportes ya señalados por Lipman (2001), Zabala (1999), Lucini (1995) y Yus (1997).

Otra de las estrategias didácticas utilizadas en Tecnología es el análisis de objetos, reseñado por el INET (Instituto Nacional de Educación en Tecnología de Argentina) (2002) y por Fe y Alegría (Ramírez y Escalante, 2007). Esta investigación constató su uso frecuente y el hecho de que a través de ella, el estudiante tiene acceso a conocimientos variados, porque en un

objeto tecnológico se encierran distintos códigos de la cultura, materiales, conocimientos científicos y técnicos que son reflejo de la trayectoria histórica de soluciones y problemas. Cuando el alumno piensa en el problema que origina la creación de un objeto tecnológico o se plantea analizarlo en su forma, tipo, atractivo, recorre una serie de aspectos desconocidos hasta el momento: estéticos, sociológicos, ergonómicos, históricos y a partir de esta experiencia de aprendizaje, transfiere las capacidades a situaciones nuevas.

Tanto Álvarez (2004) como Ander Egg (2010) recomiendan la elaboración de unidades didácticas para el desarrollo de una estrategia particular o combinación de ellas alrededor de un tema para propiciar la interdisciplinariedad. Esta propuesta fue acogida por los docentes del área de Tecnología.

En la búsqueda de procesos de aprendizaje interdisciplinarios, los investigadores señalados, aconsejan contar con un tema motivador para ser abordado por diferentes docentes de variadas asignaturas. Lo que se descubre en el área de Tecnología es que el alumno, con el objeto de encontrar respuestas a su problemática, que se suele presentar como una unidad didáctica, las busca en las diferentes asignaturas, trasciende las disciplinas. Se evita que cada asignatura enmarcada en los ámbitos de sus disciplinas de origen, quieran explicar y dar respuestas, como lo refiere Ander Egg (2010), desde la anteojeira del propio campo profesional, porque el alumno no las tiene, busca libre de esquemas respuestas a sus inquietudes.

Por otra parte, el reto de encontrar soluciones a una problemática planteada o descubrir qué hay detrás de un tecnofacto, pasa por responder preguntas sencillas: ¿qué pasa? y ¿qué hacer?, lo que estimula a los alumnos a involucrarse en un proceso dinámico, complejo y en un aprendizaje significativo, porque lo acerca a la vida. En las aulas talleres donde se trabaja la Tecnología, los alumnos buscan conocimientos fuera de los códigos de una disciplina, se puede hablar, por tanto, de transdisciplinariedad, expresada por Martínez (2000, p. 13) como un “conocimiento superior emergente” que permite cruzar las fronteras de las diferentes áreas del conocimiento disciplinar y crear imágenes de la realidad más completa.

En el proyecto (construcción de una incubadora de huevos de codornices) se abordan conocimientos de disciplinas tan variadas como la biología, electricidad, dibujo, técnicas constructivas, economía; el alumno busca respuestas en el abanico de asignaturas del plan de estudios. El conocimiento así es transdisciplinario porque es más una actitud mental que combina curiosidad con un espíritu de aventura, sin temerle al riesgo e incertidumbre por lo que puedan encontrar. Panqueva (2000) expresa que la interdisciplinariedad no se aprende, no se enseña, sino que se vive.

Sin embargo, aun cuando el docente utiliza estrategias integradoras agrupadas o desarrolladas en unidades didácticas que propician la interdisciplinariedad, pero por no estar bien preparado para este enfoque, desaprovecha los eventos que ocurren en el aula y no se logran a plenitud los procesos interdisciplinarios, se pierden oportunidades interesantes para el aprendizaje, porque deja pasar dudas e inquietudes que se generan en el grupo de estudiantes, o no los

anima para continuar con el proceso de aprender. Cuando el docente impulsa a los estudiantes a la creación y al descubrimiento, contribuye a la formación de una manera más holística y sistémica.

Esta actitud del docente y la necesidad de los alumnos de confrontar y resolver un problema, los obliga a recopilar información para presentar alternativas, valorarlas y escoger la más pertinente para la solución. Los lleva a desplegar toda la capacidad de trabajo para la solución: entrevistan, observan, reúnen evidencias, leen, investigan, encuestan. Este modo de acercarse al conocimiento les permite aprehender los objetos en sus contextos, sus complejidades y sus conjuntos. Así es más interesante aprender, se comienza a aprender a aprender y sobre todo a utilizar los conocimientos disponibles en circunstancias particulares y novedosas, planteando alternativas y evaluando resultados con criterios de calidad y desempeño.

La tecnología, a través de su didáctica, propicia la interdisciplinariedad y como lo sostiene Seleme (2009), es una forma tecnológica de producir conocimientos.

#### La interdisciplinariedad

Esta investigación condujo a estudios e investigadores que abordan la interdisciplinariedad en la escuela, entre ellos Arana (2001), Torres (1998), Ander-Egg (2010) y, en especial Álvarez (2004), es quien más concretamente trata las situaciones que favorecen la interdisciplinariedad en los centros educativos. En esta investigación se resalta la coincidencia de factores tales como: trabajo grupal, actividades de carácter abierto, de naturaleza compleja; docente facilitador en permanente intercambio de ideas, actividades realistas. Pero a diferencia de los estudios revisados, estas situaciones en Tecnología son suscitadas por un docente en una sola asignatura. En el aula taller, se observaron grupos de alumnos convertidos en pequeñas comunidades de investigación, manejando diferentes conocimientos empíricos y científicos, disciplinarios y no disciplinarios, que conectan los fenómenos planteados y se cuestiona la idea de una visión única de la realidad, porque cada experiencia, cada vida, hace ver las cosas de manera distinta.

Otro aspecto que se evidencia en este estudio similar a los trabajos analizados, es la necesidad de comunicación entre alumnos para la confrontación de diferentes puntos de vista. En general, durante el proceso de búsqueda, primero se discute en el pequeño círculo en el cual se trabaja, cada uno expresa sus ideas con bastante vehemencia, aprendiendo a escuchar al otro. En los comentarios finales los alumnos, en la última fase del proyecto, caen en cuenta de que todo lo dicho es importante: unas veces con buenas ideas y otras una simple ocurrencia que impulsa una nueva idea que se va engranando hasta encontrar las soluciones deseadas.

En contraste con una clase tradicional donde el profesor tiene “la última palabra”, en las experiencias observadas durante los proyectos, los conocimientos de los pares se toman en cuenta y se convierten en una fuente segura, por la confianza originada en el equipo que va en

busca de soluciones en un ambiente creativo en el que el rol del profesor casi se limita al acompañamiento y animación. El desempeño de este rol, implica preparación y experiencia para no abortar procesos que propician la interdisciplinariedad. Morin (1992) le da mucha importancia al intercambio en el grupo por su carácter interdisciplinario.

Nadie duda de que se logre la interdisciplinariedad cuando científicos especialistas en diferentes disciplinas se comunican entre sí y se enriquecen mutuamente. Esto es equivalente a lo que ocurre en un aula de clases, cuando pequeños grupos de estudiantes conversan, aportan sus saberes, se comunican y se oyen entre ellos y van construyendo conocimientos. No se trata aquí de diferentes disciplinas, sino de diferentes pensamientos.

Otro aspecto evidenciado en el proceso de aprendizaje de los alumnos dentro de los grupos de trabajo, fue la dispersión de las reflexiones; a lo largo de un proyecto por momentos no se sabe a ciencia cierta qué están aprendiendo los alumnos, es posible que descubran algo que les llame la atención y se animen a seguir esa veta del conocimiento.

En general se puede afirmar que el acercamiento a las disciplinas ocurre sin que los mismos alumnos lo entiendan. No buscan conocimientos disciplinares, sino soluciones a problemas reales, complejos, abiertos mediante el intercambio de saberes, apoyándose en diferentes fuentes informativas, sin temerle a la incertidumbre. Lo que van descubriendo se convierte en conocimiento sin que puedan ubicarlo previamente en alguna disciplina en particular.

### **3.6. Construcción de pensamiento complejo**

El tercer objetivo planteado en la investigación es analizar, a través del currículo del área de Tecnología, la adquisición de conocimientos complejos, a lo largo de este trabajo se entiende como pensamiento complejo lo expresado por Morin (2004), que es ante todo un pensamiento que relaciona; utiliza el símil del tejido, en el cual se ve la tela, pero también se ve la trama de los hilos, y no se pueden aislar porque no habría tela; de la misma manera, no se pueden aislar los conocimientos de su contexto, porque no tendrían sentido si no se reinsertan en la realidad global a la cual pertenecen.

Para su adquisición no hay receta, filtro mágico, ni programas, se trata del paradigma de la complejidad, que se traduce en una estrategia para confrontar el mundo con el conocimiento y con la acción.

Desde esta perspectiva, en el aula se evidencia el desarrollo del pensamiento complejo y multidimensional, cuando frente a problemas de la vida se articulan e integran las disciplinas, no en torno a objetos del conocimiento, sino a través de proyectos; se busca construir para solucionar, analizar y proponer. En cada proyecto analizado se constató la interacción entre hacer y conocer, entre la ciencia y la experiencia. Este tipo de relaciones, Morin (2004) y

Delgado (2008) las definen como pensamiento complejo, para diferenciarlas del pensamiento simple.

Los alumnos en la tecnología acceden a experiencias concretas, buscan soluciones motivadas por la inquietud o la necesidad. Cuando el docente presenta el objeto de conocimiento de forma atractiva, cada alumno emprende un camino personal y colectivo para la construcción de la solución, que implica la toma de decisiones sobre qué y cómo hacer, y luego, se plantea la posibilidad de explicarla y comunicarla. En este proceso, se valora el trabajo cooperativo, se comparten inquietudes, despistes, certezas, el conocimiento que se va adquiriendo y el ya adquirido, las posibles aplicaciones y el gusto por lograrlo.

Lo que va ocurriendo en el aula no se puede abstraer del hecho de la complejidad de los fenómenos del mundo, formados por múltiples y variados elementos que se cruzan y entrecruzan en el surgimiento de los acontecimientos con rapidez vertiginosa, porque el estudiante de hoy, como cualquiera, se ve sometido cada día al impacto de situaciones nuevas, extraordinarias, que desatan problemas y desafíos de toda índole, difíciles de comprender y de enfrentar, lo que explica los sentimientos de incertidumbre, de miedo al futuro y, en consecuencia, de apatía ante el temor de ser incapaz de resolverlos. Esto experimentan el hombre y la mujer de hoy, igualmente se vive dentro de un aula de tecnología, cada proyecto contiene hechos de la vida misma.

Es por ello, que con el objeto de abrir una ventana hacia la complejidad de la realidad circundante, en Tecnología se abordan las ciencias naturales, las sociales y humanas, la filosofía, economía, sociología, historia, antropología, ciencia política y gestión. Se concibe el proceso de aprendizaje partiendo de problemas que requieren visiones complejas y el desarrollo de habilidades para su solución. No se detienen en el aula sino que se aplican en la realidad, surgen de la vida y se reinsertan en ella. Este carácter autor reflexivo, meta cognoscente, incluye la posibilidad de errar y aprender. La autocrítica tanto del resultado del proyecto como del camino recorrido en el proceso de pensar, se infiere de las observaciones en el aula taller, es reflejo de un pensamiento complejo.

Los proyectos tecnológicos favorecen la aptitud natural de la mente para hacer y resolver preguntas esenciales y, correlativamente, estimular el empleo total de la inteligencia general, para ello se utiliza una de las facultades más vivas en la infancia y adolescencia, como es la curiosidad, la cual muy a menudo es neutralizada en la misma escuela, cuando lo ideal es estimularla lo más posible. Es lo que Sábato (1978) expresa como la aventura que el discípulo debe sentir, un combate emocionante contra las potencias de la naturaleza y de la historia. No se quiere un enciclopedismo muerto, ni una ciencia hecha, sino conocimientos que se van haciendo con espíritu; inventar y participar de la historia con libertad de opinar, de equivocarse y rectificar.

En el aula de Tecnología durante la ejecución de los proyectos de trabajo bajo esa concepción transdisciplinar, se contempla una organización del tiempo y del espacio, ambos complejos y flexibles; la teoría y la práctica no están separadas. En el seno de estos grupos, cobra

importancia la tesis vigotskiana de las relaciones sociales en el desarrollo de actividades mentales complejas, y el papel que los marcos de internalización, transferencia y la zona de desarrollo próximo juegan en el proceso de construcción del conocimiento.

Estrategias educativas que propician el desarrollo del pensamiento complejo, es una vía que no está normada pero que debe abrirse para salir de la trampa actual de pasotismo o miedo para encontrar soluciones, se requiere trabajar con una visión creativa que apueste por la vida, para que hombres y mujeres puedan ser sujetos de su propia historia, capaces de transformar su entorno. No hay un futuro predeterminado y fatalista si se cuenta con las competencias adecuadas. La tecnología propicia un espacio para buscar los conocimientos que requiere para resolver los problemas que se le plantean.

#### **4. A MANERA DE CONCLUSIÓN**

La Tecnología abre un espacio que se debe seguir transitando, al centrarse en problemas reales y a través de su didáctica, propicia un intercambio de ideas y conocimientos en el seno de las comunidades de indagación que se forman en las aulas talleres con un pequeño número de alumnos. Lo que se gesta en estos núcleos ya es de por sí un proceso interdisciplinario, el alumno se enfrenta a un permanente intercambio de ideas que confronta con variadas fuentes de indagación. El docente ayuda a través de su rol de acompañante y motivador, para que se trate de llegar al fondo del problema y a la proyección de soluciones.

Con este proceso y dada la realidad siempre multidimensional, el estudiante va construyendo pensamientos complejos, va adquiriendo las competencias que le ayudan a enfrentar la incertidumbre y a ser creativos, comienzan a tener seguridad en que conocer ayuda a hacer, a vivir y a ser. La oportunidad que brinda el área ayuda a que el alumno alcance las competencias que se le exigen en el mundo de hoy turbulento y complejo.

En un momento, que podría calificarse sin ninguna duda, como de trascendencia histórica, en el que Venezuela experimenta grandes cambios en el orden social; la educación rompe con viejas tradiciones y paradigmas para intentar que el conocimiento se obtenga en diversos contextos socio-culturales. Sea que los esfuerzos por lograr este cometido estén bien dirigidos o no, hay una realidad que nos permite enfrentar cambios desde el planteamiento curricular: una nueva manera de enfocar el aprendizaje, que permite a los estudiantes transferir a la vida cotidiana diversas formas de conocer y saber desde experiencias inter y transdisciplinaria.

Posiblemente, ningún área de la exploración del saber sea tan proclive a la experimentación de estos nuevos paradigmas, como la tecnología. Esencialmente, la razón de la existencia de la tecnología es resolver problemas de la vida. Problemas cuyas soluciones enfrentan diferentes niveles de dificultad y disímiles escenarios de aplicación; por lo tanto, resultó de mucho interés su estudio y análisis en la práctica educativa, pues de ese modo fue posible determinar bajo qué circunstancias se integran conocimientos, y cómo se cataliza, en un aula-taller de enseñanza de tecnología, la aparición del fenómeno para ayudar a la creación de

medios que propicien la educación globalizada e integradora que se persigue como fin del proceso educativo.

La investigación analizó lo que sucede en un aula de Tecnología: partiendo de aceptar que la ciencia y la tecnología son áreas con independencia ontológica, pero con interacción entre ambas; se puede entender que “aprender a hacer para saber”, es un enfoque que le permite al estudiante obtener conocimientos significativos, le brinda herramientas útiles en su proceso de formación continua, y la posibilidad de entusiasmarse en la búsqueda de conocimientos integrados que den respuesta a su vida desde su realidad, lo que resulta un reto necesario y significativo.

Esta investigación permitió ganar espacio en la comprensión de la enorme importancia que la tecnología, presente en todos los aspectos del mundo contemporáneo, representa en su inclusión en los planes educativos. Los hallazgos encontrados, que dejan lugar a nuevas investigaciones pueden resumirse en:

1. Se confirman las diferencias conceptuales y epistemológicas entre ciencia y tecnología dentro del ámbito escolar.
2. Se reconoce el proyecto como fundamento de la enseñanza de tecnología y una estrategia que ayuda al joven a la creatividad y a capacitarse en visualizar el futuro desde la realidad del presente.
3. Se establece la importancia del aprender haciendo, lo que le da un significado interesante al proceso de aprendizaje.
4. Las comunidades de indagación que se forman dentro de un aula taller, cuando se está desarrollando un proceso, son factor clave para la consolidación de conocimientos valorando el apoyo entre pares, y tema a seguir analizando.
5. El conjunto de los enunciados anteriores permitió comprobar que la naturaleza del área de Tecnología y la didáctica utilizada en la misma, permite que los conocimientos se adquieran trascendiendo las disciplinas y hacen posible la interdisciplinariedad y transdisciplinariedad.
6. Por último, a pesar la enorme dificultad que significa precisar la adquisición de pensamientos, todo apunta a señalar que los conocimientos que se adquieren dentro del aula de Tecnología se corresponden con el paradigma de pensamiento complejo y multidimensional.

Estos enunciados, que han sido ampliamente desarrollados en la investigación y sus resultados, nacidos de experiencias comprobables, demuestran la validez de la propuesta de aprendizaje estudiada.

## **5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- Acevedo, J.; Manassero, M. y Vázquez A. (2001). Cuatro paradigmas básicos sobre la naturaleza de la ciencia. *Revista Digital de la Organización de los Estados Iberoamericanos*. Recuperado el 12 de diciembre de 2006 de <http://www.oei.es/salactsi/acevedo20.htm>
- Acevedo, J. (2002). Cambiando la práctica docente en la enseñanza de las ciencias a través de CTS. *Revista Digital de la Organización de los Estados Iberoamericanos*. Recuperado el 12 de diciembre de 2006 de <http://www.oei.es/salactsi/acevedo2.htm>
- Acevedo, J. (2006) Relaciones entre Ciencia y Tecnología: Un análisis social e histórico. *Revista Eureka*. Nº 3 pp 198-219. Recuperado el 5 de marzo de 2011 de [www.apac-eureka.org/revista/Volumen3/...3\\_2/Acevedo\\_2006.pdf](http://www.apac-eureka.org/revista/Volumen3/...3_2/Acevedo_2006.pdf).
- Álvarez, M. (2004). *La interdisciplinariedad en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias. Acercamiento de la interdisciplinariedad en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias*. Recuperado el 22 de julio de 2006 de <http://www.Unesco.cl/medios/biblioteca/documentos/e.o/cienciasinterdisciplinariedad>
- Ander Egg, E. (2010) *Interdisciplinariedad en Educación*. Barquisimeto, Venezuela:Ediciones Gema.
- Arana, A. (2001). *¿Es posible la interdisciplinariedad?* Recuperado el 19 de junio de 2007. [www.pensamientocomplejo.com.ar](http://www.pensamientocomplejo.com.ar).
- Astolfi, J. (2001). *Conceptos clave en la didáctica de las disciplinas*. Sevilla, España: Diada Editorial S.L.
- Delgado, J. (2008). El pensamiento complejo: ¿realidad o utopía en la educación postgraduada? *Revista Iberoamericana De Educación*. Nº 47/4 -10 de noviembre de 2008. Organización de los Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura.
- Fe y Alegría (2000). Educación Tecnología y Desarrollo. *Revista Internacional Fe y Alegría*. No. 1. Año 2000. Venezuela: Fe y Alegría.
- Ferreras, M. y Gay, A. (2004). *Aportes para la implementación de la educación en tecnología*. Buenos Aires, Argentina: Instituto Nacional.
- Gibbons, M., Limoges, C., Nowotny, H., Schwartzman, P. y Trow, M. (1997). *La nueva producción del conocimiento. La dinámica de la ciencia y la investigación en las sociedades contemporáneas*. Barcelona: Ediciones Pomares-Corredor, S.A.
- Gordillo, M. y González, J. (2002). Reflexiones sobre la educación tecnológica desde el enfoque CTS. *Enseñanza de la tecnología*. Número 28 Enero-Abril 2002 Recuperado el 12 de febrero de 2006 de <http://www.rieoei.org/rie28a01.htm>
- INET (2002). INET (Instituto Nacional de Educación Tecnológica). *Los procedimientos de la tecnología*. Ministerio Educación, Ciencia y Tecnología. Argentina, Buenos Aires: NET
- Katz, C. (1999). La tecnología como fuerza productiva social: implicancias de una caracterización. *Tecnología*, Vol. 12, Nº 3 septiembre-diciembre de 1999, México. Recuperado el 4 de junio de 2007, de [http://www.contrainformatica.org.ar/article.php3?id\\_article=9](http://www.contrainformatica.org.ar/article.php3?id_article=9)
- Lipman, M. (2001). *Pensamiento complejo y educación*. España: Ediciones la Torre.
- Lucini, F. (1995). *Aprender a vivir*. España: Anaya.

- Martin, M. (2001). *Ciencia, tecnología y sociedad*. Proyecto Argo. Materiales para la educación CTS. Segundo capítulo. Organización de Estados Iberoamericanos Recuperado en junio 2006 de <http://www.oei.es/salactsi/argo02.htm>.
- Martinez, M. (2000). *Transdisciplinariedad, Pertinencia Social e Investigación*. Memorias del II Congreso Internacional de Investigación y Postgrad. La Transdisciplinariedad de las Ciencias en el Siglo XXI 7-11 Mayo 2007 - UNEFA Caracas, Venezuela. Recuperado en 17 de abril de 2011 de <http://miguelmartinezm.atspace.com/Transdisc%20Pertin%20Social%20e%20Invest.html>
- Martínez, M. (2007). *Ciencia y arte en la metodología cualitativa*. México: Trillas.
- Mayor, F. (1999). Prefacio. En Morin. *Los siete saberes necesarios para la educación del futuro*. París: UNESCO.
- MECyD (Ministerio de Educación Cultura y Deportes) (2003). *Escuela como centro del quehacer comunitario. Formación permanente en la escuela*. Manuscrito no publicado. Caracas, Venezuela: Ministerio de Educación, Cultura y Deportes.
- Ministerio de Educación y Ciencia. (1995) Proyecto Cronos. Ciencias Sociales, Historia y Geografía. Segundo Ciclo de la E.S.O. Arte, Belleza y Gusto. Grupo Cronos. España: Ediciones de
- Morin, E. (1982). *Ciencia con conciencia*. Barcelona, España: Anthropos.
- Morin, E. (1992). *Sobre la interdisciplinariedad*. Recuperado el 19 de junio de 2007 de [www.pensamientocomplejo.com.ar](http://www.pensamientocomplejo.com.ar).
- Morin, E. (1999). *Los siete saberes necesarios para la educación del futuro*. París: UNESCO.
- Morin, E. (2002). *La cabeza bien puesta. Repensar la reforma*. Buenos Aires, Argentina: Editorial Nueva Visión.
- Morin, E. (2004). *Introducción al pensamiento complejo*. México D.F., México: Gedisa, S.A.
- Panqueva, J. (2000). *La interdisciplinariedad y el currículo integrado*. Universidad de los Andes. Colombia. [http://docs.google.com/viewer?a=v&q=cache:nPVw\\_kM7Qd0J:moodle.uacj.mx/moodledata152/45/XIVLaInterdisciplinariedadYElCurrpiculoIntegrado.pdf+XIV+La+interdisciplinariedad+y+el+currculo+integrado&hl=es&gl=ve&sig=AHIEtbS0zBdXrtymvZq3Lxi\\_VRalCP9EHA](http://docs.google.com/viewer?a=v&q=cache:nPVw_kM7Qd0J:moodle.uacj.mx/moodledata152/45/XIVLaInterdisciplinariedadYElCurrpiculoIntegrado.pdf+XIV+La+interdisciplinariedad+y+el+currculo+integrado&hl=es&gl=ve&sig=AHIEtbS0zBdXrtymvZq3Lxi_VRalCP9EHA) 3 de julio de 2009.
- Piaget, J. (1975). *Psicología y pedagogía*. Barcelona, España: Editorial Ariel.
- Posada, R. (2004). Formación superior basada en competencias: interdisciplinariedad y trabajo autónomo el estudiante. *Revista Iberoamericana de Educación*. Número 18. Recuperado el 25 de julio de 2005 de <http://www.rieoei.org/deloslectores/648Posada.PDF>.
- Punset. R. (Productor) (2008) *Programa Redes*. Entrevista a Roger Schank. Recuperado el 12 de marzo de 2011 de <http://www.youtube.com/watch?v=B4j6ZyQQE6o&noredirect=1>
- Ramírez, A y Escalante, M. (2007). La educación en tecnología: un aporte para Fe y Alegría. *Colección Procesos Educativos*. N° 27. Maracaibo, Venezuela: Fe y Alegría.

- Rodríguez, D. (1998). Ciencia, tecnología y sociedad: una mirada desde la educación en tecnología. *Revista Iberoamericana de Educación* Número 18. Recuperado el 25 de julio de 2005 de <http://www.campus-oei.org/oeivirt/rie19a01.htm>.
- Rivas, P. (2003). La enseñanza de las Ciencias Físico-Naturales y la Matemática, una práctica docente que niega el aprendizaje de las Ciencias. *EDUCERE La Revista Venezolana de Educación*. Año 6, N° 21, abril-mayo-junio 2003. 115-117.
- Ruiz, L. (2006). *Aproximación a la integración superior del saber*. Bogotá, Colombia: Editorial Magisterio.
- Sábato, E. (1978). *Ensayo sobre educación en América Latina*. Publicado originalmente en *Clarín*. Buenos Aires, 11 de mayo de 1978. <http://sigma.poligran.edu.co/politecnico/apoyo/Decisiones/curso/SABATO-ENSAYO-SOBRE-LA-EDUCACION.pdf>.
- Seleme, F. (2009). *El laberinto del ingenio*: edUTecNe [Editorial Universitaria de la U.T.N.]
- Torres J. (1998). *Globalización e interdisciplinariedad: el currículo integrado*. Madrid, España: Ediciones Morata.
- UNESCO (1999). Conferencia Mundial sobre la Ciencia para el siglo XXI, auspiciada por la UNESCO y el Consejo Internacional para la Ciencia. Recuperado el 14 de febrero de 2006, de [http://www.unesco.org/science/wcs/sp/declaracion\\_s.htm](http://www.unesco.org/science/wcs/sp/declaracion_s.htm)
- Yus, R. (1997). *Hacia una educación global desde la transversalidad*. Madrid, España: Grupo Anaya.
- Zabala, A. (1999). *Enfoque globalizador y pensamiento complejo: una respuesta para la comprensión e intervención de la realidad*. Barcelona, España: Grao.