

Didáctica de la tecnología

Unidad 2:

Ambientes, estrategias de aprendizaje y actividades tecnológicas escolares

2.1. La interacción docente-alumno y el conocimiento tecnológico

En términos generales para la educación en tecnología se plantea una dinámica general de trabajo que se define por dos condiciones: en primer lugar el trabajar con los niños y jóvenes desde lo evidente (nivel de lo concreto) hacia lo no evidente (nivel abstracto) y en segundo lugar a partir del papel del docente³ y el alumno que permite definir altos niveles de prescripción hacia niveles progresivamente incrementados de autonomía.

2.2. La prescripción

El nivel prescriptivo dice de la asesoría, acompañamiento y guía del docente quien diseña la actividad académica centrada en cualquiera de las estrategias didácticas más adelante expuestas. Las decisiones sobre el tipo de estrategia a emplear deben considerar, aunque no necesariamente explicitar, como aspecto importante, el nivel de prescripción de las actividades tecnológicas que de ella se deriven.

Como alternativas de acción desde los niveles prescriptivos están: en primer lugar el análisis que indaga sobre los saberes necesarios para que determinado instrumento tecnológico⁴ fuese posible y que puede dinamizarse con diferentes actividades de recolección de información y su interpretación a la luz de preguntas orientadoras tales como: de qué y cómo están hechos, cuáles fueron las condiciones socioculturales en las cuales se desarrollaron, cuál es el impacto, tanto benéfico como perjudicial de su producción uso y desecho, y cómo podrían evolucionar en el futuro próximo, entre otras pregunta orientadoras.

³. Estos conceptos se abordan en la propuesta del MEN (1996), como elementos de configuración de los ambientes de aprendizaje.

⁴. Al referirnos a instrumento tecnológico hacemos alusión a la perspectiva del profesor Urías Pérez (1989), para quien esta es una categoría al interior de la cual están los artefactos, los sistemas tecnológicos y los procesos. Estos últimos suelen ser menos evidentes o visibles y en muchos casos, en los imaginarios colectivos, ni siquiera se consideren parte de la tecnología, lo que implica un trabajo de visibilización y reconocimiento para lo cual el proceso de análisis resulta pertinente.

⁵. El diseño de juguetes y juegos, por parte del docente y su posterior construcción por parte de los niños y niñas, ha resultado una interesante alternativa en el caso del trabajo en los grados iniciales en los cuales es necesario un mayor nivel de prescripción.



En segundo lugar, se propone que esta actividad de análisis se efectué, tal como se planteará en el apartado de análisis a través de la construcción, mediante la construcción de instrumentos⁵ que el docente diseña con intenciones de formación previamente establecidas.

Este proceso permite seguir un camino cargado de “obstáculos” cognitivos que el docente ha diseñado y para el cual prevé soluciones en función de los objetivos que se consideren importantes lograr.

Esto le permite determinar y aprovechar, pedagógicamente, el potencial académico derivado de la interrelación de saberes que concurren en el diseño del instrumento que se elabora. La actividad de construcción es producto del diseño de un equipo de docentes, preferiblemente, que interdisciplinariamente, abordan el problema de determinar: las prioridades de formación de los estudiantes y la solución constructiva que se manifiesta como un prototipo que a manera de disculpa o mediador es el posibilitador de ambientes de aprendizaje con un alto grado de control de parte del docente⁶. De este tipo de actividades se pueden derivar propuestas de variaciones, rediseños o modificaciones para los cuales la actividad misma ha preparado a los estudiantes y que permite abordar procesos de mayor autonomía por parte de los estudiantes, pero con apoyo en las experiencias previas que les habilitan conceptual e instrumentalmente para desarrollar procesos creativos.

2.3. La autonomía

Este es un nivel que progresivamente se espera lograr en los estudiantes y hace referencia a un trabajo progresivamente más independiente en el cual se ponen en juego las herramientas conceptuales, de manejo de información, de estrategias cognitivas, de trabajo en equipo y de desarrollo de habilidades y destrezas que se hayan apropiado en la fase más prescriptiva y que en ésta tienen la opción de conjugar con la capacidad creativa que emerge como producto de la necesidad de dar respuesta a retos académicos propuestos, en comienzo, por el maestro.

Es importante destacar que este nivel de trabajo está enmarcado dentro del concepto de diseño, es decir, al estudiante se le proponen problemas, derivados de objetivos de formación claramente definidos, que debe resolver preferiblemente en equipo. Los problemas de diseño que se proponen tienen como característica ir, tal como se presentó anteriormente, de los del tipo estructurado o fuertemente estructurados hacia los del tipo no estructurado o

⁶ En diversas experiencias con este tipo de actividades se ha evidenciado que a pesar de existir una orientación y guía constantes, los estudiantes efectúan modificaciones tanto formal como de funcionamiento e incluso de uso a las propuestas originales de los maestros.

Didáctica de la tecnología

débilmente estructurados, esto es, de la definición clara a la definición difusa respecto a la situación inicial, la situación final y los procesos de transformación que permiten pasar de la situación inicial a la situación final, esto es del problema a la solución, dentro de un problema de diseño.

Las estrategias de diseño, análisis, análisis a través de la construcción y aquellas desde el enfoque CTS, aportan elementos para el trabajo en educación en tecnología y su elección es decisión del equipo de docentes que orienta la formación de los alumnos. Teóricamente los primeros grados estarán más apoyados por la prescripción y paulatinamente los grados superiores ganarán en espacios de autonomía; sin embargo, se proponen actividades de análisis mediados por la construcción y de diseño en todos los niveles de formación, obviamente con caracterizaciones propias según el grado de desarrollo de los estudiantes.

2.4. Los ambientes de aprendizaje de la tecnología

Retomamos aquí un trabajo realizado hace ya varios años, con los profesores Nelson Otálora y Myriam Marín (1997)⁷, en el que reflexionamos sobre cuál debería ser el concepto de ambiente de aprendizaje que nos permitiera avanzar en la idea de responder a las preguntas sobre la dimensión metodológica y didáctica de la tecnología. En su momento planteamos que dichos ambientes deberían ser considerados como:

"...el conjunto de circunstancias espacio temporalmente definidas, donde, por la acción deliberada de los sujetos allí interactuantes, suceden transformaciones significativas para las personas y su entorno. Al término deliberado subyace la intencionalidad que le es propia a los ambientes educativos y que los diferencian de otros ambientes en los cuales suceden actos educativos, en cuanto posibilitan el desarrollo integral de las personas, sin que prevalezca tal objetivo como su razón de ser" (Quintana, Otálora y Marín, 1997, Citado por Rueda & Quintana, 2013, p. 184).

En esta aproximación las circunstancias dan cuenta de todo aquello que sucede dentro de los ambientes y que debe responder a una planificación de parte del docente quien dispone de una cierta manera particular los sucesos y las actuaciones, de los actores docentes y estudiantes -en algunos casos los padres u otros "invitados" al escenario escolar-, con la intención de "desencadenar"

⁷. Se trata de un documento de trabajo inédito, en el que se hace una aproximación al concepto de ambiente educativo que a nuestro juicio corresponde a ambientes de aprendizaje en tanto la pretensión de lo educativo ha de centrarse más que en la enseñanza en los aprendizajes.



acciones, sensaciones y situaciones que él, como experto, considera relevantes para los aprendizajes y de los cuales derivan logros cognitivos, en las actitudes, las habilidades y los desempeños de los estudiantes en relación con la tecnología. En esta perspectiva el profesor actúa como “estratega” o diseñador que pone en juego estrategias que le son útiles para sus intenciones pedagógicas.

Ahora bien, se trata de una forma general de comprensión de los ambientes que en particular para la tecnología se caracterizan por las circunstancias mismas que se proponen a su interior y que están íntimamente relacionadas con las concepciones sobre la tecnología que se han abordado en el capítulo sobre la filosofía de la tecnología y sobre las cuales regresaremos más adelante en este curso.

En su momento consideramos como componentes básicos de los ambientes de aprendizaje a:

“...los Actores, representados en las personas (alumnos, docentes, directivos, administrativos padres de familia) que en cuanto inmersos en el ambiente cumplen roles determinados en el interior de estos. Por supuesto podríamos hablar, siguiendo la metáfora de la representación teatral, que dentro de estos habría actores principales, los profesores y estudiantes y actores de reparto, los demás. Por otra parte están los que denominamos Dispositivos pedagógicos, que se configuran como mecanismos que en razón a su disposición y utilización racional posibilitan ciertos efectos en términos de productos, comportamientos, conocimientos, sentimientos, actitudes, etc. Y finalmente consideramos los Procesos, concebidos como los eventos que se suscitan

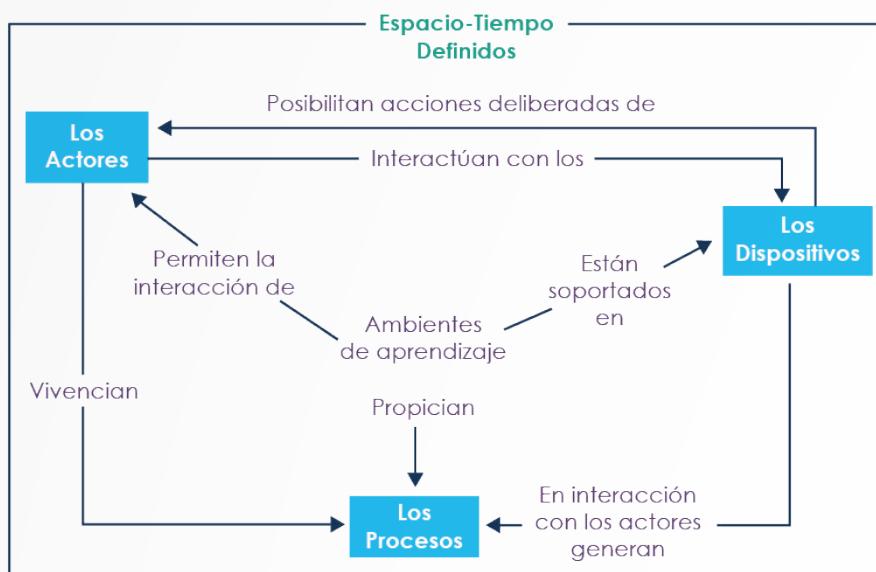


Imagen 1. Elementos de un Ambiente de Aprendizaje (Quintana, Otálora y Marín, 1997).

Didáctica de la tecnología

de la interacción significativa entre los actores y los dispositivos en el interior de los ambientes educativos" (idem, p. 185).

En particular para la educación en tecnología los ambientes de aprendizaje se caracterizan, además del objeto de estudio, por los dispositivos pedagógicos que se proponen en tanto es a partir de ellos que se logra desencadenar acciones, relaciones y procesos entre los actores y de ellos con experiencias y saberes propios de lo tecnológico.

Ahora bien estos dispositivos toman la forma de lo que hemos denominado Actividades Tecnológicas Escolares y que a su vez responde a unas estrategias didácticas particulares que han tenido ya una experiencia en las aulas de nuestro país y de las cuales abordaremos su estudio a continuación.

En el siguiente gráfico mostramos los componentes de los ambientes y sus relaciones:

2.5. Las estrategias didácticas para el estudio de la tecnología

En general las estrategias han sido asumidas como los planes o diseños dispuestos para organizar, dirigir, ejecutar y evaluar una o un conjunto de acciones con propósitos y tiempos claramente definidos. La idea de estrategia nos remite, en sus orígenes etimológicos, a una cierta configuración o prefiguración de situaciones, acciones y condiciones que los ejércitos planifican con el fin de obtener logros militares. Del griego stratos = ejército y agein = guía, las estrategias son la planificación de entramados de acciones que orientan o guían el actuar de los ejércitos. Dicha planificación tiene como condición que lo que se logra como resultado es importante y valioso, en muchos casos decisivo frente a las circunstancias de una batalla o una guerra. Por lo anterior aquello que es estratégico lo es en tanto se le asigna un alto valor como vía de logro de pretensiones u objetivos predeterminados.

Esta idea de la estrategia, que se ha hecho extensiva a muchas de las acciones humanas, ha sido retomada en la educación y en particular desde la dimensión didáctica. En este contexto las estrategias didácticas operan como las guías de acción de procesos de enseñanza-aprendizaje y permiten diseñar actividades con fines específicos que tienen a su vez un gran valor desde el punto de vista pedagógico para la formación de las personas.

Las estrategias didácticas para la educación en tecnología parten de las reflexiones sobre la concepción misma de tecnología. En primer lugar hemos visto (Rueda y Quintana, 2013) que la tecnología tiene una dimensión pragmática según la cual parte importante de lo tecnológico es su utilidad, los saberes tecnológicos son pragmáticos en cuanto permiten solucionar problemas, no son



solo formas de comprensión o interpretación del mundo, son sus operadores de transformación. Lo anterior nos permite pensar lo tecnológico como un instrumento de conocimiento que se desarrolla, dispone, valora y acondiciona en función de propósitos que le orientan y que, desde la lingüística, podría considerarse como performativa en cuanto tiene como condición la acción transformadora. La tecnología no es el discurso sobre la acción, es la acción misma, una acción cuya intencionalidad es la alteración premeditada de situaciones, estados, circunstancias y/o condiciones relacionadas con problemas o necesidades que se ven modificadas en virtud a la acción tecnológica.

Esta dimensión enfatizada en la acción ha tenido, desde algunas posturas teóricas, como presupuesto equívoco la mirada de la tecnología como ciencia aplicada en tanto se parte de la consideración que la ciencia es la que produce el conocimiento y la tecnología tan solo actúa como el operador de las aplicaciones de tales conocimientos. En esta mirada reduccionista pareciera que los tecnólogos están a la espera de los desarrollos en ciencias para, luego de la generación de nuevos conocimientos científicos, desarrollar aplicaciones y en este sentido la tecnología aparece como subsidiaria de las ciencias, como un apéndice parasitario que se beneficia de la producción científica y la pone en “práctica”. Por su puesto, hacer un análisis crítico a esta postura no se trata de una refutación por la reivindicación de la tecnología, se trata de un análisis más pertinente que permita identificar la verdadera dimensión del campo tecnológico. Visto de otra manera la tecnología tiene sus propias dinámicas de producción de nuevos saberes que en muchas circunstancias anteceden el desarrollo científico, así, por ejemplo, el desarrollo del motor a vapor hacia 1770 implicó generación de conocimientos que permitieron el desarrollo efectivo de nuevas formas de producción⁸ en las que la fuente de energía respondía a unos leyes que tan solo fueron planteadas hacia 1850 en la naciente ciencia de la termodinámica. El desconocimiento de los principios científicos no implica que no se desarrollen otros saberes que permiten la acción del hombre sobre la naturaleza solucionando problemas, desarrollando nuevos conocimientos que a su vez originan nuevas necesidades para la ciencia misma.

Hagamos ahora otras reflexiones. La tecnología tiene un componente ontológico en el cual se conjugan la ciencia, la técnica y la cultura, al interior de la cual el sujeto es actor principal.

⁸. Se considera que los desarrollos del motor y las máquinas a vapor de James Watt, junto con muchos otros inventores de la época, fueron parte importante del surgimiento de la llamada revolución industrial que modificó las formas de producción pasando de la artesanía a la producción estandarizada y en grandes volúmenes; pero también se modificó la economía pues estas formas de producción afectaron de manera sustancial los costos y la proliferación de factorías hizo que emergiera un nuevo modelo económico en el cual el consumo aparece como fenómeno asociado a la producción. La reorganización de poderes que ahora se desplaza hacia quienes tienen los medios de producción hacen que haya una alteración política y las hegemones monárquicas dan paso a monarquías más abiertas en la medida en que la burguesía, progresivamente, toma control del poder que deviene del capital que produce la industria. La sociedad también se transforma y aparecen nuevas prácticas, rutinas, oficios, agrupaciones sociales y organizaciones territoriales, surge la urbanidad alrededor de los centros fabriles que actúan como catalizadores no solo de agrupación sino sobre todo de nuevos órdenes sociales.

Didáctica de la tecnología



Los sujetos y las sociedades somos productores y producto de la cultura y las tecnologías, las configuramos de acuerdo a nuestros intereses (más los del poder), las apropiamos, adecuamos y usamos a la medida de nuestras posibilidades, necesidades, anhelos y ansiedades, pero ellas también nos transforman. “La gente usa internet de muchas maneras diferentes. Algunas personas han adoptado ansiosa, incluso compulsivamente, las últimas tecnologías” (Carr, 2011. p. 22). De otra parte sabemos que nuestro desarrollo de homínidos australopitecus a homo sapiens tuvo que pasar por el homínido homo habilis caracterizado por el uso de herramientas que, según varios antropólogos, fue determinante para el desarrollo del cerebro y la inteligencia. Si bien las herramientas potenciaron las capacidades humanas para modificar su entorno, estas acciones alteraron el desarrollo de su propio cerebro, “...el cerebro humano moderno evolucionó después de que la mano de los homínidos se hiciera más diestra con las herramientas” (Wilson, 2002, p. 32)

Así, las tecnologías también nos afectan individual y socialmente; no somos los mismos desde la invención de la agricultura, que fue el cimiento de la civilización, la escritura nos modificó de tal manera que sin ella las ciencias, el arte, las técnicas y todas las disciplinas del saber no hubiesen sido lo que hoy son, y, sobre todo, la conciencia de la humanidad no hubiese sido posible, somos conscientes como especie en tanto tenemos una memoria que trasciende los individuos y perpetúa sus sentires, acciones, proezas, errores y anhelos.

Modificamos nuestras capacidades corporales haciéndonos más capaces para transportar enormes pesos con la invención de la rueda, nuestra visión auscultó lo muy pequeño y lo profundamente lejano con el microscopio y el telescopio, la fuerza corporal humana junto con su velocidad y su



eficiencia se multiplicó miles de veces con la invención del motor a vapor, hasta nuestra capacidad de imaginación ha sido alterada con la literatura, la fotografía, el cine y las múltiples narrativas que de ellas derivan.

Hoy asistimos a una de las alteraciones más profundas y significativas de las capacidades humanas, sus capacidades intelectuales para la creación, la producción de nuevo conocimiento a través de las tecnologías informáticas que nos interconectan con posibilidades de procesamiento de información hace unos pocos años impensados. El surgimiento de la posibilidad de interacción de los intelectos en la que Pierre Lévy (2004) plantea como la inteligencia colectiva es una de las potencialidades más prometedoras de las tecnologías digitales.

Ahora bien, no todas las miradas son halagüeñas pues el uso habitual, intensivo, prolongado y omnipresente de estas tecnologías está afectando, de manera no necesariamente deseable, nuestros cerebros. Así, “[la mente lineal está siendo desplazada por una nueva clase de mente que quiere y necesita recibir y disseminar información en estallidos cortos, descoordinados, frecuentemente solapados cuanto más rápido, mejor](#)” (Carr, 2011. p. 5) Para Carr, estas tecnologías nos están volviendo más superficiales en relación con el conocimiento, dispersos si capacidad de atención centrada y, en últimas, estas condiciones antes que favorecer el desarrollo de la inteligencia hace todo lo contrario la debilita en tanto las afectaciones no son del comportamiento, son del cerebro mismo, de sus interconexiones y de las capacidades del procesamiento neuronal que han depositado en el cerebro de silicio parte de las funciones que antes le eran propias.

En tercer lugar la dimensión fenomenológica de la tecnología da cuenta de algo fundamental, lo técnico hace parte esencial del mundo de la vida, de la cotidianidad de todos los seres humanos, somos humanos en tanto somos técnicos, habitamos un mundo tecnológico que incluso nos habita a través de los medicamentos y suplementos, las prótesis y por supuesto los alimentos procesados.

Las cosas mismas hoy por hoy son de origen tecnológico, nuestro hábitat, nuestras relaciones con los otros y con la información, lo que usamos, lo que comemos, nuestras diversiones y el sinnúmero de nuestras acciones están mediadas por los artefactos o sistemas técnicos. El mundo de lo natural está hoy revestido por una segunda capa, la de lo artificial. Es por esto que se habla de la artificialeza como esa segunda naturaleza que se le superpone invisibilizándola o convirtiéndola en su subsidiaria. Los alimentos ya no son naturales, han pasado por procesos de alta tecnología de selección e incluso producción transgénica de las semillas, su cultivo y procesamiento hacen que lo que ingerimos, sea de origen vegetal, animal o mineral, es tan artificial como aquello que nos rodea. Para que nuestros niños puedan conocer el mundo de lo natural debemos llevarlos a parques temáticos en los cuales en entornos artificiales de “expone” lo natural.

Ahora bien, los productos de la tecnología están tan omnipresentes que también ellos dejan de ser

Didáctica de la tecnología

visibles, no pensamos, no reflexionamos sobre las cosas mismas, tan solo las adquirimos, utilizamos y desechamos, de allí la necesidad de repensar la tecnología misma.

La tradición española de la filosofía de la tecnología, que es más que una interesante mixtura de las tradiciones alemanas y norteamericanas, plantea tres enfoques de comprensión explicativa de la tecnología. En primer lugar, la tecnología como conocimiento según el cual los saberes tecnológicos son equiparables a los científicos diferenciados de ellos, en parte, en sus dinámicas de producción, en tanto para la ciencia corresponde el método científico para la tecnología operan el diseño, la innovación y la misma investigación científica. En segundo lugar la tecnología vista como el mundo artefactual hace énfasis en las formas explícitas de lo tecnológico, de todo el mundo material y fáctico que lo compone, aparatos, sistemas, procesos. En tercera instancia esta la perspectiva teórica de la tecnología como sistema que da cuenta de las complejidades de saberes técnicos y articulados implícitos en la producción tecnológica.

A este último enfoque ha de vincularse al sujeto, la sociedad y la cultura dando lugar a una visión más compleja y holística de la tecnología. Así surge un cuarto enfoque, el sistema sociotécnico, en el cual no se trata solo de sistemas técnicos, más bien se pone el acento en las relaciones de lo científico, social, lo tecnológico y lo cultural dando origen a una perspectiva tecnocultural.

Retomando la reflexión sobre las estrategias de estudio de la tecnología diremos que, además de estos planteamientos teóricos que nos permiten partir de las distintas concepciones sobre la tecnología, una segunda fuente de la propuesta que se hace en este curso es la experiencia que desde las prácticas pedagógicas se ha venido construyendo, incluso antes de la promulgación de la Ley General de Educación en 1994 y que incorporó como novena área fundamental y obligatoria a la tecnología e informática en Colombia.

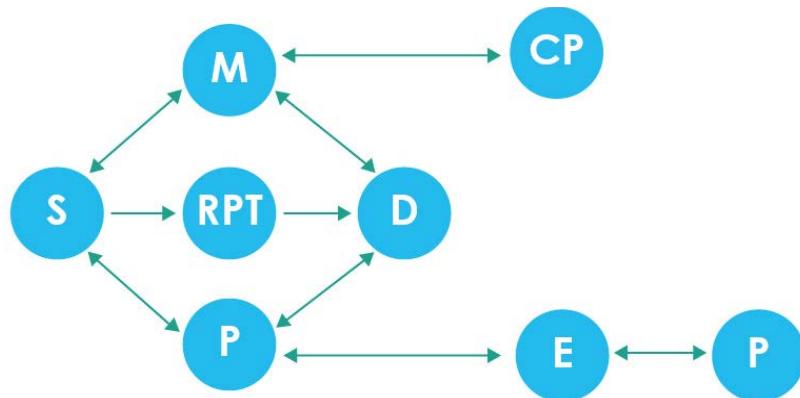


Imagen 2: Estructura del modo de producción de conocimiento tecnológico Tomado de: Gallego, et. al, (1986).



Hablamos de los trabajos que se venían adelantando en la Universidad Pedagógica Nacional -UPN- en la que la formación de docentes para tecnología, que había estado centrada en la dimensión más de orden técnico con las licenciaturas de Mecánica, Dibujo Técnico, Electricidad y Electrónica, inició un giro hacia las propuestas, que aún están vigentes, de diseño tecnológico y electrónica dentro de las que tomaron lugar central discusiones sobre la epistemología de la tecnología (Gallego et. Al, 1986).

En estos planteamientos educar en tecnología se ubica en lugares distintos a los de la formación para los oficios o el empleo, que caracterizaron la educación técnica y diversificada de las décadas precedentes y que hacían énfasis en la formación en habilidades y destrezas técnicas. Aquí la apuesta está en el planteamiento de que la tecnología posee una estructura para la producción de conocimiento que le es propia, inherente y caracterizada por sus componentes y relaciones y que es distinta a los modos de producción de la ciencia:

- **S** corresponde a la tecnología como un **Sistema** y este a su vez como un espacio de reflexión tecnológica caracterizado por la complejidad de disciplinas concurrentes en torno a la solución de problemas tecnológicos.
- **M** es el **Modelo** o Cuerpo teórico que es una forma explicativa y por tanto abstracta en el que se articulan “**ecuaciones matemáticas..., la ' simplicidad', la economía energética de los procesos, la practicidad en la consecución de un fin tecnológico, la potencia explicativa y la heurística positiva, en el sentido de generar constructos tecnológicos que funcionen...**” (*Ibid*, p. 15).
- **D** es el **Diseño** que “...antecede a lo fáctico propiamente dicho y surge de las hipótesis de construcción derivadas del modelo” (*ibidp. 16*), así, el diseño crea nuevas realidades a partir del modelamiento de la realidad y de su transformación en el mundo de las ideas que pasa al mundo fáctico luego de procesos de ir y venir (heurísticos) de construcción incremental de los modelos que prefiguran los estados de avance de las soluciones. En otras palabras el diseño es un camino, una actividad, un recorrido, también un método cognitivo de ida y vuelta, recurrente, del mundo de las ideas al mundo de las cosas mismas y de ellas de nuevo al mundo de las representaciones mentales.
- **P** **Prototipos**, en los cuales “**se cumplen los presupuestos de simplicidad, practicidad, economía, energética, y, un nuevo elemento, estética y elegancia en la configuración**” (*Ibid. 18*) de los diseños. Un prototipo sintetiza las múltiples variables del problema en forma de una solución en la que dichas variables pueden ser sometidas a prueba empírica. Los prototipos pueden ser aparatos, sistemas, procesos, técnicas, métodos y todas aquellas formas de las soluciones a un problema que ha sido objeto de diseño.
- **RPT Reglas de Producción de Tecnología** según las cuales los desarrollos tecnológicos se ubican como verdaderos problemas de investigación para cuyas soluciones se siguen

Didáctica de la tecnología

procesos de producción de nuevos cuerpos teóricos explicativos (modelos) que permitan dar cuenta de nuevos materiales, formas, estructuras, relaciones, comportamientos mecánicos, fisicoquímicos, etc. Estas reglas de producción no escapan a las leyes de la naturaleza, más bien las interpretan y ponen en juego en nuevas configuraciones en las soluciones tecnológicas. Así, las reglas de producción integran los principios de las ciencias a sus propias formas de construcción de conocimiento llegando incluso a postular nuevos principios.

- **CP Ciencias de Apoyo** que corresponden justamente a aquellas ciencias convocadas en sus principios, formas de valoración y verificación o contrastación al momento de construir los modelos de solución o cuando se hace la verificación del comportamiento de las variables en un prototipo.
- **E y P, Económico y Político** son, tal como se expresara en Rueda y Quintana (2013), la constatación que tanto las ciencias como la tecnología no son productos culturales inertes, inocuos ni asépticos en relación con los intereses del poder político⁹ y económico¹⁰, todo lo contrario son su consecuencia, su producto y una perspectiva crítica del estudio de la tecnología justamente debería desvelar tales condicionantes para una mejor comprensión del fenómeno tecnológico como un producto de los intereses de quienes ostenta el poder.

Los planteamientos precedentes le dieron un lugar de relevancia al diseño y por su puesto descentraron la atención de la dimensión instrumental de la tecnología re-diseñándola en una perspectiva más en el orden de la concepción y desarrollo de la misma de un lado y de otra parte se vislumbró el componente de estudio socio cultural, aunque valga decir, este enfoque ha sido el de menor exploración en las aulas escolares. Al interior de la UPN se inició la experimentación con espacios de integración de saberes y desarrollo de propuestas de diseño que convocaban la participación de varios docentes en talleres de fundación en los cuales entró el discurso del diseño¹¹ como metodología proyectual que no hacía énfasis en contenidos sino en procesos de solución de problemas.

⁹. Para una ampliación de esta perspectiva ver a Langdon Winner en: <http://www.oei.org.co/cts/winner.htm>.

¹⁰. Uno de los casos históricos de más relevancia fue el del enfrentamiento, hacia 1880, entre Nikolas Tesla y Thomas Alva Edison y sus contrapartes económicas George Westinghouse y J.P. Morgan respectivamente. Este pulso, que fue ganado finalmente por Edison y Morgan, decidió la suerte de la humanidad por el uso de la corriente continua frente a la alternativa de la corriente alterna de Tesla que incluso tenía la pretensión de una oferta abierta y libre de la corriente, en oposición a la perspectiva de mercado para la generación, distribución y mantenimiento de Edison que finalmente se impuso gracias al uso de publicidad sucia y a la compra de los derechos de la torre “Wardenlyffe”, que tenía como pretensión la transmisión inalámbrica de potencia, por parte de Morgan quien finalmente desmontó el proyecto pues iba en contra de su negocio con Edison.

¹¹. En este contexto los aportes del diseñador Rómulo Polo Flórez en relación con el diseño y la educación en tecnología resultaron una guía para lo que posteriormente se implementaría en las aulas como estrategia metodológica. Regresar a pag. 21



Posteriormente, entre 1992 y 1997, el Ministerio de Educación Nacional¹² inició un proyecto de replanteamiento de la Educación en Tecnología en el currículo nacional y para ello los convocados para liderar este proyecto fueron algunos de los profesores¹³ que habían hecho parte del trabajo en la UPN, por lo que parte de los planteamientos anteriores tuvieron un nuevo escenario en el que repercutieron sus ideas, planteamientos y visión.

En esta misma época, este equipo y un grupo de docentes de todo el país contaron con la asesoría del Goldsmiths Technology Education Research Unit (TERU) y los investigadores Jim Patterson y Ali Farrell¹⁴. La experiencia de estos dos profesores, en la perspectiva del diseño y tecnología, afianzó el enfoque del diseño en el naciente nuevo enfoque de la educación en tecnología.

Las experiencias que derivaron del proceso descrito anteriormente, de formación, acompañamiento e implementación, se caracterizaron, en relación con la didáctica, por ser una mixtura de propuestas de diseño, procesos constructivos, análisis y en algunos casos de posturas críticas en la relación tecnología y sociedad y que se fueron instalando en las instituciones que contaban con diversidad de circunstancias que favorecían el desarrollo de este tipo de propuestas tales como: contar con recurso de aulas especializadas¹⁵, docentes con formación¹⁶, otros más con procesos de formación de Especialización en Educación en Tecnología de la Universidad Distrital, en Bogotá. Y por supuesto colegios que han contado con el apoyo de la SED que tuvo desde mediados de los años noventa el proyecto de Educación en Tecnología –PRODET- y que a lo largo de estos años ha mantenido interés por generar orientaciones para una política de educación en tecnología, el currículo y los ambientes de aprendizaje.

¹². Un análisis de este proceso y que deben consultar, se puede revisar en Quintana (2010) en: De las utopías a los caminos: educación en tecnología un espacio en construcción. Recuperado en: <http://biblioteca.uniminuto.edu/ojs/index.php/praxis/article/view/508/478>.

¹³. Ellos fueron Germán Darío Rodríguez, Alvaro Leuro Ávila y Jaime Hernández que habían sido parte de la escuela de formación liderada por los profesores Urias Pérez Calderón y Edgar Andrade Londoño, al interior del Departamento de Tecnología de la UPN. Desde le MEN el liderazgo estaba a cargo de la Doctora en Educación Margarita María Peña Borrero cuya tesis doctoral fue en el tema “Educación y capacidades locales en ciencia y tecnología en el tercer mundo. El caso colombiano”. Este equipo de base fue el que concibió y adelantó lo que se conoció como el PETXXI o Proyecto de Educación en Tecnología Para el Siglo XXI y que tendría como uno de sus productos la inclusión de la tecnología como objeto de estudio en el currículo nacional

¹⁴. De este trabajo puede consultarse Farrel (1994) en: <https://dspace.lboro.ac.uk/dspace-jspui/bitstream/2134/1534/1/farrell94.pdf>

¹⁵. En muchas instituciones del Distrito Capital y de otras regiones de Colombia, llegaron propuestas diversas de dotaciones con aulas de tecnología para básica primaria, básica secundaria y educación media. En particular fue importante, por el número, la presencia de aulas de la empresa Alecop y Didáctica – Alecop, también dotaciones de la empresa Lego, en particular de su subdivisión Dacta dirigida a la escuela. E incluso dotaciones de empresas de Israel en particular para la educación media.

¹⁶. Muchos de ellos egresados de la UPN en diseño tecnológico

Didáctica de la tecnología

Las estrategias que se abordan en este curso responden a este proceso y a las diversas miradas en tanto se reconoce en cada una de ellas, en sus énfasis, particularidades que enriquecen las posibilidades de una didáctica de la tecnología. Así, por ejemplo, la estrategia del diseño hace énfasis en el enfoque cognitivo, la de análisis toma lo artefactual y sistémico como centro de acción pedagógica y la estrategia desde la perspectiva ciencia, tecnología y sociedad permite el estudio de la tecnología enfatizando la dimensión crítica y socio cultural que hace parte de los entramados explicativos del fenómeno tecnológico. Por supuesto estas dimensiones se entremezclan en las distintas estrategias permitiendo el estudio holístico de la tecnología.

En síntesis, pues más adelante se profundizará en cada una de las estrategias, estas las podemos caracterizar de la siguiente manera:

2.5.1. Estrategia de diseño

Se define como aquella forma de acción pedagógica que asume el diseño como la vía para la concepción y desarrollo de las ATE. Diseñar es una actividad esencialmente cognitiva (Goel y Pirolli, 1992), es decir es acción de conocer y construir nuevo conocimiento en relación con un problema que siendo objeto de diseño busca su transformación en una o varias soluciones. La construcción de soluciones implica la elaboración de nuevos estados de conocimiento de quien diseña.

● LOS PROPÓSITOS

En esta estrategia, si bien el diseño es elemento central, el propósito no corresponde al de formar a los estudiantes en la disciplina del diseño, o diseñadores, se trata, por vía de su potencialidad cognitiva, de generar actitudes, de posibilitar apropiación y desarrollo conceptual e incluso de desarrollar habilidades y destrezas propias de quienes solucionan problemas de tipo tecnológico. De otra parte esta estrategia debe permitir generar espacios de vivencia de situaciones que propician y favorecen actividades creativas en tanto se está trabajando en el terreno del desarrollo de ideas. El diseño en si mismo se concibe como el conjunto de acciones concretas, procesos de pensamiento, estrategias cognitivas, elaboración de alternativas y tomas de decisión en dirección a resolver un problema. Este conjunto de situaciones que el diseñador enfrenta le permite, en virtud a un grupo de condiciones o restricciones de tiempo, dinero, procesos, materiales, etc, proponer soluciones para cuya elaboración no existen caminos predefinidos que garanticen obtener “la solución”. Más bien se trata de un ir y venir de ideas (heurística) que de manera incremental van construyendo una de muchas soluciones posibles



● LAS POTENCIALIDADES:

De esta estrategia se pueden sintetizar así: desarrollo de capacidades de pensamiento en la solución de problemas concretos que han sido previamente seleccionados, preferiblemente de manera concertada o por iniciativa del docente quien reconoce en tales problemas posibilidades para grupos particulares de estudiantes. Estas capacidades están asociadas a estrategias que son propias de lo que algunos denominan el pensamiento de diseño.

Integración de saberes, ya que la tecnología, como campo, implica y convoca saberes de distintas disciplinas y por supuesto las soluciones de diseño deben considerar las particularidades de dichos saberes y su integración en cuerpos o modelos explicativos y que permiten la construcción de soluciones.

La significatividad de los aprendizajes, en tanto se parte de considerar que la tecnología misma es objeto de interés por parte de los estudiantes, que la acción deliberada en la solución implica compromisos motivacionales y que para los estudiantes tienen sentido bien desde lo concreto o desde los referentes y contexto del problema propuesto.

La interacción de diversos tipos de representación en función de la construcción de soluciones, pues cuando se diseña se siguen caminos en los cuales se transita por formas diversas de representación. Así se elaboran textos comprensivos o explicativos de partes del problema, se hacen bosquejos, mapas, planos, gráficas, esquemas, se realizan simulaciones o se construyen maquetas o prototipos. Todas estas formas no son sino representaciones diversas en función de la construcción de representaciones mentales que permiten resolver el problema y sus componentes.

El trabajo en equipo y por tanto el aprendizaje colaborativo entre pares puesto que este trabajo suele proponerse en equipos dentro de los cuales se expresan las capacidades individuales y colectivas, se dialoga, se co- construyen ideas, se refutan, complementan, argumentan, reelaboran.

La motivación, siempre y cuando haya de parte del docente la debida contextualización, seducción y compromiso con el problema por parte de los estudiantes. Se parte de la consideración que “**cuando un deseo personal nos impulsa a aprender a hacer algo bien con nuestras manos, se inicia un proceso extremadamente complicado que dota al trabajo de una fuerte carga emocional**” (Wilson, 2002. p. 19).

Didáctica de la tecnología

● ELEMENTOS A TENER EN CUENTA

Para Reitman, W. R. (citado por Mayer, 1986), existe una clasificación de los problemas de acuerdo al nivel de especificación del estado inicial y el estado final. Así se ubican cuatro categorías: Estado inicial mal definido y estado final mal definido; estado inicial bien definido y estado final mal definido; estado inicial mal definido y estado final bien definido y por último; estado inicial y estado final bien definidos. De esta aproximación se puede decir, en acuerdo con Goel & Pirolli (1992),

que tendríamos una taxonomía de los problemas de los fuertemente estructurados a los débilmente estructurados. La estructuración se refiere a los niveles diferenciados de especificación o definición tanto de los estados inicial y final como de los operadores de transformación de un estado al otro. Esta clasificación es importante pues los problemas de diseño son típicamente débilmente estructurados. Frente a esta situación nos enfrentamos a un problema pues la forma en que los diseñadores estructuran los problemas, es decir la manera en que proveen información, definición y sentido a los estados del problema y a sus operadores o formas de solución, es a partir de dos condiciones: los conocimientos mismos que tienen de otras experiencias de diseño y la práctica o estrategias que poseen en solucionar problemas que les proveen mecanismos de estructuración de los nuevos problemas. Para el caso de los estudiantes, ellos no tienen ni conocimientos específicos relacionados con los problemas ni práctica o experiencia resolviendo problemas. Lo que nos pone frente a la necesidad de tratar didácticamente la formulación de los problemas que en principio y de manera general diríamos que han de ir de lo débilmente estructurado a lo fuertemente estructurado.

Otro aspecto a considerar es que la solución de problemas de diseño es de carácter heurístico y no algorítmico, que es la forma prototípica de los problemas escolares. Lo anterior significa que la solución de los problemas de diseño sigue recorridos cognitivos y de procesos de pensamiento para los cuales no hay pasos y momentos predefinidos que al ser seguidos garanticen “la solución”. A esta dimensión cognitiva, de estados de solución de un problema, es lo que se denomina el espacio del problema (Newell & Simon, 1973). No existe una sola solución y ellas no son necesariamente las más acertadas. En contraposición los problemas algorítmicos tienen muy bien definida la situación inicial, se conoce la situación final (que es una sola) y las formas de ir de la una a la otra suele consistir en aplicar debidamente uno o más pasos previamente estudiados.



Componentes de un problema; tal como se ha comentado previamente habría tres componentes principales:

- **Situación inicial:** que corresponde al conjunto de restricciones, límites o condiciones del problema. Estas condiciones es lo que para Goel y Pirilli (1992) es el entorno de la tarea de diseño y tienen que ver, entre otros aspectos, con los recursos materiales, los financieros, el tiempo, en suma la definición clara y completa del problema en todas sus variables y componentes.
- **Los operadores o procesos de transformación:** que son aquellos recursos de conocimiento y técnicos y con el conjunto de condiciones y características que permiten ir de la situación inicial a la situación final. Tiene que ver, en relación con la elaboración fáctica de la solución, con el conocimiento y disponibilidad de los procesos técnicos, herramientas y equipos que permiten la transformación o construcción de una solución.
- **Situación final:** es la solución elaborada o prototipo sobre el cual es posible hacer evaluación del cumplimiento de las exigencias de la situación inicial. Por supuesto el prototipo es la expresión fáctica de la solución y puede ser sometida a pruebas para constatar que efectivamente cumple con los requerimientos del momento o estado inicial.
- **CONSIDERACIONES DIDÁCTICAS**

Las propuestas de diseño pueden llevarse a cabo siguiendo las pautas del método de proyectos y en particular de la metodología proyectual del diseño que si bien no corresponde a una “receta” para construir soluciones, si es una forma de orientar los momentos y las acciones propias del diseño. A continuación se muestran dos formas de metodología proyectual desde el diseño. La primera propuesta por Gui Bonsiepe (1978) y la segunda por el diseñador Bruno Munari (1981).

- **Metodología Proyectual de Bonsiepe:**

- Formulación del problema
- Formulaciones particulares
- Fraccionamiento del problema
- Jerarquización de los problemas parciales
- Análisis de soluciones existentes
- Desarrollo de alternativas
- Elaboración de detalle

Didáctica de la tecnología

- Prueba del prototipo
- Modificación del prototipo

● Metodología Proyectual de Munari :

- Definición del problema
- Elementos del problema
- Recopilación de datos
- Análisis de datos
- Creatividad
- Materiales - Tecnologías
- Experimentación
- Modelos
- Verificación
- Bocetos

Como se puede apreciar se trata de dos propuestas que plantean unos ciertos momentos del proceso de diseño. A estas metodologías propiamente del diseño, el profesor James Garrat (1993) hace algunas consideraciones y elabora su propia propuesta en los siguientes términos:

● Propuesta didáctica de Garrat

- Situación
- Análisis
- Escribir un resumen de la situación inicial
- Investigar
- Especificación o concreción
- Encontrar posibles soluciones
- Elegir la mejor solución
- Preparar planos constructivos y planificación
- Construir un prototipo
- Probar y evaluar el diseño
- Escribir un informe

2.5.2. Estrategia de análisis

El análisis consiste en el conjunto de procesos de exploración detallado y minucioso de la información sobre un artefacto, un proceso o sistema tecnológico, que permite identificar cada uno de sus componentes, su función y funcionamiento dentro del todo y su interacción con



las demás partes, así como comprender su globalidad o integralidad como un solo elemento que interactúa y se relaciona con otros elementos tecnológicos, sociales, culturales, políticos, económicos, históricos, etc. Visto así, el análisis es la posibilidad de conocer cierta dimensión o dimensiones de un producto tecnológico por vía de preguntas que orientan nuestras indagaciones y búsquedas de información.

● PROPÓSITOS

Para esta estrategia resulta fundamental la comprensión entendida como la posibilidad de tener interpretaciones propias, el sentido o la razón de ser de los productos de la tecnología. Comprender aquí significa poder identificar un producto tecnológico como el resultado de la conjunción de saberes técnicos y científicos, pero a la vez el entrecruzamiento de circunstancias de tiempo histórico, cultural, económico y político que hicieron posible un cierto desarrollo.

Esta identificación hace posibles tres grandes propósitos pedagógicos:

- Comprender holísticamente la tecnología a través del estudio de sus manifestaciones en las expresiones tecnológicas.
- Desarrollar habilidades de búsqueda y sistematización de información en la red, con otros profesores, con expertos.
- Aproximación a conceptos tecnológicos en cuanto a identificar cómo y por qué funcionan los instrumentos tecnológicos.
- Primer nivel de creatividad: posibilidad de reproducir, o copiar, soluciones a partir del conocimiento exhaustivo de las mismas. (Guilford, 1967).

● POTENCIALIDADES

Esta estrategia hace posible que podamos tener un amplio espectro de alternativas para el estudio de la tecnología y poder hacer énfasis en aspectos particulares de esta, bien desde su dimensión cognitiva, sistemática, instrumental o de la tecnocultural encontramos las siguientes potencialidades que vale la pena explorar con el diseño de ATE que resulten de interés y relevancia para los distintos grupos de estudiantes:

Responder a preguntas de interés de los estudiantes. Aquellas preguntas que suelen estar allí, guardadas, reservadas, por carecer de espacios en los cuales podamos responder y que suelen ser de lo más auténtico de nuestros intereses. Por supuesto habrá algunas ATE previamente pensadas, diseñadas y probadas por los docentes que permitan además apropiar las dinámicas de análisis.

Didáctica de la tecnología

Manejo de información en la red, expertos. He aquí la posibilidad de vincular a otros actores dentro de los ambientes de aprendizaje, bien pueden ser otros colegas docentes, padres de familia o expertos que podemos contactar y que le brindan al espacio escolar la entrada a argumentos de autoridades académicas distintas a los profesores.

Estructuración en niveles diferenciados. Aquí de nuevo la posibilidad de tener para una misma idea central de ATE varias opciones de acuerdo a los niveles, intereses y posibilidades de los grupos de estudiantes.

Uso de recursos de la red. Esta es otra potencialidad que nos permite elaborar foros, blogs, wikis e incluso páginas web abordando los temas de análisis y como vía tanto de concreción de los análisis como de su socialización y construcción colaborativa.

● ELEMENTOS A TENER EN CUENTA

Es importante que el diseño las ATE dentro de esta estrategia considere claramente los siguientes aspectos:

Establecer claramente los propósitos del análisis:

- Considerar las orientaciones del MEN
- Determinar de manera precisa conceptos tecnológicos a estudiar

Delimitar el objeto de análisis:

- Tiempo Histórico o rango del mismo
- Las relaciones con las dimensiones histórica, cultural, política, técnica, económica.
- Tener claridad si se trata de artefactos, sistemas o procesos tecnológicos o su conjunción.

Definir estrategia

- Trabajo grupal, individual o segmentado por momentos
- Asignar tiempos y recursos en el caso de uso de posibilidades digitales.
- Responsabilidades

● CONSIDERACIONES DIDÁCTICAS

Como se ha dicho previamente, esta estrategia puede dinamizarse mediante el planteamiento de preguntas que orientan el análisis. Es deseable que las preguntas puedan ser concertadas con los estudiantes a partir de diálogos en los cuales sea posible identificar intereses auténticos de los estudiantes con cuestionamientos que solemos tener en relación con la tecnología, sobre



todo cuando la vemos desde la perspectiva instrumental, por supuesto que las dimensiones de orden sociocultural ameritan de un trabajo de contextualización y exemplificación por parte del profesor. Algunas de las preguntas, sobre todo cuando se refiere a lo artefactual, que pueden orientar la estructuración de una ATE desde el análisis son las siguientes:

- ¿Cómo son los artefactos y cuáles son las razones de dichas formas? Esta pregunta nos ubica en los componentes de forma, estructura, acabado, dimensión, antropometría y ergonomía de los objetos.
- ¿Cómo se fabrican? Hace que veamos los procesos de producción, los materiales, sus propiedades, formas de extracción u obtención, características y sus transformaciones.
- ¿Cómo funcionan? Es una pregunta por aquellos principios o propiedades tecnológicas aunadas a los principios de la ciencia que hacen posible que un aparato o dispositivo funciones de cierta manera.
- ¿Por qué existen? Cuál es la génesis, qué condiciones históricas y qué otras circunstancias hicieron posible o impidieron el desarrollo de cierta tecnología.
- ¿Se puede mejorar? Nos ubica en el terreno de la producción de ideas, la identificación de deficiencias y las posibilidades de rediseño.
- ¿Cuál es o ha sido su impacto a partir de su desarrollo, uso y desuso? Este cuestionamiento activa la reflexión crítica que implica reconocer efectos positivos y negativos del desarrollo, uso y desecho de la tecnología.

● ESTRATEGIA ANÁLISIS A TRAVÉS DE LA CONSTRUCCIÓN:

Esta estrategia se fundamenta en una de las actividades por excelencia de la tecnología, el hacer, la elaboración constructiva, que tiene fuertes atractivos en tanto permite la concreción fáctica de las ideas y que dinamiza distintas formas de representación, la escrita, la gráfica, la tridimensional (con las construcciones mismas), entre otras.

Esta estrategia corresponde a un segundo tipo de análisis que se realiza a partir de los procesos constructivos que han sido previamente diseñados o rediseñados por parte del docente y que tienen como fundamento el poder hacer el estudio de las distintas concepciones y dimensiones de la tecnología en tanto se realiza la construcción de un sistema o artefacto en el cual están implicadas tales dimensiones de manera directa. Las construcciones han de considerar varios aspectos que se detallarán a continuación y de los cuales destacamos, las capacidades de los estudiantes, las condiciones institucionales en relación con disponibilidad de materiales, herramientas y equipos y por supuesto los costos de las elaboraciones que deben estar al alcance de los estudiantes.

Didáctica de la tecnología

Tenemos las siguientes consideraciones en relación con esta estrategia:

● Propósitos:

Corresponden al conjunto de pretensiones que son más propias para esta estrategia.

- Hacer “recorridos” “controlados” por las diferentes dimensiones del saber implícitas en los artefactos que se re- construyen.
- Desarrollar habilidades constructivas previamente “experimentadas” por parte del docente quien conoce las “implicaciones” de las construcciones.
- Desagregar la complejidad cognitiva de artefactos o sistemas para la comprensión de la función, funcionamiento e integración de las partes al todo.
- Desarrollar las dimensiones cognitiva, procedimental y el desarrollo de habilidades propias de la tecnología.
- Identificar procesos productivos industriales.
- Apropiar el uso de materiales, herramientas, equipos y técnicas específicas
- Identificar riesgos y cuidados de los procesos productivos

● Potencialidades

La motivación. En las experiencias de aula se ha podido verificar los altos niveles de motivación que esta estrategia conlleva. El poder transitar desde el mundo de las ideas al mundo de lo concreto tiene en sí mismo un poder de seducción para todas las edades de estudiantes. Tal como se expresara previamente, el trabajo que implica la transformación que hacemos con las manos implica compromisos afectivos muy fuertes.

Trabajo desde lo evidente, lo concreto, lo tangible. La acción implica procesos de transformación de materiales que toman formas, tamaños, texturas, que se pueden percibir, son palpables, manipulables y responden a consideraciones del mundo de las ideas y los argumentos, las explicaciones.

Identificación con actividades productivas propias del entorno (integración de expertos, padres de familia). Esta es una posibilidad dado que la construcción implica el uso de procesos propios de la producción, en muchos casos industrial o artesanal.

Posibilidades de uso de material reciclable. Esta es también otra de las potencialidades pero que a la vez es un reto para los diseños a construir en tanto hay que hacer adecuaciones y se debe ser recursivo para el uso de productos existentes que tienen como ventaja la calidad de los productos mismos y su estandarización.



- Elementos a tener cuenta:

Esta estrategia implica diseños previos preferiblemente realizados por equipos de docentes. Este es un requerimiento que hace que las ATE aquí desarrolladas hayan sido el producto del trabajo intencionado de un equipo de profesores que, siguiendo la metodología proyectual, diseñan las construcciones con pretensiones de formación predefinidas.

Responder con claridad las preguntas: ¿Qué y por qué se construye? No se trata de un hacer sin fundamentación, sin interrogación, sin reflexión, por el contrario es el hacer que implica hacer y responder preguntas, generar hipótesis y contrastarlas con la realidad fáctica que se construye y que puede ser contrastada con los modelos teóricos que las sustentan.

Establecer niveles de prescripción y autonomía: posibilidades de re- diseño. En este tipo de ATE si bien pueden considerarse altos niveles de prescripción que permite la apropiación teórico conceptual, también actúan como generadoras de conocimiento y experiencias en la solución de problemas y por esta vía permiten la estructuración de problemas de diseño que es deseable derivar de estas ATE.

Complejidad de los procesos constructivos. Es importante que se pueda determinar las exigencias de las construcciones en tanto uso de materiales, sus costos, accesibilidad, e igualmente las implicaciones de uso de herramientas, equipos y procesos que demandan ciertos conocimientos y habilidades que pueden ser parte de los propósitos de formación pero que no deben desbordar las capacidades de los grupos de estudiantes.

Posibilidades efectivas de realización (tiempos-recursos). Las construcciones tienen como condición que efectivamente sean realizables por los estudiantes (en algunos casos con apoyo del maestro o de sus padres), que haya garantía, además de su elaboración, de su funcionamiento y que los tiempos y demás recursos que demanden estén previstos y correspondan con las condiciones institucionales y grupales.

Identificación de riesgos y prevenciones. Es de suma importancia poder establecer posibles riesgos en los procesos constructivos, el uso de ciertos materiales, herramientas o equipos demandan el entrenamiento y la vigilancia permanente de los profesores para evitar accidentes, pérdidas de material o daños.

Identificación de posibilidades de apoyo externo (padres, talleres, fábricas). Esta es una posibilidad interesante que puede garantizar los logros frente a las exigencias de este tipo de ATE.

Didáctica de la tecnología

● Consideraciones Didácticas:

- Diseño por parte de los docentes
- Determinar propósitos de formación
- Conceptos tecnológicos
- Habilidades
- Establecer conceptos, Objetivos, condiciones y recursos con que se cuenta, en suma: situación inicial.
- Diseño del prototipo acorde a los propósitos enunciados
- Pruebas y ajustes del prototipo con grupos focales
- Puesta en escena y nuevas evaluaciones

● Posibilidad de reconstrucción de prototipos, maquetas o modelos funcionantes históricos¹⁷.

- Selección desde los intereses de los estudiantes
- Establecer temas y objetos de estudio por grupos
- Responsabilidades, tiempos, productos, actividades y recursos necesarios.
- Definir plan de trabajo ajustado a las condiciones institucionales y grupales
- Establecer fuentes de información
- Socializaciones permanentes de los productos -Prototipos-
- Determinar procedimientos claros que incluyan.
- Materiales (claridad en las características dimensionales, formales, acabados)
- Equipos
- Herramientas
- Formas de uso apropiado y riegos
- Procedimientos
- Evaluación – presentación socialización – argumentación

¹⁷. Hablamos aquí de la “reproducción” de algunos de los inventos que se han constituido en hitos del desarrollo tecnológico tales como: el carro a vapor, el avión de los hermanos Wright, el cinematógrafo de los hermanos Lumière, las catapultas o trebuchet , la cámara oscura, los puentes más famosos del mundo o los inventos de Leonardo da Vinci, entre muchos otros. No se trata por supuesto de copias exactas de tales artefactos, en el mejor de los casos serían maquetas funcionantes, es decir modelos a escala con ciertas propiedades del funcionamiento de los diseños originales. Por vía de estas reproducciones se pueden comprender aspectos claves del desarrollo técnico de épocas pasadas y de otras dimensiones técnicas, sociales, culturales y económicas relacionadas con su desarrollo. Una idea interesante con este tipo de trabajo es la posibilidad de ir constituyendo un museo institucional del desarrollo histórico de la tecnología.



2.5.3. Estrategia desde el enfoque cts

Esta estrategia se plantea a partir del enfoque Ciencia, Tecnología y Sociedad que surge en la posguerra como respuesta a las nuevas condiciones en las cuales se toma conciencia del poder de los desarrollos de la ciencia y la tecnología y su impacto social y ecológico ambiental.

Tal como se muestra en la imagen 5, del mapa conceptual, esta perspectiva que no hace énfasis en el estudio mismo de la ciencia y la tecnología sino en sus relaciones y de éstas con la sociedad, tiene como tercer momento en su desarrollo el de la “reacción” en la que se da el surgimiento de la perspectiva crítica como producto de las amenazas¹⁸ a las cuales estamos sometidos por parte de las élites de poder, las ideologías imperantes y el control social que ostentan tales élites.

Este enfoque de estudio de las relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad se apoya en el llamado silogismo CTS:

La primera premisa de este silogismo afirma que la actividad tecnocientífica es también un proceso social como otros; la segunda pone de manifiesto los efectos para la sociedad y la naturaleza de la actividad tecnocientífica que nos afecta a todos sin importar el lugar de las actividades; la tercera premisa supone la aceptación de la democracia y por tanto la posibilidad de participación de todos y cada uno de los ciudadanos del mundo. De estas premisas se deriva una conclusión final: es necesario promover la evaluación y el control social de la actividad tecnocientífica y todos tenemos la posibilidad de hacer parte de estos procesos y decisiones. Es en este contexto en el cual el enfoque o perspectiva CTS toma lugar también en la escuela pues se parte de la consideración que las ciudadanías del mundo han de estar formadas para poder hacerse partícipes de la toma de decisión y la participación deliberante en los temas de la tecnociencia.

Propósitos

- Favorecer una percepción más ajustada y crítica de los temas de ciencia y tecnología, así como de sus relaciones con la sociedad.
- Promover la participación pública de los ciudadanos en las decisiones que orientan los desarrollos de la ciencia y la tecnología a fin de democratizar y acercar a la sociedad las responsabilidades sobre su futuro. a la sociedad las responsabilidades sobre su futuro.

¹⁸. En plena guerra fría y luego de haber experimentado el poder destructor de la energía nuclear, la denominada crisis de los misiles en Cuba, que puso al mundo frente a la posibilidad real de la destrucción masiva, hizo que la sociedad civil y académica tomara posición y asumiera la determinación de hacerse partícipe en la toma de decisiones que atañen a la humanidad entera.

Didáctica de la tecnología

- La alfabetización tecnocientífica que implica la formación tanto en los saberes propios de las ciencias y las tecnologías como en las implicaciones que éstas tienen para todos. Se trata de la formación de posturas críticas argumentadas.

Potencialidades:

- Vincular a los estudiantes a reflexiones sobre temas de actualidad que son susceptibles de debate.
- Generar espacios para la participación y la deliberación argumentada.
- Propiciar espacios de sensibilización frente a temas de interés público.
- Incentivar procesos de búsqueda y procesamiento de información.

Elementos a Tener en Cuenta:

- Los temas elegidos han de ser de interés para el grupo particular de estudiantes y la toma de decisión sobre ellos debe estar orientada por el docente.
- Las ATE escolares diseñadas desde esta estrategia han de considerar los niveles de los estudiantes y han de ajustarse a las dinámicas propias de los razonamientos, capacidades de socialización y participación de los distintos grupos escolares.
- Identificar temas en los cuales es posible identificar posturas opuestas que hacen posible el surgimiento de debates.
- Orientar el trabajo de búsqueda y procesamiento de información.
- Establecer dinámicas de generación de controversia preservando el respeto por la palabra y posición del otro.

Consideraciones Didácticas:

- En el diseño de ATE dentro de esta estrategia ha de tener presente que se desplaza la atención de lo artefactual y se pone el acento en la construcción de las actitudes críticas mediante la generación de espacios de debate argumentado en los cuales se establecen relaciones entre las ideas y la dimensión axiológica. Tiene las siguientes características que le hacen singular frente a las anteriores estrategias.
- Determinación de situaciones o casos en temas relacionados con la ciencia y la tecnología que pueden ser históricos, actuales o simulados.
- Los casos pueden ser significativos en la medida en que se relacionan con intereses auténticos de los estudiantes o de los contextos de su mundo de vida.
- No requiere de espacios particularmente dotados de equipos o herramientas.
- Da la posibilidad de involucrar actores sociales que aporten a los debates o al proceso constructivo de las argumentaciones.
- Permite el uso de las TIC en la perspectiva de construcción de conocimiento vs manejo de información.



- Enriquece las posibilidades de análisis de las dimensiones: histórica, cultural, política, económica e incluso técnica de los procesos y productos tecnológicos.

2.5.4. Las actividades tecnológicas escolares - ATE

Las estrategias didácticas actúan como organizadoras de las Actividades Tecnológicas Escolares caracterizando el tipo de propósitos u objetivos que con ellas resulta más pertinente proponer, identificando las potencialidades pedagógicas que subyace a la naturaleza de las distintas estrategias, brindando pautas teóricas a tener en cuenta al momento de diseñar una ATE dentro de cada una de las estrategias, y finalmente proveyendo algunas guías o consideraciones didácticas puntuales para su diseño.

Por lo dicho previamente, las Actividades Tecnológicas Escolares -ATE- corresponden a las unidades de trabajo con los estudiantes, dentro de las distintas estrategias, y que, en la propuesta de ambientes de aprendizaje que hemos expuesto, corresponden a los dispositivos pedagógicos que se diseñan para generar efectos previstos y deseables en relación con los aprendizajes. En tanto diseños, las ATE, responden a los procesos expuestos en la estrategia de diseño y previamente presentada y sobre la cual más adelante se profundizará. Los docentes, preferiblemente en equipos interdisciplinares, actúan como diseñadores de las ATE ya que su experticia se da tanto en el conocimiento de las características particulares de sus estudiantes como en campos particulares de la tecnología. Los propósitos de estos diseños, ya que deben actuar como dispositivos pedagógicos, deben preconcebir las situaciones, circunstancias, acciones y relaciones que los docentes consideran deseables para el aprendizaje de ciertas dimensiones de la tecnología. Estas dimensiones tienen que ver con la consideración de la tecnología más que como una disciplina un campo interdisciplinar en el cual se convocan saberes de disímiles disciplinas, técnicas, ciencias e incluso el arte.

Estas dimensiones son, entre otras, la dimensión histórica en cuanto las tecnologías poseen una historicidad, que da cuenta de desarrollos progresivos e incrementales en el tiempo pero que además se vinculan fuerte e indisolublemente a conjuntos de circunstancias complejas de un cierto momento de la historia. La dimensión económica es quizás la dimensión de mayor relevancia al hablar de producción de tecnología de la etapa propiamente tecnológica¹⁹ pues es

¹⁹. Recordemos que las etapas históricas del desarrollo del conocimiento tecnológico son para Gallego et. al. (1986): la empírica caracterizada por el uso de materiales tal como se encontraban en la naturaleza y las actuaciones respondían más a tradiciones orales del hacer por tanteo, acierto y error. La etapa técnica, en la cual los materiales eran extraídos y transformados para lograr propiedades físico mecánicas no existentes en los materiales directamente obtenidos de la naturaleza, el ejemplo más importante es el cobre que propicia el nacimiento de la edad de los metales y que se da hace más de 10.000 años. Finalmente, la etapa tecnológica en la cual los materiales son producidos, diseñados por equipos altamente cualificados de ingenieros, científicos e investigadores con características físico-químicas que se predeterminan para obtener comportamientos deseables.

Didáctica de la tecnología

la que determina, a partir de los intereses de quienes ostenta el poder económico²⁰, los caminos del desarrollo y el consumo tecnológico. La dimensión política, está asociada a circunstancias geopolíticas de mercado y economía global que están a su vez determinadas por políticas de estado y de grupos transnacionales. De otra parte está la dimensión cultural en la cual se inscriben los desarrollos tecnológicos, aspectos tales como los conjuntos de creencias de los distintos grupos humanos, sus prácticas sociales diferenciadas o particulares, las apreciaciones axiológicas que ponen acentos distintos en los valores, la apreciación sobre saberes propios y cosmovisiones distintas y por supuesto relaciones, usos, conocimientos y prácticas también múltiples con las distintas tecnologías hacen que esta dimensión resulte particularmente importante para comprender el fenómeno de la tecnología.

en relación con los contextos humanos en los cuales se conciben, usan, reutilizan y desechan. Finalmente, no por importancia, está la dimensión técnica que tiene que ver con múltiples adelantos en campos distintos de la tecnología y que confluyen para el desarrollo de nuevas tecnologías, así por ejemplo la tecnología del cinematógrafo, de los hermanos Auguste y Louis Lumière, implicó adelantos previos en la fotografía, la óptica de la proyección y por supuesto en los juguetes estroboscópicos que permitieron hacer que la magia de la animación fuese posible.

Lo anterior da cuenta de la riqueza de posibilidades pero a la vez de la complejidad del campo tecnológico. Por lo que el diseño de las ATE es la síntesis de esa diversidad y cruces de saberes y dimensiones que finalmente se concretan en propuestas de actividades, debidamente diseñadas por los equipos de docentes, que se entrega a los estudiantes como insumo para el desarrollo de su trabajo y que también son guidas, acompañadas, incentivadas por los profesores que orientan el conjunto de acciones concebidas y puestas en la escena del ambiente de aprendizaje.

Las actividades lo son en tanto privilegian la acción de los estudiantes. Las acciones a las que nos referimos, en particular para el estudio de la tecnología, tienen que ver con actos de pensamiento y reflexión, con actos de diseño, de construcción, de análisis comprensivo y crítico, de colaboración, de participación y debate y en suma se desarrollan todas aquellas acciones que los docentes consideren pertinentes para lograr que se generen ambientes en los cuales se privilegia el aprendizaje más que la enseñanza. Lo anterior no desvirtúa la enseñanza, se trata de hacer un desplazamiento y énfasis en los aprendizajes, es decir el centro de reflexión y acción pedagógica es el estudiante.

²⁰. Actualmente se dan fuertes debates ya que los desarrollos en tecnología están asociados a grupos económicos que en virtud a su poder generan dinámicas de monopolio que imponen productos, diseños, costos sobre todo tiempos de durabilidad y consumo a través de versiones o generaciones en sus productos y de la caducidad programada de los mismos



La enseñanza a su vez se caracteriza por centrar sus esfuerzos en el diseño de los ambientes, en particular en concebir, desarrollar, evaluar y ajustar las ATE como unidades de trabajo escolar y en los procesos de acompañamiento que de ellas se deriva.

Las ATE se caracterizan por:

Definir con precisión las pretensiones de formación u objetivos, estos preferiblemente deben corresponder a los expresados en el documento de [orientaciones del MEN](#) si bien no en su redacción²¹ si en su intención. Ahora bien, es claro que dado que se trata de Actividades Tecnológicas, las pretensiones tienen que ver con conceptos, actitudes y habilidades propios del campo tecnológico y que se ubican dentro de los cuatro componentes estructurales del saber de la tecnología: Naturaleza y evolución de la tecnología, Apropiación y uso de la tecnología, Solución de problemas con tecnología y Tecnología y sociedad. A cada uno de estos componentes corresponden las competencias y los desempeños que finalmente son los que usaremos. No se trata de tener para cada ATE todos los componentes, puede ser uno solo y dentro de este no todos los desempeños. Una misma ATE podría tener un énfasis distinto de acuerdo al nivel de formación y en ese sentido se deberá adecuar el lenguaje y por supuesto los objetivos. Lo permite pensar en diseños de las mismas ATE con acentos y adecuaciones diferenciadas para distintos grados o grupos de grados.

Debe existir coherencias entre todas las partes o componentes de la ATE, esto es, cada elemento debe ser relevante y estar articulado a los demás componentes. Dos elementos claves de esta coherencia son los objetivos y la evaluación, por supuesto todos los demás pero enfáticamente estos dos.

Considerar los niveles de desarrollo de los estudiantes, sus expectativas, saberes previos y por supuesto sus intereses, por lo anterior el diseño de las actividades debe partir de la experiencia y conocimiento que como docentes tenemos de los grupos de estudiantes. Adicionalmente, de ser necesario, se debe hacer consultas directas de estos aspectos o valoraciones previas que nos permitan hacer las adecuaciones de nuestros diseños.

Ser el producto de diseños que hacemos los profesores y como tal responde a las mismas dinámicas de todo proceso de diseño dentro de las cuales destaco las planteadas por Perkins (1989): deben adecuarse y responder a los propósitos para los cuales se diseñan y que los docentes no podemos

²¹. Las ATE tienen como propósito servir de guía a estudiantes y docentes en los proceso de aprendizaje y por tanto el lenguaje textual y gráfico debe corresponder y estar adecuado a sus niveles de desarrollo. En algunos casos es deseable que haya una versión para el docente en tanto en ella se le brinda orientaciones y pautas que no son pertinentes para los estudiantes. En otros casos las ATE pueden tener un componente diseñado para los padres. En esta parte se les solicita a los padres desarrollar parte de la ATE con el fin de apoyar el trabajo de sus hij@s.

Didáctica de la tecnología

perder de vista, soportarse en argumentos científicos, pedagógicos y tecnológicos para su configuración particular, tener modelos de otros ejemplos que sirvan como orientadores, referentes o guías de nuestros diseños y, finalmente, tener una estructura interna que además de la coherencia tenga todos los elementos para cumplir los propósitos que le hemos asignado.

Ser evaluables y ajustables en tanto como diseños las ATE tienen en sus primeras versiones la condición de ser prototipos, esto es, son formas de manifestación fáctica de ideas, de los docentes, que deben someterse a valoración en relación con: su nivel efectivo de logro de acuerdo con los objetivos para los cuales se diseñan, la adecuación de los lenguajes, en relación con la lecturabilidad y la comprensión que de ellas logran los estudiantes para los cuales se diseñan. También debe valorarse la correspondencia y coherencia con los presupuestos teóricos que las sustentan y el desempeño en relación con los tiempos previstos, los recursos empleados, las expectativas propias del docente diseñador, etc.

Tener en cuenta y ajustarse a los recursos institucionales, y sobre todo de los estudiantes, en cuanto a espacios, dotaciones para el trabajo, mesas de trabajo, herramientas, máquinas, equipos, materiales. También deben tenerse en cuenta los tiempos, horarios, que se dispone para el trabajo con los estudiantes ya que esta situación es diferenciada por cada institución. De otra parte es de suma importancia que la mayor parte del trabajo sea realizado al interior de los espacios de clase evitando al máximo el trabajo extraescolar²² que de ser necesario deberá ser debidamente planificado y moderado de tal suerte que cumpla efectivamente con los propósitos de la ATE y no se convierta en la realización de tareas²³ inútiles o irrelevantes y mucho menos en actividades fuera del alcance efectivo de los estudiantes (incluso en lo económico) y termine siendo actividad de los padres, amigos, hermanos u otros actores no previstos ni deseados.

Considerar el nivel de prescripción o autonomía que tiene el diseño de cada una de las ATE, esto es, determinar qué tanta guía necesitan los estudiantes, si es necesario contar con apoyo de otros colegas, eventuales expertos u otros profesionales y en algunos casos los mismos padres. En

²². El acompañamiento cercano y continuo por parte del docente es determinante para la resolución de interrogantes, para dar instrucciones, sugerencias y brindar recomendaciones de manera permanente e insistente a los estudiantes. Por lo anterior el docente debe haber experimentado el desarrollo de cada ATE él mismo, identificando aspectos sobre los cuales debe brindar información y ayuda a sus estudiantes y para tener referencia de potenciales para la explicación y comprensión de conceptos claves de la actividad. De otra parte dada la necesidad de asistencia de manera simultánea, es recomendable contar con monitores de grupos mayores o en su defecto identificar a los alumnos con dificultades y a aquellos con más habilidad para hacer diadas de ayuda entre pares

²³. La tarea es uno de los dispositivos escolares del cual se hace uso cotidiano y en buena parte de los casos, desafortunadamente, corresponde a un activismo que poco o nada contribuye a logros académicos y por el contrario ha derivado en situaciones no deseables como su elaboración tan solo por cumplimiento sin la retroalimentación debida por parte de los profesores por el cúmulo de trabajo que ello representa al hacerlo de manera detallada y riguroso como si se quiere.



todos los casos se deberá definir claramente los roles y actividades que los otros actores tendrán en el ambiente de aprendizaje que se diseña. Incluso, de ser necesario, se debe concebir, diseñar, implementar y evaluar su diseño, con los otros actores²⁴. Aquí también se determinará si se trata de trabajos individuales o en equipos y su configuración o conformación.

Determinar qué procesos, situaciones, relaciones entre los actores y de estos con las experiencias de aprendizaje, se espera desencadenar, en tanto nuestros diseños son dispositivos pedagógicos.

Es recomendable que el diseño de las ATE pase por procesos de validación y ajuste con grupos focales reducidos que permitan identificar necesidades de materiales, herramientas, insumos, en calidades y cantidades de acuerdo a los grupos particulares con los que se va a trabajar. Este ejercicio permite identificar dificultades y necesidades de información particulares, así como estimación de tiempos, sugerencias de seguridad para el caso de actividades constructivas, etc.

Tener clara(s) la(s) concepción(es) de tecnología que prevalece en la ATE, es decir, si se trata de hacer énfasis en lo cognitivo, artefactual, sistémico o tecnocultural y actuar consecuentemente en su diseño y evaluación.

²⁴. En nuestra experiencia hemos tenido la oportunidad, en relación con el diseño de ATE, elaborar material para docentes, para los niños y en algunos casos para los padres todos ellos sobre una misma ATE. El material para los docentes se caracteriza por tener elementos teóricos, pedagógicos y/o técnicos que les orientan y apoyan en la implementación de la ATE. Estas guías o materiales para los docentes ayuda a que los diseños de las ATE funcionen de manera autónomo, es decir sin la participación del diseñador de las mismas. Para el caso de las ATE o sus componentes dirigidos a los padres se hacen relevantes cuando se trata, sobre todo, de ATE diseñadas para los estudiantes de los primeros grupos de grados ya que algunos de los procesos ameritan, por su complejidad, habilidad o conocimientos previos, la colaboración de sus padres quienes no hacen la totalidad de la actividad pero si una parte que previamente se ha previsto y diseñado para ellos.