



Maestría en Educación  
en Tecnología  
Metodología Virtual



SEMINARIO

# DIDÁCTICA DE LA TECNOLOGÍA

---

MAESTRÍA EN EDUCACIÓN EN TECNOLOGÍA



**UNIVERSIDAD DISTRITAL**  
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS  
Facultad de Ciencias y Educación



**UNIVERSIDAD DISTRITAL**  
**FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS**  
Facultad de Ciencias y Educación



# Maestría en Educación en Tecnología

Metodología Virtual

Universidad Distrital Francisco José de Caldas  
Facultad de Ciencias y Educación  
Maestría en Educación en Tecnología

Autor:

Antonio Quintana Ramírez

Producción:

Maestría en Educación en Tecnología

Rediseño:

Juan Garzón

Maestría en Educación en Tecnología

2024



## Contenido

<b>Unidad 1:</b> El contexto: apuntes desde la filosofía de la tecnología.....	1
1.1. El contexto .....	1
<b>Unidad 2:</b> Ambientes, estrategias de aprendizaje y actividades tecnológicas escolares .....	5
2.1. La interacción docente-alumno y el conocimiento tecnológico.....	5
2.2. La prescripción.....	5
2.3. La autonomía.....	6
2.4. Los ambientes de aprendizaje de la tecnología .....	7
2.5. Las estrategias didácticas para el estudio de la tecnología .....	9
2.5.1. Estrategia de diseño.....	17
2.5.2. Estrategia de análisis .....	21
2.5.3. Estrategia desde el enfoque cts .....	28
2.5.4. Las actividades tecnológicas escolares - ATE .....	30
<b>Unidad 3:</b> El diseño como dispositivo pedagógico .....	35
3.1. El diseño como dispositivo pedagógico.....	35
3.2. Dispositivos pedagógicos.....	42
3.3. Dispositivo tecnológico.....	44
3.4. Los dispositivos pedagógicos .....	45
<b>Unidad 4:</b> El análisis... Otra estrategia por explorar .....	52
<b>Unidad 5:</b> El análisis de la construcción .....	55
<b>Bibliografía.....</b>	60



## Unidad 1:

### El contexto: apuntes desde la filosofía de la tecnología

#### 1.1. El contexto

“La educación en tecnología conlleva la realización de acciones propias de su naturaleza, como diseñar, explorar, identificar problemas, construir, modelar, probar, reparar y evaluar, entre otras”.

“La educación en tecnología es interdisciplinaria y, en consecuencia, se facilita su desarrollo y apropiación como campo de conocimiento transversal en todas las áreas básicas y fundamentales de la educación”.

Ministerio de Educación Nacional

Antes de abordar la particularidad de las estrategias didácticas se establece, a manera de marco de referencia, algunas precisiones de lo que es la educación en tecnología.

En primer lugar es necesario partir de las reflexiones que sobre la tecnología se han hecho desde la filosofía y que han dado en constituir un ítem particular denominado filosofía de la tecnología que permiten comprender a la tecnología desde una perspectiva que la ubica en un lugar distinto al de ciencia aplicada y en el cual se analizan perspectivas como el del determinismo tecnológico y la perspectiva CTS. En este encuadre la tecnología como sistema sociotécnico permite dar cuenta del enfoque desde el cual se aborda este módulo de estudio.

Retornando a la discusión sobre la educación en tecnología, esta se ha venido configurando como un espacio de formación que poco a poco se ha integrado a los currículos nacionales de distintos países como respuesta a la necesidad de incluir a la tecnología como objeto de estudio en atención a su relevancia en la vida cotidiana y para el desempeño laboral y social de las nuevas ciudadanías.

Es preciso aclarar que no se trata solamente de la formación en el uso de las llamadas tecnologías de la información y la comunicación –TIC-, que se han insertado en la escuela desde los primeros grados de escolaridad en virtud al ímpetu de su omnipresencia y la relevancia de su uso en múltiples actividades de los individuos, las instituciones y los grupos sociales.



Por el contrario, la educación en tecnología, si bien tiene en cuenta la formación en y con las TIC, asume a la tecnología como objeto de estudio considerándola como una construcción socio-cultural de carácter práctico, multidisciplinar, holístico y cuya presencia se da en todos los contextos de interacción humana. Así, educar en tecnología significa formar a los individuos tanto en la racionalidad de producción y uso de la tecnología como en los fundamentos técnicos, científicos, históricos, ideológicos y de impacto social y ecológico derivados de su desarrollo, producción uso, desecho y reciclaje.

En suma, la educación en tecnología asume la formación en lo que ha dado en llamarse la alfabetización tecnológica entendida esta como una necesidad de formación básica de todos los individuos que les permita tanto utilizar o consumir de manera crítica y responsable las tecnologías como tener una preparación de base para hacerse partícipes activos en la generación de proyectos tecnológicos.

Para el ITEA<sup>1</sup> la alfabetización tecnológica implica una visión donde cada ciudadano posee un grado de conocimiento sobre la naturaleza, el comportamiento, el poder y las consecuencias de la tecnología desde una perspectiva amplia. Por consiguiente, esta debe incluir programas educativos en cuales los estudiantes ponen en juego el pensamiento crítico y creativo cuando diseñan y desarrollan productos, sistemas y ambientes para resolver problemas prácticos. De otra parte para la OECD<sup>2</sup>, que es la organización para la cooperación económica y el desarrollo de los países más industrializados, la alfabetización tecnológica tiene como intención generar la base humana para suplir el capital necesario para dar continuidad a una economía basada en el conocimiento, por lo tanto, todos los países necesitan un adecuado número de científicos e ingenieros para el desarrollo.

---

<sup>1</sup> La International Technologic Education Association ITEA, es una organización de origen norteamericano cuyo propósito es desarrollar la educación en tecnología a través del uso, la innovación, el diseño y la realización de experiencias de ingeniería en todos los niveles de educación básica.

<sup>2</sup> La OECD, de su nombre en inglés Organisation for Economic Co-operation and Development, es un foro creado en 1961, y su concepción se dio en 1947 con el apoyo de Estados Unidos y Canadá para coordinar el plan Marshall para la reconstrucción de Europa después de la segunda guerra mundial.

El papel actual de la OECD es la realización de estudios y la elaboración de sugerencias de políticas que les permitan a los países miembros tomar decisiones que favorezcan su liderazgo y desarrollo económico. De esta manera los diferentes gobiernos pueden comparar sus experiencias sobre políticas, estudiando las respuestas que han dado a problemas comunes y estableciendo relaciones entre las políticas internas y las internacionales. Dentro de los estudios habituales que realiza la OECD se encuentran las llamadas pruebas pisa que tienen como propósito identificar y evaluar los logros y desempeños de los estudiantes de los países miembros con el fin de generar políticas de mejoramiento.

Colombia está en proceso de ser aceptado en la OECD y por tanto parte de las políticas que se están reformulando responden a los requerimientos de esta organización, la educación hace parte de estos requerimientos y por esto parte de las decisiones que en la actualidad está tomando el gobierno colombiano desde el MEN responden a las exigencias de esta organización.

En este sentido son varias las naciones que han incorporado políticas encaminadas a realizar acciones para incrementar el dominio público en ciencia y tecnología con el objetivo de integrar más fuertemente el saber en estos campos en la sociedad moderna. Para esto han planteado, entre otras líneas de acción, que desde la educación primaria se asuma como fundamental la alfabetización tecnológica considerando, como elementos claves, la cualificación de docentes, la motivación de los estudiantes y el uso de metodologías basadas en aprendizajes desde lo concreto “hands-on” learning, que utilizan, entre otras posibilidades al diseño, el desarrollo de proyectos, las actividades tecnológicas escolares y la solución de problemas como dispositivos pedagógicos que le dan sentido a este saber contextualizado a los entornos, necesidades e intereses de los estudiantes.

En suma, la alfabetización tecnológica se plantea, desde diversos escenarios, como una necesidad ya no solo deseable sino ante todo “estratégica” para el desarrollo de los países que desean hacerse parte de la sociedad del conocimiento.

Como se puede inferir de lo planteado hasta aquí, la inserción de la tecnología como objeto de estudio, desde la educación básica, responde a la necesidad de incentivar la investigación y el desarrollo como elementos indispensables para sustentar la reestructuración y el crecimiento económico propiciados por la innovación y que requieren la formación de los recursos humanos como la principal fuente de generación de nuevo conocimiento científico y tecnológico.

Ahora bien, al hacer una revisión sobre la estructuración para el estudio de la tecnología se encuentran como elementos relevantes a considerar aquellos aspectos relacionados con su naturaleza misma en tanto la tecnología posee una caracterización que la distingue de otras expresiones del conocimiento. Estas características tienen que ver en lo fundamental con los propósitos y otros elementos que permiten configurar a la tecnología como objeto de estudio diferenciado de otros tales como las ciencias o el arte.

Respecto a los propósitos, es claro que la tecnología se fundamenta en la pretensión de modificar los estados de sistemas, procesos o artefactos en estados deseables en relación con objetivos que dan respuesta a necesidades previamente identificadas. La modificación de tales estados implica la generación de nuevos conocimientos y el desarrollo de actividades cuya pretensión antes que explicativa, descriptiva o de generación de teorías, leyes o principios, que le es propia a la ciencia, es en esencia la solución de problemas o la satisfacción de necesidades y por esta vía la transformación del entorno.

Otro conjunto de elementos que soportarían una estructura del conocimiento tecnológico se enmarca en las relaciones que la tecnología tiene con la sociedad y que considera dimensiones tales como la política, la ética, la económica, la cultural, los efectos en el medio ambiente, las





implicaciones para el desarrollo y todos aquellos factores de tipo histórico que han propiciado el devenir del desarrollo tecnológico.

La complejidad del saber tecnológico da lugar a distintas preguntas relacionadas con el cómo abordar su estudio desde la escuela. Es claro que el campo de las técnicas ha tenido presencia y tradición en la escuela como formación para el trabajo, mejor sería decir para el empleo. En este contexto las didácticas se han centrado en la instrucción sobre procesos, máquinas, equipos, herramientas y seguridad industrial. Pero al hablar de educar en tecnología estas prácticas pedagógicas entran en cuestionamiento pues si bien la dimensión instrumental no se deja de lado, otros elementos o componentes tales como las perspectivas de análisis crítico, las propuestas de formación creativa en el diseño, la comprensión holística sociocultural de la tecnología, deben ser puestas en juego.



## 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 docente<sup>3</sup> 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 tecnológico<sup>4</sup> 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.

---

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

<sup>4</sup>. 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 consideran parte de la tecnología, lo que implica un trabajo de visibilización y reconocimiento para lo cual el proceso de análisis resulta pertinente.

<sup>5</sup>. 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 instrumentos<sup>5</sup> 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 docente<sup>6</sup>. 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

---

<sup>6</sup> 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.

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)<sup>7</sup>, 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”

---

<sup>7</sup>. 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

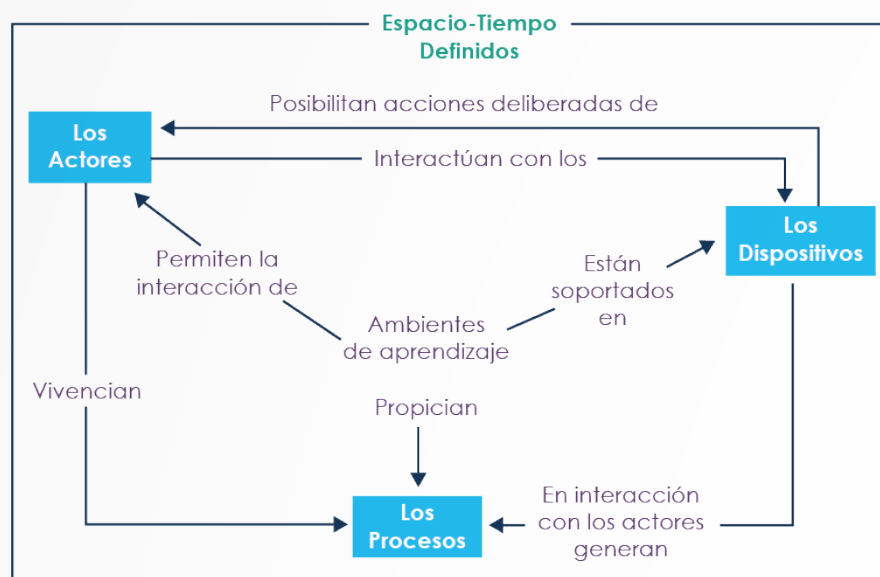


Imagen 1. Elementos de un Ambiente de Aprendizaje (Quintana, Otálora y Marín, 1997).



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 equivoco 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 producción<sup>8</sup> 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.

---

<sup>8</sup>. 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 descentra hacia quienes tienen los medios de producción hacen que haya una alteración política y las hegemonías 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 australopitecos 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 diseminar 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 artificialidad 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 “exponer” 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.

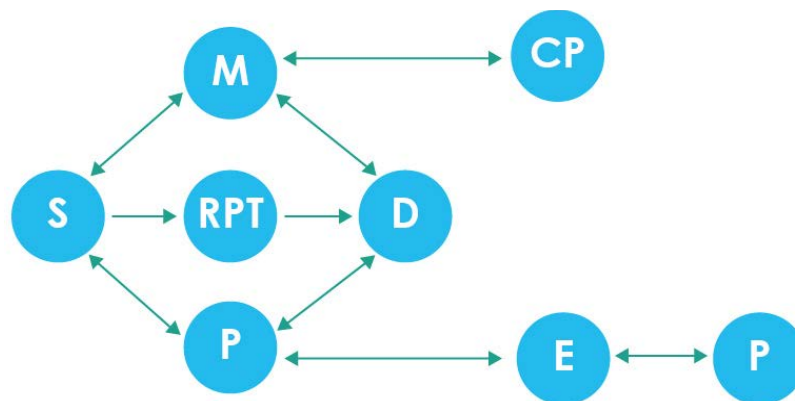


Imagen 2: Estructura del modo de producción de conocimiento tecnológico Tomado de: Gallego, et. al, (1986).



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

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 político<sup>9</sup> y económico<sup>10</sup>, 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-direccionándola 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 fundamentación en los cuales entró el discurso del diseño<sup>11</sup> como metodología proyectual que no hacía énfasis en contenidos sino en procesos de solución de problemas.

---

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

<sup>10</sup>. 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 “Wardenclyffe”, 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.

<sup>11</sup>. 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 implementara en las aulas como estrategia metodológica. Regresar a pag. 21





Posteriormente, entre 1992 y 1997, el Ministerio de Educación Nacional<sup>12</sup> 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 profesores<sup>13</sup> 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 Farrell<sup>14</sup>. 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 especializadas<sup>15</sup>, docentes con formación<sup>16</sup>, 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.

---

<sup>12</sup> 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>.

<sup>13</sup> Ellos fueron Germán Darío Rodríguez, Alvaro Leuro Ávila y Jaime Hernández que habían sido parte de la escuela de formación liderada por los profesores Urías 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

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

<sup>15</sup> 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.

<sup>16</sup> Muchos de ellos egresados de la UPN en diseño tecnológico

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).

## ● 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
- Formulaciónes particulares
- Fraccionamiento del problema
- Jerarquización de los problemas parciales
- Análisis de soluciones existentes
- Desarrollo de alternativas
- Elaboración de detalle

- 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, sistémica, 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 apropiarse las dinámicas de análisis.

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 ejemplificación 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.

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.

## ● 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 históricos<sup>17</sup>.

- 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

---

<sup>17</sup> 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 amenazas<sup>18</sup> 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.

---

<sup>18</sup> 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 Tner 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 descentra 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 interdisciplinarios, 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 tecnológica<sup>19</sup> pues es

---

<sup>19</sup> Recordemos que las etapas históricas del desarrollo del conocimiento tecnológico son para Gallego et. al. (1986): la empiria 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.

la que determina, a partir de los intereses de quienes ostenta el poder económico<sup>20</sup>, 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 guías, 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.

---

<sup>20</sup>. 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 redacción<sup>21</sup> 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

---

<sup>21</sup> Las ATE tienen como propósito servir de guía a estudiantes y docentes en los procesos 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 hijos.



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 extraescolar<sup>22</sup> 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 tareas<sup>23</sup> 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

---

<sup>22</sup> 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

<sup>23</sup> 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 actores<sup>24</sup>. 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.

---

<sup>24</sup> 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 autónoma, 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.

## Unidad 3:

### El diseño como dispositivo pedagógico

Nos adentraremos ahora en el estudio de las estrategias didácticas y en la ejemplificación de las ATE que dentro de ellas se pueden derivar.

En primer lugar asumiremos el estudio de la estrategia de diseño, desde sus potencialidades como dispositivo pedagógico.

#### 3.1. El diseño como dispositivo pedagógico

“El diseño antecede a lo fáctico propiamente dicho y surge de las hipótesis de construcción derivadas del modelo. En la óptica bacherlardiana un diseño es una región epistemológica en donde lo teórico se transforma en materialidad. El diseño hace las veces de un operador, en toda la profundidad de dicho concepto, que transmuta abstracción en concreción; como una estructura molecular en el papel, un foco de reflexiones, de pensamientos en donde el alma del tecnólogo adquiere cuerpo, se condensa en existencias observables sensorialmente”.

Rómulo Gallego et. al.

“El diseño antecede a lo fáctico propiamente dicho y surge de las hipótesis de construcción derivadas del modelo. En la óptica bacherlardiana un diseño es una región epistemológica en donde lo teórico se transforma en materialidad. El diseño hace las veces de un operador, en toda la profundidad de dicho concepto, que transmuta abstracción en concreción; como una estructura molecular en el papel, un foco de reflexiones, de pensamientos en donde el alma del tecnólogo adquiere cuerpo, se condensa en existencias observables sensorialmente”.

Rómulo Gallego et. al.

El reconocimiento del diseño como elemento dinamizador de la innovación en el campo tecnológico, lo ubica como un componente estructural del estudio de la tecnología y hace parte de lo que se consideraría como una propuesta de la [epistemología de la tecnología](#). El diseño





atiende a una doble dimensión, de un lado a la del estudio de las lógicas y procesos que hacen posibles los desarrollos tecnológicos y que corresponden a su dimensión cognitiva, de otra parte a las prácticas de solución de problemas que caracterizan los procesos de investigación y desarrollo y que tienen como resultado la innovación como dimensión pragmática. Por lo tanto la educación en tecnología debe permitir a los y a las estudiantes la vivencia de actividades relacionadas con el diseño de soluciones tecnológicas que propicien el reconocimiento del diseño como una actividad cognitiva, dentro del contexto de la solución de problemas significativos para alumnos y alumnas, la identificación, estudio y aprehensión de conceptos tecnológicos desde una dimensión práctica y de carácter interdisciplinar y también les debe permitir el desarrollo de habilidades de representación y previsión de ideas, de transformación de situaciones (manifiestas en sistemas, procesos o artefactos), de evaluación de soluciones y del análisis contextual y sistemático de las mismas.

Desde esta contextualización se hace evidente que el diseño tiene lugar central en la reflexión pedagógica que ahora desarrollaré en dirección a presentarlo como un fuerte dispositivo pedagógico.

Las reflexiones sobre la dimensión metodológica han puesto, en varios países tales como Inglaterra, España, Argentina, Israel, Chile, Francia y Colombia, al diseño como una actividad central y dinamizadora del estudio de las diversas dimensiones de la tecnología.

La metodología proyectual o método proyectual, que le es inherente al diseño en diversos campos, se ha planteado como un enlace pedagógico con el método de proyectos que tiene ya una tradición de varias décadas en el ámbito académico.

Pero, ¿por qué el diseño?: en lo fundamental porque tal como lo plantean Goel & Pirolli (1992), el diseño es una actividad esencialmente cognitiva, lo cual significa que es en esencia acción de conocer. Cuando se diseña lo que se realiza es construcción de nuevos estados de conocimiento respecto a una situación problemática y su solución. Por lo anterior el diseño si bien se desarrolla en el ámbito de lo cognitivo tiene expresión fáctica en la realidad que se transforma.

Se plantea entonces una dualidad que ha de considerarse al reflexionar sobre la acción de diseñar, se trata en primer lugar, desde el campo de investigación de la solución de problemas desarrollado en la ciencia cognitiva, del llamado ambiente de la tarea que equivale al conjunto de circunstancias que configuran el entorno del problema, para el caso del diseño tiene que ver con la formulación del problema o situación inicial y las distintas restricciones y exigencias para su modificación que van mutando durante el proceso de concepción y construcción de la solución; en segundo lugar se

ubica el denominado espacio del problema<sup>25</sup> que corresponde al espacio cognitivo<sup>26</sup> en el cual se representan los componentes del problema y los estados de la solución que se pueden distinguir en inicial, intermedio y final, por supuesto no se trata de estados totales ni unidireccionales, por el contrario, los sucesos cognitivos son de carácter heurístico<sup>27</sup>, esto es, van de un lugar a otro explorando posibilidades, tiene regresiones y suelen presentar en distintos momentos alternativas que deben ser rastreadas y enlazadas a la estructura de solución que se está construyendo validando su pertinencia y relevancia y por supuesto eligiendo los caminos a seguir. La estructura del espacio del problema orienta la conducta del solucionador o para nuestro caso el diseñador que interactúa a partir de su base de conocimiento y su sistema de información con el ambiente de la tarea, por su puesto su base de conocimiento cambia en la medida que progresa el desarrollo de la solución que puede tener distintas formas. Esto es, en el proceso de diseño no se sabe con antelación cuál es el recorrido que se hará para construir una solución,

no se sabe con exactitud cuáles procesos serán los pertinentes y las soluciones que se construyen pueden ser variadas y diversas en más de un solucionador o grupo de diseñadores.

El diseño visto desde esta perspectiva se convierte en configurador del saber de quién diseña, pone en juego sus conocimientos y experiencias previas, activa estrategias cognitivas en la labor de configuración del espacio del problema, pone en funcionamiento procesos de pensamiento y dispone al diseñador en una cierta actitud de alerta permanente, de búsqueda constante, de identificación de anomalías o inconsistencias, de planteamiento y replanteamiento de objetivos por metas y sub-metas, de revaluación de lo construido a modo de edición de un texto que se corrige en sus partes y su estructura, en los detalles y en la totalidad.

---

<sup>25</sup> Estas categorías fueron propuestas por Newell y Simon (1972) en el desarrollo de su proyecto denominado Solucionador General de Problemas (SGP). Newell y Simon elaboraron, a partir de este proyecto, un acercamiento teórico para comprender y explicar cómo se produce la solución de problemas en el cerebro humano.

<sup>26</sup> Nos referimos a todas aquellas acciones de orden mental en relación con la solución del problema. Tales acciones tienen que ver con las bases de conocimientos o saberes que se tienen o que se construyen durante la elaboración de las soluciones, con las estrategias cognitivas que emplea el cerebro de los solucionadores durante el proceso –estrategias tales como búsquedas de información, planteamiento de metas u objetivos, elaboración de análisis y síntesis de información relevante, planteamiento de hipótesis de solución, desagregación del problema en sub-problemas, construcción de soluciones parciales y verificación a partir de distinta formas de representación de los problemas (escritos, dibujos, maquetas, simulaciones) y las soluciones y de pruebas empíricas-, y con los procesos de pensamiento que se suscitan durante los actos de diseñar, analizar, proyectar, sintetizar, ejemplificar, etc.

<sup>27</sup> Se distinguen de los procesos algorítmicos en los cuales se da una sucesión de momentos o pasos de los cuales se deriva la solución. Estos procesos algorítmicos son propios de los problemas de no diseño tales como los problemas escolares de las matemáticas en los cuales la situación inicial es bien definida, los operadores de transformación o algoritmos también se conocen y en la mayoría de los casos la solución también es conocida y es una sola



En suma el diseño es un poderoso aliado natural del conocimiento, “el Diseño es tan antiguo como el hombre, como una capacidad esencialmente humana que explica en buena parte el desarrollo de la especie y la transformación del entorno ligada a este proceso” (Polo, 1996, p. 22).

En este contexto Perkins<sup>28</sup> (1989) hace una interesante propuesta:

“Si tanto el conocimiento como el diseño son tan esenciales a la condición humana, se insinúa una especulación tentadora. Los dos temas pueden difundirse, considerando el conocimiento mismo como diseño.

Por ejemplo, se puede pensar en la teoría de la relatividad como una clase de destornillador. Ambos son invenciones humanas. Las dos se inventaron para servir propósitos –destornillador físicamente desarma y junta ciertas clases de objetos, la teoría de la relatividad conceptualmente separa y junta ciertas clases de diseño fenómenos.

Esto parece prometedor: al menos, “conocimiento como diseño” constituye una metáfora provocativa. De hecho, quizás el conocimiento no sólo es como el diseño sino es diseño en un sentido bastante directo y práctico” (p. 20).

Esta apuesta revela una relación tan íntima entre diseño y conocimiento que para Perkins es posible comprender al conocimiento como diseño. Parte de considerar al diseño como “una estructura adaptada a un fin” (ibid, 20) y el conocimiento cumple con esta condición en tanto corresponde a un invento del ser humano que responde a un propósito particular y esto le otorga sentido. La perspectiva del conocimiento como diseño se contrapone al conocimiento como información poniendo el acento en que el conocimiento como diseño implementa la acción versus la pasividad de la información almacenada. He aquí otra interesante postura para la acción de formación del pensamiento productivo<sup>29</sup> versus el pensamiento reproductivo.

---

<sup>28</sup> David Perkins es codirector desde 1972, junto con Howard Gardner, del proyecto Zero del centro de investigación para el desarrollo cognitivo de la Universidad de Harvard. Este proyecto centra su interés en la investigación sobre los procesos de aprendizaje en niños y adultos.

<sup>29</sup> La formación del pensamiento productivo no es necesariamente la condición que prevalece en los sistemas educativos que en su mayoría entrena a los estudiantes en el pensamiento reproductivo que hace énfasis en aplicar conocimientos o habilidades adquiridos previamente frente a situaciones nuevas que suelen llamarse problemas escolares. En contraposición el pensamiento productivo es aquel que conlleva el descubrimiento de una reorganización perceptiva o conceptual respecto a un problema y en esta medida permite una comprensión auténtica del mismo.

Para afianzar la relación entre conocimiento y diseño y la explicación de este último como un diseño, Perkins plantea cuatro preguntas a partir de las cuales es posible comprender la naturaleza de cualquier diseño:

- ¿Cuál es un propósito (o sus propósitos)?
- ¿Cuál es su estructura?
- ¿Cuáles son casos modelo del diseño en cuestión?
- ¿Qué argumento lo explican y lo evalúan?

Y estas preguntas permiten a su vez hacer un análisis de distintos cuerpos de conocimiento desde los más abstractos a los más concretos, Perkins somete a prueba su planteamiento tomando como ejemplos conocimientos en relación con las leyes de Newton y lo que significa el conocimiento de un semáforo, mostrando que el uno y el otro pueden ser explicados desde estas cuatro preguntas al igual que sirven para explicar el diseño de un destornillador. Para la comprensión de un diseño o un conocimiento es necesario responder las cuatro preguntas pues la ausencia de una de ellas impediría una comprensión total.

“Claro está que nuestra comprensión de un hecho es a menudo precaria en uno o más de estos aspectos. Pero esto solamente quiere decir que gran parte del tiempo no las arreglamos con una comprensión parcial.

El objeto de las cuatro preguntas de diseño es guiar la comprensión proporcionando cuatro sub-categorías de comprensión que aclaran lo que significa entender un diseño completamente” (Ibid: 26), en su complejidad estructural.

Tal como lo propone Wertheimer (1991) lo fundamental para obtener una solución productiva a un problema y comprenderlo realmente es captar los rasgos estructurales de la situación más allá de los elementos que la componen.

Es por este valor, desde la dimensión cognitiva, en la que se destacan los procesos de pensamiento y las estrategias cognitivas que se ponen en juego al momento de “diseñar” en tanto se resuelven problemas tecnológicos, que el diseño se descentra de los límites procedimentales o metodológicos, es decir que si bien podemos hablar del diseño desde una dimensión metodológica esta es una perspectiva parcial de la comprensión de su potencial pedagógico.

Analicemos ahora esta otra perspectiva, en la que el diseño es el campo de acción de las transformaciones tecnológicas que en términos de Kuhn (1971) correspondería a lo que



denominaríamos el paradigma de la tecnología en cuanto método o patrón de acción sobre los problemas. Este patrón cuenta con la metodología proyectual como caracterizadora y organizadora de los momentos y dinámicas de solución de problemas. La metodología proyectual se origina en el diseño por la necesidad de dar el estatus de disciplina a una práctica que si bien se ocupaba de solucionar problemas y proveer soluciones en forma de nuevos procesos o artefactos, no tenía propiamente una forma de racionalidad explícita en sus modos de proceder y por tanto su acción empírica presentaba dificultades para la comprensión de los sucesos cognitivos y de procedimientos que le son propios. Si bien la metodología proyectual permite identificar y caracterizar algunos de los momentos propios de la acción de diseñar, esta no se convierte en una formulación de los modos o pasos de operar para construir soluciones infalibles.

La metodología proyectual actúa más bien como una guía de acciones propias del diseño y que le hacen tomar distancia de la investigación como forma de construir conocimiento, y que es propio de la ciencia, por una forma centrada en la generación, contrastación y verificación de ideas en relación con un cierto problema o situación que se desea transformar. Por supuesto en este camino de construcción y verificación de soluciones lo que en realidad se está construyendo son nuevos conocimientos o estados de conocimiento en relación con el conjunto de variables que componen una solución determinada. Así los modelos teóricos de una solución han pasado del mundo de las ideas y la abstracción al mundo de la verificación empírica de modelos, maquetas, simulaciones o prototipos que hacen parte de un proceso incremental de construcción de soluciones al interior de un cierto proyecto de innovación y desarrollo.

Ahora bien este proceso proyectual tiene, por obvias razones, congruencias con el trabajo por proyectos dentro de la escuela<sup>30</sup> que ciertamente tiene tradición sobre todo en las propuestas de trabajo escolar que quieren descentrar su acción de los contenidos y hacer énfasis en los procesos y capacidades comprensivas de los estudiantes cuando desarrollan trabajos en los que se integran saberes de diversas disciplinas, se trabaja desde intereses de los estudiantes, se actúa sobre elementos o procesos significativos o que tienen sentido para los estudiantes, que corresponden a sus contextos y que les permiten tener verificación empírica a través de sus acciones y elaboraciones.

El trabajo por proyectos, hace parte de una manera de asumir el trabajo académico, donde la exploración cognitiva de parte de los estudiantes, al momento de asumir la resolución de un problema encaja con sus potencialidades y “dominios previos” correspondiendo con los dos presupuestos básicos de la corriente constructivista que aboga por un descentramiento de la enseñanza hacia el aprendizaje. El trabajo por proyectos implica:

---

<sup>30</sup>. Para su revisión puede verse en Comas (1949) un análisis propositivo del método de proyectos que muestra una consolidación de esta propuesta pedagógica iniciada en los albores del siglo pasado



- Establecer las pretensiones del proyecto antes que como finalidad propia del proyecto como mediador para el desarrollo de aprendizajes.
- Identificar intereses, saberes previos de los estudiantes y motivaciones que favorezcan el desarrollo de los proyectos.
- Abrir espacios de participación para los estudiantes que permitan configurar los proyectos teniendo en cuenta la opinión de los alumnos, dando lugar a compromisos planteados por ellos mismos.
- Realizar la planificación para el desarrollo del proyecto contemplando momentos, recursos, tiempos, necesidades, insumos y todos aquellos aspectos necesarios para el desarrollo del proyecto.
- Desarrollar el proyecto según el plan previsto y realizando evaluación permanente a las sub-metas.
- Evaluar conjuntamente con los estudiantes los logros, dificultades, debilidades y potencialidades del proyecto para versiones futuras.

Desde la perspectiva del diseño se ubica la metodología proyectual de la cual un buen número de autores han planteado sus componentes básicos a la vez que advierten sobre el riesgo de la metodolatría y la provisionalidad de tales componentes y sus relaciones en tanto se trata, como lo hemos planteado previamente, de un proceso heurístico. Se destacan como momentos reiterativos de la metodología proyectual: la formulación del problema, las formulaciones particulares, el fraccionamiento del problema, la jerarquización de los problemas parciales, el análisis de soluciones existentes, el desarrollo de alternativas y producción de los prototipos, la elaboración de detalles, la prueba del prototipo, la modificación y ajustes del prototipo (Bonsiepe, 1978).

El encuentro del método de proyectos y la metodología proyectual se ha explorado como vía para la didactización de la actividad de diseño. En este contexto didactizar significa mediar o mediatizar, esto es, el diseño no como fin sino como medio para el logro de pretensiones de formación bien de dominios o habilidades particulares de la tecnología o bien de lo que ha dado en llamarse el pensamiento tecnológico caracterizado, entre otros aspectos, por la el desarrollo de estrategias cognitivas, procesos de pensamiento e incluso actitudes que son favorecidos o propiciados por las actividades de diseño, razón por la cual esta mediación actúa como dispositivo.

Veamos ahora un análisis de lo que son los dispositivos pedagógicos dentro de los cuales se inscribe al diseño como una de las estrategias que permite, a su vez, diseñar Actividades Tecnológicas Escolares.





### 3.2. Dispositivos pedagógicos

"He dicho que el dispositivo era de naturaleza esencialmente estratégica, lo que supone que se trata de cierta manipulación de relaciones de fuerza, bien para desarrollarlas en una dirección concreta, bien para bloquearlas, o para estabilizarlas, utilizarlas, etc..."

Michel Foucault.

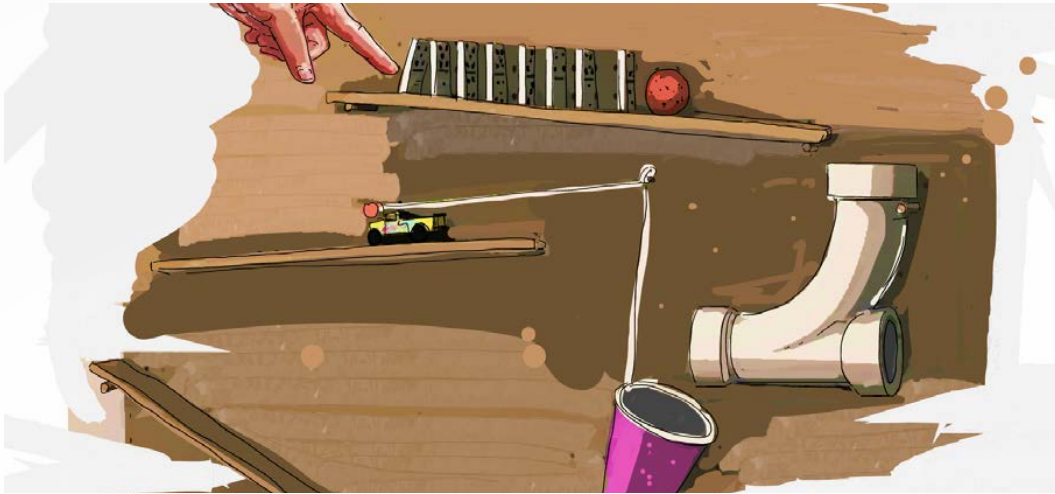
"En primer lugar, es una especie de ovillo o madeja, un conjunto multilineal. Está compuesto de líneas de diferente naturaleza y esas líneas del dispositivo no abarcan ni rodean sistemas cada uno de los cuales sería homogéneo por su cuenta (el objeto, el sujeto, el lenguaje), sino que siguen direcciones diferentes, forman procesos siempre en desequilibrio y esas líneas tanto se acercan unas a otras como se alejan unas de otras. Cada línea está quebrada y sometida a variaciones de dirección (bifurcada, ahorquillada), sometida a derivaciones. Los objetos visibles, las enunciaciones formulables, las fuerzas en ejercicio, los sujetos en posición son como vectores o tensores."

Gilles Deleuze.

"...llamaré literalmente dispositivo a cualquier cosa que tenga de algún modo la capacidad de capturar, orientar, determinar, interceptar, modelar, controlar y asegurar los gestos, las conductas, las opiniones y los discursos de los seres vivientes. No solamente, por lo tanto, las prisiones, los manicomios, el panóptico, las escuelas, la confesión, las fábricas, las disciplinas, las medidas jurídicas, etc. Cuya conexión con el poder es en cierto sentido evidente, sino también la lapicera, la escritura, la literatura, la filosofía, la agricultura, el cigarrillo, la navegación, las computadoras los celulares y – por qué no – el lenguaje mismo, que es quizás el más antiguo de los dispositivos, en el que millares y millares de años un primate – probablemente sin darse cuenta de las consecuencias que se seguirían – tuvo la inconciencia de dejarse capturar".

Giorgio Agamben.

Antes de abordar el tema de los dispositivos pedagógicos debo decir que este es un concepto originado precisamente en el campo de la tecnología, en particular la mecánica, pero que tal como muestran las anteriores referencias ha sido objeto de reflexión también desde la comunicación y la filosofía desde la cual Foucault lo utiliza para analizar los lenguajes del poder que se constituyen en prescripciones ya que definen y disponen con la capacidad de determinar la inclusión exclusión de los individuos de la sociedad y determinar las condiciones de su participación en ella. La biopolítica, como expresión del poder en la vida humana, hace uso de poderosos dispositivos sociales que disciplinan y controlan la acción y participación de los individuos en la sociedad.



En el diccionario de la real academia el disponer da cuenta de una cierta forma particular de “poner algo en orden y situación conveniente”, esta forma particular se hace en virtud a propósitos preconcebidos que se lograrán dada que esta situación particular favorece o provoca la obtención del propósito.

Esta perspectiva del dispositivo con carácter “estratégico” reviste al concepto de su condición de ser “diseñado”, pensado y dispuesto de tal manera que las relaciones de fuerza y reacción dependen de dicha disposición.

Para Deleuze (1999) no se trata de algo sencillo, por el contrario un dispositivo se caracteriza por su complejidad constituida por múltiples vectores dentro de los cuales los sujetos, junto con las relaciones de poder, el lenguaje y los objetos, entre otros, forman entramados siempre móviles, dinámicos.

Agamben, alumno destacado de Heidegger, va más allá y su propuesta hace extensivo el manto de este concepto sobre el mundo artefactual, la literatura, el lenguaje y las diversas expresiones del saber humano, llama la atención a la reflexión sobre el poder de actuar sobre los gestos, las conductas, las opiniones y los discursos de los sujetos. En este contexto los medios masivos de comunicación y el poder de omnipresencia de los nuevos medios<sup>31</sup> toman relevancia particular en tanto hacen parte de poderosos sistemas de interacción humana. El mundo interconectado de nuestros días

---

<sup>31</sup> Los nuevos medios son todos aquellos que han emergido para las interacciones informacionales y comunicativas en el entorno digital, en la red, en el ciberespacio. Estos nuevos medios tienen características particulares y diferentes a los ya tradicionales medios masivos de comunicación. Una de las características es precisamente que la masividad no es necesariamente una de sus particularidades, las formas de direccionamiento, distribución, accesos y participación ya no es la unidireccional sino que corresponde más a una reticularidad horizontal de los mensajes, las participaciones y las interacciones. Para una ampliación de este tema puede consultarse en Igarza (2008).



nos expone a fenómenos de la hipergeneración de datos o el big data, que nos integra a enormes cuerpos de información que son utilizados por las transnacionales para asignarnos lugares, roles y desempeños en los entramados del consumo que se prefiguran a partir de los análisis de estos ingentes volúmenes de información que a diario alimentamos sin apenas percatarnos por vía de los instrumentos tecnológicos que reportan nuestros movimientos, intereses, gustos, relaciones y acciones cotidianas.

### 3.3. Dispositivo tecnológico

Para la real academia un dispositivo es definido en términos de “mecanismo o artificio dispuesto para producir una acción prevista”. Es clara la alusión a la idea de mecanismo como un conjunto de elementos interactuantes que provocan o desencadenan acciones o resultados predefinidos. La dualidad acción reacción es parte fundamental de los dispositivos.

Por lo anterior este concepto da cuenta de una cierta disposición de artefactos, sistemas o procesos cuya “activación” implica el desencadenamiento, en términos de respuesta a su activación, de acciones o consecuencias previamente determinadas, previstas o deseadas por quien diseña tales “artilugios”. En este sentido el dispositivo tiene un nivel de acción o respuesta, como consecuencia de su activación que está más allá de un operador, no dependen de él, pero si están íntimamente relacionados con los propósitos de quien(es) lo han concebido, valga decir diseñado.

La complejidad de los dispositivos es variable, desde una simple con-secuencia en cadena, por ejemplo el llamado efecto dominó, hasta complejas reacciones que activan sucesivamente diversos dispositivos que a su vez se resuelven con acciones o efectos concretos y preestablecidos. Los dispositivos están generalmente ocultos a la vista en un sin número de artefactos, los dispositivos están allí operando en respuesta a acciones que para nosotros se reducen a pulsar un botón, o menos evidentes al accionar la salida de agua en un grifo con una foto celda.

En suma los dispositivos configuran sistemas en los cuales la interacción entre los componentes del sistema, el ser humano entre ellos, es el insumo para la generación de acciones que han sido objeto de diseño, es decir, los dispositivos han sido concebidos con finalidades muy bien definidas que equivalen al fin último de tales dispositivos, es decir, son su razón de ser. A manera de ejemplo, la finalidad del dispositivo “alarma” es accionar una alerta o llamado frente a una acción o condición claramente definida; la razón de ser de la alarma es justamente esa alertar y como consecuencia de esta respuesta, quizá, inhibir otras posibles acciones como el robo o la invasión de un espacio o inducir un estado en las personas tales como la vigilia, la prevención o el miedo.

## 3.4. Los dispositivos pedagógicos

Tal como los dispositivos tecnológicos, los dispositivos que denominamos pedagógicos corresponden a diseños de acciones o circunstancias que permiten desencadenar acciones o sucesos que se consideran deseables en el contexto educativo en relación con los sujetos, sus acciones e interacciones.



Los elementos del ambiente como dispositivos.

Visto así, el dispositivo pedagógico tiene como condición fundamental al diseño, lo cual significa que los dispositivos pedagógicos han de corresponder a propósitos claramente definidos y para los cuales se disponen de manera consciente y organizada acciones o situaciones de las cuales se espera consecuencias en determinada dirección. Es decir, los dispositivos corresponden a cierta disposición de acciones, relaciones o circunstancias deliberadas que persiguen fines o consecuencias preestablecidas y que a juicio del docente resultan

deseables para lograr aprendizajes. En este contexto el docente antes que enseñante desplaza su quehacer al de diseñador de tales dispositivos o su configuración de manera tal que reviertan en consecuencias previsibles y deseables para los aprendizajes de los estudiantes.

En la tradición escolar se pueden reconocer distintos y diversos de estos dispositivos que están allí actuando, en muchas ocasiones sin la plena conciencia de parte de los docentes sobre su “poder” de accionamiento y de impacto en los estudiantes y en sus procesos de aprendizaje. Para ejemplificar podemos decir que las notas, las tareas, los proyectos de aula, los ejercicios, entre otros, hacen parte del repertorio de los dispositivos más evidentes y tradicionales del espacio escolar; los rituales, los comportamientos y las actitudes de cada docente, las prácticas propias de cada espacio de formación, las circunstancias institucionales corresponden a dispositivos menos evidentes y quizá menos conscientes, pero no por ello menos poderosos que los anteriores.

Un dispositivo lo es en tanto al disponerse en el ambiente de aprendizaje genera una serie de circunstancias, condiciones, hechos, relaciones entre las personas y de estas con los objetos de





conocimiento que han sido previstas, esto es, diseñadas, y que favorecen aprendizajes bien sea actitudinales, procedimentales o cognitivos. En la imagen a continuación, por ejemplo, el ambiente está caracterizado, entre otros aspectos, por la configuración, distribución y ubicación espacial, de estudiantes, docente y de los demás recursos, que altera el orden regular y las situaciones propias de la relación frontal de las aulas “tradicionales”. Estas “alteraciones” se acentúan por la puesta en este escenario del uso de recursos tecnológicos como las tabletas digitales y el televisor touch screen, que funciona como una “tablet gigante” y con la cual no solo se comparten imágenes y audio sino con la que en distintos momentos se interactúa; este conjunto de disposiciones dentro del espacio de aula hace que las situaciones que allí se desencadenan son distintas a aquellas de los espacios más tradicionales de aula de clase. Por supuesto otros elementos, menos evidentes, tienen que ver con el conjunto de actividades que se proponen y que configuran los dispositivos pedagógicos.

El diseño de los ambientes de aprendizaje tiene en los dispositivos pedagógicos la vía de concreción de los supuestos teóricos en relación con los aprendizajes y es por esto que un dispositivo pedagógico ha de corresponder a un planteamiento teórico que le permita operar en un marco que a su vez permite definir tanto su diseño como su puesta en escena.

En particular en la educación en tecnología podemos afirmar que los dispositivos pedagógicos están en proceso de concepción y desarrollo en tanto corresponden a ambientes de aprendizaje que en el mejor de los casos apenas se han iniciado a pensar y en algunos casos a experimentar; sin embargo ya existen elementos, desde la discusión teórica y de la experiencia docente en el área, que nos permiten plantear algunos de los dispositivos por desarrollar, evaluar y afinar.

Algunos de estos dispositivos corresponden a los proyectos de aula en tecnología, las unidades didácticas y las actividades tecnológicas escolares. Estos dispositivos pueden integrarse, en razón a sus particularidades, a las estrategias didácticas tales como el análisis de artefactos, actividades de diseño, actividades de construcción o ensamble de aparatos o sistemas, debates sobre situaciones de desarrollo o uso tecnológico que permiten posturas diversas, entre otros.

Por lo anterior, el diseño, visto como alternativa de solución de problemas tecnológicos en la escuela, se perfila como excelente alternativa pedagógica para hacer realidad los planteamientos del aprendizaje por exploración y el aprendizaje significativo.

El carácter creativo y de producción de conocimiento del diseño establece un poderoso lazo con las pretensiones de una educación que propende por la cualificación de la formación de ciudadanos enfrentados a la necesidad de generar valor agregado a sus producciones y esto a su vez como condición de la época que ha puesto a la generación de saber como elemento determinante del bienestar de las comunidades. Por lo anterior se considera que las actividades de

diseño, íntimamente ligadas al desarrollo de la capacidad creadora, se convierten en prometedoras herramientas para la formación de los estudiantes.

En respuesta a los anteriores planteamientos surge la necesidad de generar experiencias que, desde la práctica pedagógica con horizonte en el diseño y dentro de una estructura curricular coherente y flexible, permitan revisar críticamente lineamientos, metodologías, temáticas y estrategias de evaluación.

También emergen preguntas cuando de diseño se habla:

- ¿Se trata de formar diseñadores desde edad temprana?
- ¿Cómo se caracterizan los problemas tecnológicos que se abordan como objeto de solución?
- ¿Es equivalente el proceso de los diseñadores profesionales al de los diseñadores novatos?

Algunos estudios sobre la actividad de diseño y la reflexión sobre la experiencia docente al incorporar el diseño como dinámica escolar nos permiten hoy tener acercamientos a las respuestas sobre estos cuestionamientos.

En primer lugar, si bien el diseño se asume como estrategia de trabajo escolar la intención no corresponde a la de formar en la disciplina del diseño, se trata, por vía de su potencialidad cognitiva, de su mediación, de generar actitudes, de posibilitar apropiación y desarrollo conceptual e incluso de desarrollar habilidades y destrezas propias de quienes solucionan problemas de tipo tecnológico.

Respecto a la pregunta por los problemas tecnológicos se puede afirmar que aunque pueden, en ciertos momentos o circunstancias particulares, corresponder con problemas que la comunidad científico- tecnológica o de diseñadores e ingenieros, han asumido como tarea de solución, los problemas de los que aquí se trata corresponden a una dimensión didáctica que le permita al docente diseñar, en términos de previsión, las situaciones circunstancias o dispositivos pedagógicos, al interior de los ambientes de aprendizaje, que hagan posible lograr objetivos claramente identificados en la formación de los niños en los diversos niveles de escolaridad.

Las soluciones a los problemas no pueden ser el objetivo o finalidad, la riqueza está en el proceso que permite la construcción de tales soluciones en tanto, tal como lo expresa Gagné (1979) la solución no consiste únicamente en aplicar reglas conocidas para hallar respuestas, es en lo fundamental un proceso que aporta un aprendizaje nuevo. Los sujetos que se encuentran ante una situación problema, para encontrar la “solución” deben recordar, acomodar, correlacionar y poner en juego lo que ya han aprendido. En la realización de ese proceso ideador ensayan varias hipótesis y verifican su aplicabilidad. Cuando descubren una combinación que se ajusta a la situación, no sólo han “resuelto el problema”, sino que han aprendido algo nuevo.





Ahora bien, en términos del Goel & Pirolli (1992) no todos los problemas son susceptibles de ser abordados desde el diseño, para estos investigadores existen problemas de diseño y problemas de no diseño.

Los problemas de diseño tienen como una de sus características que corresponden a los que Bonsiepe (1978) denomina problemas débilmente estructurados. ¿Y esto qué significa?, En primer lugar que habría una taxonomía o clasificación de los problemas en relación con su nivel de estructuración, esto es de los fuertemente estructurados a los débilmente estructurados.

¿Y cuáles corresponden a los unos y cuáles a los otros?, pues para responder esta pregunta se parte de la consideración que el problema puede segmentarse, en palabras del mismo Bonsiepe, en tres componentes, una situación inicial que corresponde a la definición del problema mismo y que en ingeniería y diseño equivale

a la determinación de las restricciones, límites o condiciones del problema, unos operadores o procesos de transformación que son aquellos recursos, condiciones y características que permiten ir de la situación inicial a la situación final, en este aspecto es importante destacar que los problemas



fuertemente estructurados operan con procesos de transformación algorítmicos mientras los débilmente estructurados, a los cuales corresponde los de diseño, implican procesos heurísticos de construcción del camino que llevará de la situación inicial a la situación final, la situación final es la solución elaborada o prototipo, que deberá responder a las restricciones o condiciones planteadas con precisión sobre su comportamiento en circunstancias y bajo variables y condiciones previstas y que sirven como referentes para la evaluación de las soluciones obtenidas, que a diferencia de los problemas fuertemente estructurados no son únicas, ni exactas, pueden ser diversas y más o menos óptimas.

Los componentes expuestos aunque tienen expresión y evidencias en lo concreto son el producto de elaboraciones en los niveles de abstracción y corresponden al conocimiento e información que se tiene de cada uno de los momentos y que configuran el que denominamos previamente como el espacio del problema.

Hechas estas precisiones se puede plantear que los problemas débilmente estructurados son aquellos de los cuales se posee poca información y se ha elaborado poco conocimiento en cada uno de sus tres componentes, mientras los problemas fuertemente estructurados son aquellos de los cuales se posee información y se ha elaborado conocimiento suficiente que permite elaborar la solución que suele ser única.

Una forma de ejemplificar los problemas de no diseño corresponde a los problemas escolares típicos de áreas como las matemáticas o la física en los cuales la situación inicial está completamente definida en cuanto a su descripción y condiciones de solución, los operadores corresponden a algoritmos que deben ser seleccionados y aplicados siguiendo procedimientos que han sido objeto de estudio previo y la situación final corresponde a respuestas únicas e invariantes. Tal como se planteó previamente esta es una dinámica característica de la formación del pensamiento más reproductivo que productivo.

En contraposición a este tipo de problemas, en los problemas de diseño las definiciones de estos tres componentes del problema carecen de precisión y los procesos de solución implican elaboraciones que siguen rutas que van y vienen en acciones exploratorias y de construcción incremental; finalmente, las soluciones o situación final son tan diversas como participantes halla en la búsqueda de tales soluciones.

Ahora bien, ¿al hablar de diseño como dispositivo pedagógico estamos hablando de éste tipo de problemas, es decir de aquellos débilmente estructurados?

Las experiencias de aula en las cuales se trabajaba con problemas típicos de diseño, es decir,



débilmente estructurados, en los cuales se desconocen variables tales como la definición del problema, lo que se debe hacer para obtener la solución u operadores de transformación y las características o definición de la solución mostraron situaciones no deseables tales como:

- La proliferación desbordada de problemas para los cuales los docentes quedaban cortos frente a los requerimientos de asesoría y orientación de sus alumnos.
- El asumir retos y problemas que superaban las posibilidades de solución de docentes y estudiantes, generaban desmotivación y rechazo por parte de los alumnos.
- La consideración errónea que la metodología proyectual era la vía de solución tanto pedagógica como procedimental al resolver los problemas de diseño hizo que se viera al diseño más como un obstáculo que como una posibilidad.
- Las dificultades en la determinación de procesos de transformación de materiales accesibles a los niveles de conocimiento y desempeño de los estudiantes y de la disponibilidad misma de recursos institucionales, lleva a la improvisación.
- El incurrir en gastos económicos para la adquisición de materiales, elementos e incluso herramientas, muchas veces fuera del alcance de los padres de familia con un mínimo de logros, hizo que se viera el trabajo en el área como un generador de inconformidad en padres y estudiantes.

Estas situaciones plantean la necesidad de reflexionar sobre el papel del diseño y las condiciones de trabajo del mismo como dispositivo pedagógico. Una de las vías de reflexión ha sido la de establecer niveles de estructuración en los problemas que se abordan. Es decir no se trata de resolver los problemas típicos de diseño en las condiciones en las que los diseñadores hacen su trabajo, en tanto, para el caso de la educación en tecnología, el propósito no es formar diseñadores.

En términos generales se propone ir de problemas estructurados o fuertemente estructurados hacia los del tipo no estructurado o 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 una a otra.

La siguiente pregunta que surge es ¿qué significa la estructuración de los problemas en términos pedagógicos?

Una aproximación a la respuesta tiene que ver con la concepción y puesta en práctica de procesos pedagógicos que permitan la generación de condiciones, la elaboración conceptual, el manejo de información y el desarrollo de habilidades de construcción de soluciones que permitan a los alumnos apropiarse una cierta experiencia y una base de conocimiento como elementos que los lleven a estructurar problemas que incrementalmente pasan de lo fuerte a lo débilmente estructurado.

Por las razones expuestas, el asumir al diseño como dispositivo pedagógico, esto es como estrategia de trabajo, en la perspectiva de Foucault, tiene a la base potenciales fortalezas de orden pedagógico tales como el desarrollo de capacidades de pensamiento en la solución de problemas, la integración de saberes de diversas disciplinas, la significatividad de los aprendizajes, la interacción de diversos tipos de representación en función de la construcción de soluciones, el trabajo en equipo y por tanto el aprendizaje colaborativo entre pares, entre otras. Implica además el comprender que se trata de un dispositivo potencialmente poderoso que ha de articularse a las demás circunstancias propias de los ambientes de aprendizaje, los saberes, los actores docentes, estudiantes, sus interrelaciones y los procesos que se desencadenan.

A partir de las consideraciones anteriores a continuación se hace necesario ver de qué manera se conciben y diseñan ATE dentro de la estrategia de diseño para lo cual hemos preparado una guía que recoge elementos de la metodología proyectual y de los planteamientos de James Garrat (1993) que nos permiten “orientar el diseño de este tipo de actividades... de diseño”.

Tal como cualquier otra guía esta no pretende ser patrón de seguimiento riguroso, más bien se trata de una ayuda para pensar el diseño de nuestras nuevas ATE. Dentro del contexto descrito previamente nuestros diseños siguen los mismos momentos de cualquier otro diseño y los prototipos que se generan de este proceso son ATE que deben ser sometidos a pruebas para verificar que cumplen con los requerimientos para los cuales se han diseñado y realizar los ajustes que se consideren necesarios y pertinentes. Al hablar de diseño necesariamente debemos ver el planteamiento de problemas y ello no suele ser muy sencillo para la mayoría de nosotros.

Una ayuda interesante puede ser el libro Tecnología Creativa de Aitken y Mills (1997), en este libro se presentan cien problemas que pueden ser objeto de “adecuaciones” o mejor sería decir rediseños, para el trabajo desde el diseño, según los intereses de los docentes y las necesidades de formación de los estudiantes, sus intereses y capacidades.



## Unidad 4:

### El análisis... Otra estrategia por explorar

Tanto el análisis como la construcción de artefactos, sistemas o procesos han sido otras de las estrategias propuestas para el trabajo en el aula.

El uso de la estrategia de análisis radica en dos potencialidades: En primer lugar la posibilidad de comprender la tecnología a través del estudio de sus manifestaciones en las expresiones tecnológicas; esta dinámica permite indagar sobre las diversas dimensiones del saber tecnológico que permitieron la “creación” de determinado instrumento tecnológico.

Al referirnos a las dimensiones del saber tecnológico hablamos, entre otros aspectos, al conocimiento de técnicas en cierto momento histórico, la comprensión de las condiciones sociales, culturales, económicas, políticas y el saber científico de apoyo, que han sido necesarios para el desarrollo de tal o cual solución tecnológica.

En segundo lugar, tal como lo planteara Guilford (1967) y otros estudiosos del desarrollo de la capacidad creativa, ésta es el resultado de la actividad constante e incisiva en la solución de problemas y tiene diferentes e incrementados niveles de logro siendo uno de los primeros de tales niveles la reproducción o copia con conocimiento de causa y el nivel más alto el de la creación. No se puede esperar que los individuos sean creativos sino han experimentado la solución de problemas.

Lo anterior significa que un primer nivel de creatividad es la posibilidad de reproducir soluciones a partir del conocimiento exhaustivo de las mismas. Las modificaciones a tal solución y soluciones completamente novedosas corresponden a niveles aún mayores de expresión de la capacidad creativa. Lo dicho permite aseverar que el conocimiento de los instrumentos tecnológicos, a través de actividades de análisis, es un paso ineludible hacia la construcción de nuevas soluciones. En otras palabras, lograr nuevos estados de conocimiento implica puntos de partida que den cuenta de los estados de conocimiento actual. El diseño no es posible sin el análisis que permita identificar oportunidades y nuevos horizontes de solución.

Para el caso de la actividad pedagógica en tecnología el análisis de artefactos se erige como mediador para que el alumno se apropie de herramientas conceptuales, de estrategias cognitivas y de habilidades necesarias para abordar la solución de problemas a través del diseño.

Ahora bien surge la pregunta ¿cómo se hace el análisis, por ejemplo de los artefactos?; una respuesta directa tiene que ver con una estrategia de planteamiento y resolución de preguntas



que den cuenta de las diversas dimensiones que han hecho posible la concepción, desarrollo y uso de tales artefactos. En este sentido se puede optar por la selección de ciertos objetos que por sus características impliquen y consideren tanto los intereses de los estudiantes como los propósitos de formación que el docente haya planteado. El docente indaga de diversas formas sobre los “polos” de atracción que los objetos o los principios de funcionamiento que estos tienen para su grupo de alumnos.

A partir de esta consideración se procede a plantear preguntas relacionadas con las distintas dimensiones del saber implicado en la concepción, evolución, uso, impacto, principios de funcionamiento, etc, de los artefactos en cuestión y de la misma manera se procederá a plantear modos o vías de solución de las preguntas y su socialización.

Las ATE de análisis pueden concentrarse en una o más dimensiones de la tecnología y las preguntas y procesos propuestos se han de ajustar a tales dimensiones e intereses.

Las preguntas que orientan el análisis se pueden resumir en las siguientes, lo anterior no implica que haya otras preguntas o precisiones de las que a continuación se plantean:

- ¿Cómo son los artefactos y cuáles son las razones de dichas formas?: este cuestionamiento se relaciona con los aspectos de forma y función y remite, de una parte, a temas como las estructuras, los acabados, las texturas y de otro lado a aspectos como los de la ergonomía, la antropometría y por supuesto los materiales y sus propiedades.
- ¿Cómo se fabrican?: Es un cuestionamiento que permite adentrarse en temas relacionados con las propiedades fisicoquímicas de los materiales, su comportamiento para los procesos de fabricación, el uso de herramientas y equipos, seguridad industrial, control de calidad, entre otros.
- ¿Cómo funcionan?: es quizás la pregunta de mayor recurrencia dado el interés que nos motiva a saber qué hace que un determinado artefacto actúe y haga las cosas que hace. Esta pregunta se relaciona con lo que podemos denominar principios de funcionamiento, entendidos como aquellos conocimientos que, en forma de dispositivos o configuraciones particulares, comparten o son comunes a diversas expresiones de la tecnología. Por ejemplo el electromagnetismo o las relaciones de transmisión de movimiento son algunos de tales conocimientos que “operan” con efectos diferenciados en multiplicidad de aparatos.
- ¿Por qué existen?: es una pregunta que tiene que ver con el sentido, con las razones que llevaron a su desarrollo. En esta dimensión el estudio de los contextos históricos y dentro de ellos las dimensiones técnica, cultural, social, en muchos casos política, económica e ideológica, son temas objeto de estudio que permiten comprender tanto las lógicas como las relaciones del contexto que dieron origen a tal o cual desarrollo y su evolución histórica.





- ¿Se puede mejorar?: aquí los razonamientos e inquietudes sobre las posibilidades o necesidades de rediseño a partir de la identificación de oportunidades sobre artefactos, sistemas o procesos tecnológicos, se convierten en una vía para la identificación de problemas y posibilidades de construcción de soluciones a través del diseño.
- ¿Cuál es o ha sido su impacto tanto por su desarrollo como por el uso que se hace de cierta expresión de la tecnología?: allí se ubican aspectos relacionados con las reflexiones sobre las afecciones o beneficios en los entornos naturales y en el medio en general. Esta es una posibilidad de hacer reflexiones, desde el enfoque CTS, sobre la necesidad de comprender y hacerse partícipes del desarrollo científico tecnológico en tanto nos afecta a todos.

Estos y otros interrogantes seleccionados por el docente o por los mismos estudiantes a partir de intereses de formación claramente definidos permiten asumir proyectos de indagación sobre las producciones tecnológicas con una mirada holística.

Estas dinámicas en las cuales las estrategias y capacidades de búsqueda, selección, organización y presentación de la información se erigen como elementos de interés pedagógico.

Sin embargo, esta manera de abordar el análisis presenta inconvenientes sobre todo en los primeros niveles en los cuales las capacidades relacionadas con el manejo de la información, están en fases iniciales de formación, lo cual no obsta para que sea empleada con las previsiones y adecuaciones necesarias.

Veamos ahora una guía que nos podrá servir como orientación al momento de diseñar ATE a partir del análisis.

## Unidad 5: El análisis de la construcción

La estrategia de construcción de soluciones tecnológicas o de sus representaciones, viabiliza la acción transformadora propia de la tecnología como una opción clave en el trabajo con los estudiantes. Construir, en esta interpretación, significa dar el paso del mundo de las abstracciones al mundo de lo fáctico y viceversa, no es un camino de una sola vía, que es la interpretación que tradicionalmente ha puesto al trabajo sobre lo concreto en un lugar reducido al calificarlo como manualidad, como si la mano estuviese “desconectada” del cerebro.

Se trata de concretar las ideas de solución en las soluciones mismas que las “encarnan”. Para el caso que nos ocupa, de estrategias de trabajo escolar, es necesario hacer la siguiente precisión: He colocado al análisis a través de la construcción como una estrategia adicional al diseño y al análisis pero en verdad es más una posibilitadora de las dos anteriores; sin embargo dada su importancia, desde mi punto de vista, consideré necesario tratarla por separado.

### ¿Por qué son importantes los procesos constructivos?

En primer lugar la expresión de la tecnología en la cotidianidad se reconoce en buena medida en sus concreciones. No en vano en el imaginario colectivo la tecnología son los aparatos mismos y en la perspectiva de la filosofía de la tecnología también se reconoce como una de las acepciones relevantes. Por supuesto esta es una expresión de conocimiento cotidiano que a partir de la inserción de la tecnología como objeto de estudio debe ser re-pensada. Quien construye tiene la posibilidad de acercarse a los saberes en tanto son necesidades no solo explicativas sino requerimiento para la funcionalidad, el funcionamiento, la apariencia, la cualificación, entre otros aspectos, de lo que se construye. Esto significa que el saber tiene utilidad práctica, dimensión pragmática de la tecnología, y en esta dirección cobra un sentido particular y es que el saber sirve para mucho más que para responder pruebas, sirve para transformar, para comprender, para conocer, para actuar, para hacer.

En segundo lugar el construir es una actividad que ejerce una fascinación en el hombre, el homo faber, si bien resuelve necesidades y problemas con sus construcciones, encuentra mucho más en ellas, allí hay una posibilidad para la contemplación y el regocijo dados los fuertes compromisos emocionales que se establecen durante la acción transformadora.

Quién, después de terminada una obra (hablamos de textos, obras plásticas, construcciones diversas,



etc.) producida por su intelecto en conjunción con sus manos o su cuerpo, no se detiene a ver una y otra vez ese producto, en tanto deviene de esta acción contemplativa un profundo placer de ver en la realidad tridimensional o bidimensional lo que se gestó en el crisol de la adimensionalidad de las ideas.

Frente a lo producido nos detenemos... lo miramos y nos vemos, lo apreciamos y nos apreciamos -en el sentido de la valoración-, lo tocamos y muchas veces nos retocamos el ego, ¡qué bien! se siente percibir lo construido máxime si en el proceso de génesis hemos invertido nuestro tiempo, nuestra energía, nuestro ser.

He allí otro poder evidente de la construcción, en relación con los motivos, con la motivación, aquella, la motivación intrínseca que Piaget planteara como la más favorable para el aprendizaje.

En tercer lugar, no por jerarquía, se encuentra el valor de lo concreto como vía para la construcción de la abstracción. Tal como lo planteara Vygotsky (1995) respecto a cómo el lenguaje es una construcción producto del intercambio permanente del mundo de nuestras representaciones, nuestro pensamiento, con el mundo de lo concreto que es objeto de tales representaciones y que se comparten y construyen socialmente, el conocimiento tecnológico deberá soportarse fuertemente en el mundo de lo concreto como su referente, como su objeto y como su medio de conocimiento.

Hoy por hoy en el campo de la ingeniería y la enseñanza de las ciencias se sabe que el conocimiento se forja en la interacción del estudiante con problemas de la dimensión práctica en contraposición con las dinámicas que privilegian la teorización sin considerar como elemento clave de la formación, el mundo de las concreciones, de la acción transformadora, a partir del uso de metodologías basadas en aprendizajes desde lo concreto, evidente y práctico que en inglés se expresa como “hands-on learning”.

A continuación haré algunas reflexiones sobre esta estrategia didáctica que centra su acción en las ventajas de los procesos de análisis y en las potencialidades de la construcción expuestas previamente y como alternativa y complemento a los inconvenientes o limitantes de las estrategias de diseño y análisis más de orden teórico.

Parto de la consideración general que el análisis de un artefacto se puede hacer a través de su construcción o “reconstrucción” dado que para tal efecto es posible, aunque no indispensable, hacer “recorridos” cognitivos por las diferentes dimensiones del saber implícitas en él.

Cuando con los niños, niñas o jóvenes construimos un juguete, que ha sido diseñado previamente,

podemos utilizar el proceso como mediador o dispositivo pedagógico para abordar diversas temáticas de estudio de la tecnología.

Retomando la necesidad de avanzar en la conceptualización de los problemas tecnológicos en la escuela y la necesidad de estructuración de los problemas que se abordarán desde el diseño, se plantea que el hacer análisis es en efecto una posibilidad para la estructuración de tales problemas. Lo anterior por cuanto estructurar significa avanzar en la comprensión de algunos o todos los momentos del problema, es decir la situación inicial, los operadores de transformación o la situación final, y al realizar procesos de análisis como estrategia de estudio, se estarán, justamente, construyendo esos niveles de comprensión.

De esta manera el análisis corresponde a un proceso pedagógico que permite, sobre todo, la elaboración conceptual, el manejo de información, la identificación o correlación del saber teórico con elementos concretos, es decir la construcción de conocimiento, que es, en síntesis, una vía para estructurar problemas.

Ahora bien, tal como se describió previamente la construcción, además de un polo de generación de motivación, permite apropiar conocimientos propios de la dimensión técnica y potenciar habilidades procedimentales, a la vez que genera experiencias en las que confluyen saberes teórico prácticos.

Sin embargo, surge el interrogante sobre: ¿Qué y por qué se construye?. Los procesos de diseño derivan o se concretan en la producción de prototipos que implican la construcción y por tanto parte de la respuesta se ubica allí, es decir se construye en tanto este corresponde a uno de los momentos del diseño, el de la elaboración fáctica del mundo de las ideas, pero no tanto como explicitación de las mismas más sí como otro elemento, necesario por demás, de la reelaboración de las ideas mismas. Es decir, no se trata de un camino en una vía en el que se va del mundo de las ideas al mundo de lo fáctico, desde allí es posible concebir nuevas ideas que alteran aquellas que le dieron origen en un camino de ida y vuelta que permite alterar los estados de conocimiento.

Cuando se construye y evalúa un prototipo lo que se está haciendo es: en primer lugar representando las ideas en la tridimensionalidad y las condiciones de escala y materiales susceptibles de ser verificadas y en segundo lugar contrastando las representaciones previas<sup>32</sup>, elaboradas como dinámica propia de la construcción de la solución, con esta representación final que las recoge y

---

<sup>32</sup> Hablamos aquí de las representaciones mentales que son adimensionales, de las representaciones bi o tridimensionales de planos, bosquejos, simulaciones, maquetas o modelos, entre otras



evalúa frente a las restricciones o condiciones impuestas al diseño.

Pero tal como se planteó en el apartado sobre el diseño, esta estrategia exige la reflexión y lo que algunos denominarían el atemperamiento a la actividad escolar si no se desea incurrir en las dificultades descritas y que surgen por tratar de trasladar el método proyectual propio del diseño como método de trabajo escolar sin mediación didáctica.

Por lo expuesto, los procesos de construcción de prototipos como componentes del proceso de diseño enfrentan en esta perspectiva los riesgos del diseño mismo.

En respuesta a la situación descrita hemos planteado como estrategia la del análisis a través de la construcción que puede expresarse a partir, entre otras alternativas, de la construcción y el Re-Diseño de artefactos concebidos y desarrollados por los docentes o por el desarrollo de propuestas de reconstrucción de prototipos, maquetas o modelos funcionantes de importancia histórica.

Para el caso de la construcción o rediseño de propuestas elaboradas por los docentes se consideran los siguientes componentes de la propuesta:

- El docente o preferiblemente un grupo de ellos, determina sobre qué conceptos o dimensiones de la tecnología y la ciencia se va a trabajar, qué se espera de este trabajo, con qué condiciones y recursos se cuenta, hablamos aquí de tiempos, insumos, recursos físicos y técnicos e incluso económicos. De esta manera se define lo que corresponde a una situación inicial.
- Luego, el grupo se adentra en los procesos de transformación, de construcción y vivencia de lo que desde el contexto de la ciencia cognitiva se ha definido como el espacio del problema<sup>33</sup> que es ese desplazamiento heurístico que se da en la vía de construcción del diseño y que se elabora de manera incremental y como producto de un ir y venir en el mundo de las representaciones hasta llegar a un prototipo, que en este caso corresponde tanto a lo que es el artefacto como tal junto

---

<sup>33</sup> El espacio del problema es una categoría propia de la investigación realizada durante la actividad de resolución de problemas en diferentes campos y fue propuesta por Newell y Simon en 1972. Se define como el recorrido o desplazamiento cognitivo que realiza un sujeto durante la solución de un problema. El identificar estos recorridos permite modelar las estrategias cognitivas utilizadas y estas a su vez caracterizar el estado de desarrollo del sujeto en el camino de novato a experto. Como su nombre lo indica, el indicio tiene un valor poco arbitrario, debido a que utiliza una forma, o color, y a éstos es asignado un significado. El hablante reconocerá su valor dependiendo del conocimiento que tenga de algunas convenciones, tales como el valor que la sociedad le da a ciertos colores, por ejemplo. Así fue como se convirtieron el rojo, el amarillo y el verde en los colores del semáforo. La relación occidental entre el significado de alerta del rojo hizo que se le fuera asignado el significado de advertencia, peligro o detención (en el caso del semáforo)

con la planificación y uso de materiales y actividades que permitan que la reconstrucción de éste o su rediseño derive en apropiación conceptual o en el desarrollo de actitudes o habilidades propias de la formación en tecnología.

- El prototipo deberá ser sometido a pruebas con grupos focales para ser ajustado y cualificado en términos de las condiciones iniciales y de aquellas que emergen como producto del proceso mismo.
- Finalmente las propuestas se ubican al interior de los ambientes de aprendizaje en situaciones reales dentro de las cuales se continúa su evaluación y ajustes.
- Para el caso del desarrollo de propuestas de reconstrucción de prototipos, maquetas o modelos funcionantes de importancia histórica, se consideran los siguientes momentos del proceso.
- Desde la expresión de intereses de los estudiantes y una valoración de los docentes sobre pertinencia y viabilidad de los temas de trabajo se determinan o seleccionan ciertos objetos que son susceptibles de ser reconstruidos y que han constituido un aporte relevante al desarrollo de la tecnología en la historia.
- Establecidos temas y objetos de estudio por grupos de estudiantes o incluso por cursos completos, dependiendo de la complejidad de las tareas a desarrollar, se realiza una planificación concertada con los alumnos en la que se definen responsabilidades, tiempos, productos, actividades y recursos necesarios.
- El desarrollo del plan de trabajo debe derivar en acciones de indagación y búsqueda de fuentes de diversa índole, el ubicar, seleccionar y elaborar información relevante a las distintas dimensiones que se han determinado como de interés para el grupo en general o para los grupos particulares.
- Del proceso anterior se deben obtener los insumos que permitan tanto allegar elementos contextuales de los artefactos como aquellos que corresponden a la dimensión técnica y tecnológica que permitirá tener la información necesaria para proceder a la reconstrucción bien de maquetas,
- Realizar socializaciones de los productos de los grupos de estudiantes haciendo énfasis no en los productos sino sobre todo en los procesos durante los cuales se ha generado el conocimiento.
- Este trabajo puede derivar en la configuración de museos tecnológicos o exposiciones abiertas, que de manera progresiva y colectivamente se van construyendo brindando otras posibilidades de interacción con el conocimiento tecnológico.





## Bibliografía

- Ackermann, E. (2002). "Piaget's Constructivism, Papert's Constructionism: What's the Difference?" Massachusetts Institute of Technology, 04 Dec. 2002. Recuperado de: [http://learning.media.mit.edu/content/publications/EA.Piaget%20\\_%20Papert.pdf](http://learning.media.mit.edu/content/publications/EA.Piaget%20_%20Papert.pdf)
- Ausubel, D. (1976). Psicología educativa: un punto de vista cognoscitivo. México. Editorial Trillas.
- Clavijo, A. & Quintana, A. (2004). Maestros y estudiantes escritores de hiperhistorias. Bogotá. Publicaciones Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- Dewey, J. (1960). Experiencia y Educación. Buenos Aires. Editorial Losada.
- Garrat, J. (1998). Diseño y Tecnología. España. Editorial Akal.
- Guilford, J.P. (1956). La naturaleza de la inteligencia humana. Barcelona. Paidós.
- Ministerio de Educación Nacional. (1996). Educación en tecnología. Propuesta para la educación básica. Serie documentos de trabajo. Bogotá. MEN.
- Ministerio de Educación Nacional. (2008). Orientaciones generales para la educación en tecnología. Guía 30. Bogotá. Imprenta Nacional.
- Novak, J., Gowin, D. & Bob D. (1988). Aprendiendo a aprender. Barcelona. Ediciones Martínez Roca.
- Ontoria, A. Ballesteros, A. Cuevas, M. C. Giraldo, L. Martín, I. & Molina, A. (1994). Mapas conceptuales: una técnica para aprender. Narcea Ediciones.
- Papert S. & Harel, I. (1991). Constructionism. Ablex Publishing Corporation. Recuperado en: <http://www.papert.org/articles/SituatingConstructionism.html>
- Perkins, D. (1989). El conocimiento como diseño. Bogotá. Publicaciones Universidad Javeriana.
- Piaget, J. (1991). Seis estudios de psicología. España. Editorial Labor.
- Agamben, G. ¿Qué es un dispositivo? Fuente: <http://libertaddepalabra.tripod.com/id11.html>
- Aitken, J. & Mills, G. (1997). Tecnología Creativa. Recursos para el aula. Madrid. Ediciones Morata S.L.
- Bonsiepe, G. (1978). Teoría y práctica del diseño industrial. Barcelona. Edit. Gustavo Gili.
- Carr, N. (2011). Superficiales. ¿Qué está haciendo Internet con nuestras mentes? Madrid. Editorial Taurus.
- Comas, M. (1949). El método de proyectos en las escuelas urbanas. Buenos Aires. Editorial Lozada.
- Deleuze, G. (1999). "¿Qué es un dispositivo?", publicado en: Deleuze, G. - Glucksmann, A. - Frank, M. - Balbier, E. y Otros. Michel Foucault, filósofo. (pp. 155-163). Barcelona. Ed. Gedisa.
- Farrell, A. (1994). A case study of technology education in a developing country: Colombia. IDATER 1994 Conference, Loughborough: Loughborough University. Recuperado de: <https://>

- dspace.lboro.ac.uk/dspace-jspui/bitstream/2134/1534/1/farrell94.pdf
- Foucault, M. (1991). Saber y verdad. Madrid. Editorial la Piqueta.
  - Gagné, Robert. (1979). Las condiciones del aprendizaje. México. Edit. Interamericana.
  - Gallego R., Ramírez, C., Ocampo, J., Pérez, U., Bustos, S. y Aguilar, A. (1986). Diseño y evaluación de estrategias y metodologías para la formación científica y tecnológica. Bogotá. CIUP Universidad Pedagógica Nacional.
  - Garrat, J. (1993). Diseño y tecnología. Editorial Akal.
  - Goel, V y Pirolli, P. (1992). The estructura of design problem spaces. En: Cognitive science. No 16. 395-429.
  - Guilford, J. P. (1967). La naturaleza de la inteligencia humana. Barcelona. Paidós.
  - Igarza, R. (2008). Nuevos Medios: Estrategias de convergencia. Buenos Aires. La crujía ediciones.
  - International Technology Education Association. (1996). Technology for all americans: a rationale and structure for the study of technology. Washington D. C., ITEA. Recuperado de <http://www.iteaconnect.org/>
  - Kuhn, T. (1971). La estructura de las revoluciones científicas. México. Fondo de cultura económica.
  - Lévy, P. (2004). Inteligencia colectiva: por una antropología del ciberespacio. Organización Panamericana de la Salud. Recuperado de: <http://inteligenciacolectiva.bvsalud.org/public/documents/pdf/es/inteligenciaColectiva.pdf>
  - Mayer, R. (1986). Pensamiento, resolución de problemas y cognición. Editorial Paidós. Ministerio de Educación Nacional. (1996). Educación en Tecnología: propuesta para la educación básica. Bogotá.
  - Munari, B. (1981). ¿Cómo nacen los objetos? Barcelona. Editorial Gustavo Gilí, SA.
  - Newell, A., y Simon, H. A. (1972). Human problem-solving. Englewood Cliffs, N. J: Prentice-Hall.
  - OECD Science, Technology and Industry: Outlook (2004), Publicación digital en la web [www.oecd.org/sti](http://www.oecd.org/sti). (1997). Promoting Public Understanding Of Science And Technology. Paris.
  - Pérez, U. (1989). Educación, tecnología y desarrollo. Bogotá. Panamericana.
  - Perkins, D. (1989). Conocimiento como diseño. Bogotá. Publicaciones Universidad Javeriana.
  - Polo, R. (1996). El diseño en la perspectiva de la educación. Ponencia presentada en el seminario de Educación en Tecnología “Diseño Tecnología y Sistema Educativo” organizado por el Ministerio de Educación Nacional.
  - Quintana, A. (2010). De las utopías y los caminos: educación en tecnología un espacio en construcción. En: Práxis pedagógica. ISSN: 0124-1494. No 11. Bogotá. Enero diciembre de (2010). Páginas: 54 a 65.
  - Quintana, A.; Otálora, N. y Marín, M. (1997). La formación en ambientes productivos. Bogotá: Inédito.



- Rueda, R. & Quintana, A. (2013). Tercera edición. Ellos vienen con el chip incorporado. Bogotá. Editorial Idep.
- Vygotsky, L. (1995). Pensamiento y el lenguaje. Barcelona. Ediciones Paidós. Wertheimer, Max. 1991. El Pensamiento Productivo. Barcelona. Ediciones Paidós.
- Wilson, F. (2002). La mano. De cómo su uso configura el cerebro, el lenguaje y la cultura humana. Barcelona. Tusquets Editores.
- Winner, L. (1995). ¿Tienen política los artefactos? Recuperado de: <http://www.oei.org.co/cts/winner.htm>