Capítulo II

Marco Teórico

En el siguiente capitulo presentaremos y discutiremos algunos temas y definiciones que nos permitirán entender conceptos básicos para formar el marco teórico de la presente tesis. Haremos especial énfasis en la literatura sobre el desarrollo de software educativo basado en la propuesta construccionista, con el propósito de fundamentar mejor el programa que se desarrollará en esta tesis para ayudar en la capacitación de los profesores que trabajarán con alumnos de secundaria en el Laboratorio de Tecnologías para Pensar.

Algunos de estos temas serán: *Concepto de Tecnología Educativa, La Tecnología Educativa en México, Tecnología Educativa para el Docente, Tecnología Educativa y Perfeccionamiento del personal docente, Constructivismo, Tecnología como Socio Cognitivo, Aprendizaje Colaborativo, Diseño de Ambientes de Aprendizaje, y la Propuesta Teórica de Symour Papert.*

2.1 Tecnología Educativa y Tecnología Educativa en México.

Originalmente la Tecnología Educativa se relacionaba con el uso de medios para enseñar, más tarde se relacionaba con el enfoque sistemático en la Educación y ahora se le entiende como la disciplina científica que construye puentes entre las ciencias de la Educación y su aplicación (Reiser, R. y Ely, D.: 1997; Santos: 2000). En México se ha usado la tecnología educativa sobre todo para relacionar el uso de medios dentro de la enseñanza; sin embargo, en la presente investigación se usará como un área que nos

dará los recursos teóricos y metodológicos para fomentar el desarrollo de habilidades cognitivas a nivel secundaria.

La Tecnología Educativa en México no ha tenido muchos avances, ya que sólo se ha relacionado con el uso de medios para enseñar y con los métodos sistemáticos de realizar actividades educativas (Quesada: 1990). Hasta hace poco tiempo, este uso empezó a cambiar, ya que ahora se busca que se emplee para el desarrollo de experiencias de aprendizaje para la formación integral de los estudiantes (Santos: 2003).

2.2 Tecnología Educativa para el Docente.

Podemos decir que la Tecnología Educativa es un conocimiento sistemático derivado de la investigación científica, que no sólo incluye maquinas o materiales usados para la presentación instruccional, como proyectores, videos o programas computacionales. Saetter cita a Heinich y John Galbraith (1990) en el artículo “The evolution of America Educational Technology” donde presentan la definición de tecnología aplicándola para la instrucción, en la cual dicen que es el empleo de nuestro conocimiento científico acerca del aprendizaje humano para la práctica de tareas de enseñanza aprendizaje.

2.3 Tecnología Educativa y Perfeccionamiento del personal docente.

Según Chadwick (1987) un programa de capacitación para el docente debería incluir el establecimiento de condiciones tales como: materiales, procesos, infraestructura, etc. que conduzcan a desarrollar las capacidades que los maestros

necesitan, para aprovechar mejor los recursos que ésta les ofrece y produzcan los resultados deseados en los alumnos. Esto significa que los programas de entrenamiento o de capacitación deben:

1. Tener metas y objetivos claros. Los cuales son directamente derivados del programa de enseñanza – aprendizaje.
2. Basarse directamente en las metas y objetivos de las escuelas.

Chadwick (1987) menciona en su libro que existen dos aspectos básicos en la capacitación del Docente en la Tecnología Educativa. El primero es cómo podemos integrar la capitación de los maestros en el sentido de enseñanza – aprendizaje. El segundo es cómo puede mejorarse la capitación del docente mediante la aplicación de la tecnología educativa. Chadwick (1987) nos dice que los maestros deben aprender viendo y haciendo, al mismo tiempo los maestros deben de tener óptimas oportunidades de aprender, desarrollar, probar y practicar las actitudes relacionadas con la tecnología educativa.

Es importante que los profesores conozcan sus metas para la integración de la tecnología en su salón de clases, o en este caso en el Laboratorio de Tecnologías para Pensar (LTP), Heide & Henderson (1994) proponen algunas metas para lograr esto:

1. Permitir aprendizajes para utilizar tecnología como adquisición del conocimiento o habilidades que se necesiten.
2. Proveer oportunidades para aprender los usos de la tecnología ampliando la variedad de propuestas.

3. Incorporar el uso de la tecnología en todas las áreas del currículo.
4. Animar a los aprendices a usar la tecnología como parte de su vida cotidiana en su proceso de aprendizaje.
5. Ayudar a los estudiantes a pensar críticamente acerca de la tecnología.
6. Incrementar el uso de la tecnología como una herramienta de aprendizaje.

2.4 Constructivismo.

La propuesta educativa del LTP está basada en el constructivismo y en su manera de entender la tecnología y, más específicamente, en el aprendizaje colaborativo, en el diseño de ambientes de aprendizaje, en la teoría del aprendizaje situado y en las contribuciones teóricas de Symour Papert. A continuación se describen estas posturas teóricas (Santos: 2003).

Díaz Barriga y Hernández (1998) describen la concepción constructivista del aprendizaje escolar como aquella que: "se sustenta en la idea de que la finalidad de la educación que se imparte en las instituciones educativas es promover los procesos de crecimiento personal del alumno en el marco de la cultura del grupo a que pertenece." Savery y Duffy (1996) (citados por Santos: 2003), resumen la postura constructivista en tres puntos: 1) El aprendizaje sucede siempre como resultado de nuestras interacciones con el contexto. 2) El estímulo para aprender viene de un conflicto cognitivo interno y personal. 3) El conocimiento se genera socialmente, a través de poner a prueba nuestras propias representaciones con las de los demás.

2.5 Tecnología como Socio Cognitivo.

Las tecnologías soportan el pensamiento más significativo cuando es usado como herramienta cognitiva (Jonassen, D: 1996). En el pasado, los diseñadores instruccionales, invirtieron en estas herramientas con el propósito de hacer un diseño instruccional, donde las únicas personas que se beneficiaron en gran manera fueron sus creadores, no los alumnos (Perkins: 1986). Sin embargo, proponemos que debemos desechar estas herramientas de los diseñadores instruccionales y dárselas a los alumnos como herramientas para la construcción de conocimientos, o mejor dicho, como medios de transporte y adquisición de conocimiento (Jonassen, D: 1994).

Este proceso de construcción de conocimiento, se basa en el uso de herramientas las cuales serán empleadas por los estudiantes, y dará como resultado un conocimiento más transferible y significativo en los alumnos (Jonassen, D: 1996). Usar las tecnologías computacionales como herramientas cognoscitivas, representa un punto de partida importante para la concepción tradicional de la tecnología (Jonassen, D: 1996).

Las herramientas cognitivas, pueden definirse como herramientas de computó generalizadas, las cuales se emplean para facilitar el proceso cognoscitivo (Kommers, Jonassen, & Mayes: 1992). Las herramientas cognitivas, son artefactos tanto computacionales como mentales, los cuales sustentan, guían y extienden el proceso del pensamiento humano (Derry: 1990). Son herramientas de construcción de conocimiento y de facilidad, que pueden ser aplicadas a una diversidad de circunstancias (Jonassen, D: 1996).

Se discute en el libro *Mindtools for Schools* (Jonnasson, D: 1996), que los estudiantes no pueden usar estas herramientas sin pensar profundamente acerca del contenido de lo que se encuentran aprendiendo, además de que si ellos eligen usar estas herramientas para aprender, estas les facilitaran el proceso de aprendizaje. En el artículo "Technology as Cognitive Tools: Learners as Designers" Jonassen (1994) nos dice que la forma en que se usa la tecnología en las escuelas debería cambiar, para que los profesores la utilicen como compañera para facilitar los procesos de aprendizaje de sus estudiantes (Jonassen D, Chad Carr,- Hsiu-Ping Yueh: 1998). Según Jonassen, D (1996) nos dice que los estudiantes no pueden aprender de la tecnología, pero la tecnología puede apoyar los procesos que los estudiantes necesitan para adquirir conocimiento. Según Jonassen (1996) los estudiantes aprenden con la tecnología cuando:

- Las computadoras ayudan a la construcción del conocimiento; para la representación de las ideas, entendimientos y creencias de los estudiantes.
- Las computadoras son usadas como ayuda de exploración; para acceder a la información necesitada, y para comparar perspectivas, creencias y vistas del mundo.
- Las computadoras ayudan a producir aprendizaje; para simular significados del mundo real por medio de problemas, situaciones y contextos; para representar creencias, perspectivas, argumentos e historias de otros; y por último para proveer un espacio seguro y controlable para la solución de los problemas de los estudiantes.

- Las computadoras ayudan al aprendizaje por medio de la conversación; para colaborar con otros, para discutir, argumentar y construir consensos entre los miembros de una comunidad de aprendizaje; y para ayudar al discurso entre la comunidad que esta construyendo el conocimiento.
- Las computadoras son compañeras intelectuales que ayudan al aprendizaje por medio de la reflexión; para ayudar a los estudiantes a articular y representar lo que ellos saben; para reflexionar sobre lo que ellos han aprendido y como ellos llegaron a este aprendizaje; para la construcción personal de la representación de sus significados; y para el apoyo del pensamiento conciente (Jonassen, Peck, & Wilson: 1999).

Las herramientas cognitivas no necesariamente hacen más sencillas las tareas, más bien sus metas son para hacer más efectivo el uso del esfuerzo mental de los estudiantes (Jonassen, D: 2000). De hecho aprender con estas como menciona Jonassen (2000), requiere que los estudiantes piensen con mayor énfasis en el tema de lo que pensarían normalmente si no tuvieran estas herramientas.

En el artículo “Technology as Cognitive Tools: Learners as Designers” Jonassen (1994) nos dice que, las herramientas cognitivas y los ambientes de aprendizaje que han sido adaptados o desarrollados, para funcionar como socios intelectuales en conjunto con los profesores, ayudan a lograr y facilitar el pensamiento crítico y la enseñanza de alto nivel, estos incluyen, aunque no necesariamente estas herramientas: bases de datos, redes semánticas , sistemas expertos, construcciones tanto multimedia como

hypermedia, conferencias vía computadora, conocimiento colaborativo, un grado de programación computacional y ambientes pequeños de enseñanza. Algunas de las razones teóricas para usar las herramientas cognitivas son, porque estos instrumentos fomentan el aprendizaje significativo. Jonassen, Peck y Wilson (1999) exponen que el aprendizaje significativo es:

- Activo (manipulable / observador) los estudiantes interactúan con un entorno en el cual pueden manejar los objetos dentro de este, observando los efectos de sus intervenciones y construyendo la interpretación del fenómeno.
- Constructivo (claro / reflexivo) los estudiantes integran nuevas experiencias, e interpretan el mundo con su conocimiento previo previó, construyendo sus propios modelos mentales para explicar lo que ellos han observado.
- Intencional (reflexivo / regulatorio) los estudiantes modulan sus metas de aprendizaje, ellos toman sus decisiones, formulan estrategias y responden lo que ellos encuentran.
- Autentico (Complejo / contextual) aprendiendo las tareas que ellos ubican en algunos significados del mundo real; tareas o simulaciones en algunos casos basados en entornos de aprendizaje.
- Cooperativo (colaborativo / conversacional) Los estudiantes trabajan en grupos, negociando una expectativa, entendiendo la tarea que se va a realizar y escoger los métodos que usaran para conseguir está.

En el articulo de “Technology as Cognitive Tools: Learners as Designer”, Jonassen (1994) nos dice que, la mayor parte de lo que los estudiantes aprenden y retienen, proviene de lo que llamamos compromiso de atención. Algunos de los resultados de pensamiento, se obtienen cuando los estudiantes tratan de representar lo que saben. El pensamiento es implantado en las tareas y en los requerimientos funcionales de las herramientas cognitivas. Esto significa que las herramientas cognitivas, requieren que los estudiantes piensen cuidadosamente para poder usar su aplicación; y de esta manera representen lo que saben. Los estudiantes deben usar a las tecnologías como herramientas, no como tutores o compendios de información (Jonassen, D: 1994).

Las herramientas cognitivas y los ambientes, activan las estrategias de enseñanza cognitiva y el pensamiento crítico (Jonassen, D: 1994). Estas herramientas se basan en herramientas computacionales que complementan y expanden la mente. Emplean un proceso de generación de información (Wittrock: 1974). En el proceso de generación, la información profunda resulta de activar apropiadamente modelos mentales, usándolos para interpretar la nueva información y asimilándola para regresarla a esos modelos, reorganizándolos para dar paso a la nueva información interpretada, y usando esos nuevos modelos agrandados para explicar, interpretar, o inferir nuevo conocimiento (Rumelhart & Norman: 1978).

Las herramientas cognitivas emplean activamente a los principiantes en la creación del conocimiento, lo cual refleja su comprensión y concepción de la

información. Cuando los estudiantes desarrollan una base de datos por ejemplo, ellos están construyendo su propia conceptualización de la organización de un dominio de contenido (Jonassen D: 1994).

Las herramientas cognitivas no son designadas para reducir el proceso de información el cual es hacer una tarea más fácil, más bien, las herramientas cognitivas proveen un ambiente que a menudo requiere que los principiantes piensen de una manera más fuerte, acerca del dominio del tema de la materia, siendo estudiados mientras generan pensamientos que serían imposibles de realizar sin la herramienta (Jonassen, D: 1994). Son herramientas de reflexión y amplificación, que ayudan a los principiantes a construir sus propias realidades, usando las construcciones y procesos en el ambiente de un nuevo dominio (Jonassen, D: 1994). A continuación se explicara porque estas herramientas son de construcción, reflexión, de aprendizaje con la tecnología y herramientas cognitivas, porque las herramientas cognitivas son herramientas no inteligentes y porque son de distribución de procesos cognitivos.

Construcción del Conocimiento, No Reproducción. La teoría que esta siendo usada para representar el proceso de construcción del conocimiento es constructivista. Las herramientas cognitivas ayudan a los aprendices a organizar y representar lo que ellos saben. Los constructivistas postulan que nosotros construimos nuestra propia realidad, por medio de la interpretación de nuestras experiencias en el mundo (Jonassen, D: 1994). El maestro no puede imponer su interpretación de las cosas en el aprendiz, ya que no comparten el mismo conjunto de experiencias e interpretaciones. En lugar de esto, la realidad (o por lo menos lo que interpretamos como realidad) reside en algún

grado en la mente de cada estudiante, el cual interpreta al mundo exterior de acuerdo a sus propias experiencias, creencias y conocimientos (Jonassen, D: 1994).

Los modelos constructivistas, luchan por crear ambientes donde los aprendices participen activamente, en lugar de tener la interpretación del mundo por parte del maestro, (Jonassen, D: 1994). El Laboratorio de Tecnologías para Pensar ayudará a que los estudiantes consigan lo que muchos de los constructivistas quieren para el mejoramiento de la educación, ya que dentro de este ambiente educativo que es el LTP, al igual que en las herramientas cognitivas, los estudiantes se encuentran activamente comprometidos en interpretar al mundo exterior y reflexionar en sus propias interpretaciones (Jonassen, D: 1994).

Pensamiento Reflexivo. Norman (1993) en el articulo “Technology as Cognitive Tools: Learners as Designers”, distingue dos formas de pensamiento, el experimental y el reflexivo. El pensamiento experimental envuelve a la experiencia particular de cada uno con el mundo, es reflexivo y sucede automáticamente. El pensamiento reflexivo, por otro lado, requiere una deliberación más cuidadosa. Uno encuentra una situación, la reflexiona, recurre al conocimiento previamente almacenado, infiere acerca de la misma, determina implicaciones, y la razona (Jonassen, D: 1994).

En el articulo “Technology as Cognitive Tools: Learners as Designers” nos dice que los pensamientos reflexivos son aquellos del tipo cuidadoso, que nos ayudan a

sentir lo que hemos sabido y experimentado afuera, usualmente para obtener esto se requieren apoyos externos, como son libros, computadoras u otras personas. Las computadoras soportan el pensamiento reflexivo, Norman (1993) dice, que hay usuarios capaces de crear nuevo conocimiento al añadir nuevas representaciones, modificando viejas y comparando las dos. Estos son los propósitos de las herramientas cognitivas.

Aprendiendo con la Tecnología. Según Jonassen (1994) el aprendizaje con las computadoras, se refiere a la entrada de los estudiantes en la sociedad intelectual con la computadora, y el aprendizaje con las herramientas cognitivas, se refiere al atento compromiso de los estudiantes con las tareas afrontadas por estas herramientas y, la posibilidad de mejorar cualitativamente la actuación del sistema de unión del estudiante con la tecnología.

Herramientas Inteligentes / no Inteligentes. La comunicación Educacional a menudo trata de hacer que los estudiantes piensen, para actuar como tutores y guías de aprendizaje (Jonassen, D: 1994). Estos sistemas poseen algún grado de inteligencia que ellos usan para hacer decisiones instruccionales de cómo y que tipo de instrucción los estudiantes necesitan. Derry y La Joie (1993) afirman que el rol apropiado para un sistema de computadora no es un maestro experto, más bien una herramienta cognitiva.

Las herramientas cognitivas son herramientas no inteligentes, contando que los estudiantes proveen la inteligencia, y no las computadoras. Esto significa que planean,

toman decisiones y las autorregulaciones de aprendizaje son responsabilidades del aprendiz y no de la computadora (Jonassen, D: 1994). Sin embrago, los sistemas computacionales pueden servir como una poderosa catálisis para facilitar estas habilidades, asumiendo que son usadas de forma que se promueve la reflexión, la discusión y la solución de problemas (Jonassen, D: 1994).

Distribución de Procesos Cognitivos. Las tecnologías cognitivas son herramientas que pueden ser provistas por cualquier medio y ayudan a los estudiantes a trascender las limitaciones de sus mentes, como la memoria, el pensamiento o las limitaciones de resolver problemas (Pea: 1985). La Herramienta Cognitiva más dominante es el lenguaje, imagínate tratando de aprender un proceso complejo sin el uso del lenguaje. El lenguaje amplifica el pensamiento del aprendiz (Jonassen, D: 1994).

Las computadoras también pueden funcionar como tecnologías cognitivas para amplificar y reorganizar la manera en que los aprendices piensan (Jonassen, D: 2000). En lugar de usar las capacidades limitadas de la computadora, para presentar información y juzgar las entradas del aprendiz (ninguna de las cuales hace la computadora bien), mientras las personas que preguntan memorizan información y después la recuerdan (las cuales las computadoras hacen con gran velocidad y exactitud a diferencia de los humanos), debemos asignar responsabilidades cognitivas a la parte del sistema de aprendizaje para que sea mejor (Jonassen, D: 1994).

Los aprendices deben ser responsables de reconocer y juzgar patrones de información y posteriormente organizarlos, mientras los sistemas computacionales deben realizar cálculos, almacenaje y dar información (Jonassen, D: 1994). Cuando las herramientas cognitivas funcionan como patrones intelectuales la actuación del aprendiz es aumentada, dejando algunos residuos cognitivos en los aprendices, los cuales serán transferidos en situaciones en las que encuentren la herramienta nuevamente. (Salomón: 1993).

Usando la computadora como herramienta mental. Muchas aplicaciones de la computadora han sido desarrolladas explícitamente para introducir a los estudiantes en el pensamiento crítico, otras pueden ser propuestas como herramientas mentales (Jonassen, D: 1994). Existen varias clases de herramientas mentales como ya las hemos mencionado, las cuales incluyen herramientas de organización semántica, herramientas modeladoras dinámicas, herramientas para interpretar información, herramientas para construir conocimiento y herramientas de colaboración y organización (Jonnasen, 1996). En los siguientes párrafos se hablara más acerca de estas herramientas.

2.5.1 Redes Semánticas.

Las herramientas de redes semánticas proveen una herramienta visual de pantalla para producir mapas conceptuales. Hacer mapas de conceptos es una estrategia de estudio, la cual requiere que los estudiantes dibujen mapas visuales de los conceptos conectados a cada línea del tema (Jonassen, D. Chad Carr,- Hsiu-Ping Yueh: 1998). Estos mapas son representaciones espaciales de ideas y de las relaciones que son

almacenadas en su memoria, como el conocimiento estructural (Jonassen, Beissner, & Yacci, 1993).

Según el artículo “Computers as Mindtools for Engaging Learners in Critical Thinking” donde Jonassen (1998) nos dice que, los programas de redes semánticas son computadoras basadas en herramientas visuales para desarrollar representaciones de redes semánticas en la memoria. Algunos programas como SemNet, Herramientas de Aprendizaje, Mind Mapper y muchos otros, permiten que los estudiantes relacionen ideas que ellos están estudiando en una red multidimencional de conceptos, para mostrar las relaciones entre estos conceptos y para describir la naturaleza de las relaciones entre todas las ideas en la red. El propósito de las redes semánticas es representar la estructura de conocimiento que alguien ha construido. Por lo tanto crear redes semánticas requiere que los estudiantes hagan una relación estructural del contenido que ellos están estudiando.

2.5.2 Modelando Herramientas Dinámicas.

Mientras las herramientas de organizaciones semánticas ayudan a los estudiantes a presentar la relación que existe entre las ideas, las herramientas modeladoras dinámicas, ayudan a los estudiantes a describir las relaciones dinámicas entre las ideas (Jonassen, D. Chad Carr,- Hsiu-Ping Yueh: 1998). Las herramientas modeladoras dinámicas incluyen: hojas de cálculo, sistemas expertos, sistemas de herramientas modeladoras, micromundos, entre otros, a continuación se explican estas.

2.5.3 Hojas de Cálculo.

Las hojas de cálculo son computarizadas, para guardar los archivos numéricos en sistemas que fueron designados originalmente para remplazar los informes de contabilidad. Esencialmente como una hoja de contabilidad, es una red de suministro de celdas vacías con columnas identificadas por letras y filas identificadas por números (Jonassen, D. Chad Carr,- Hsiu-Ping Yueh: 1998).

Estas hojas también se pueden usar como herramientas mentales, para amplificar las funciones mentales de los estudiantes. De la misma forma que ellos han cambiado cualitativamente los procesos contables, las hojas de cálculo pueden cambiar los procesos educacionales, cuando se trabaja con información cuantitativa. Las hojas de cálculo frecuentemente han sido usadas en clases de matemáticas para calcular relaciones cuantitativas, como también en clases de química y física. Las hojas de cálculo son herramientas flexibles para representar, reflexionar y calcular información cuantitativa (Jonassen, D. Chad Carr,- Hsiu-Ping Yueh: 1998).

2.5.4 Sistemas expertos.

Los sistemas expertos han sido investigados desde el campo de la inteligencia artificial, un sistema experto es un programa de computadora que simula el camino que sigue un humano para resolver problemas, que es una decisión hecha artificialmente (Jonassen, D. Chad Carr,- Hsiu-Ping Yueh: 1998).

El desarrollo de los sistemas expertos resultan de un profundo entendimiento, porque ellos proveen un entorno inteligente que demanda el mejoramiento del campo

del conocimiento para la resolución de problemas, y monitorea la adquisición del conocimiento. Dentro de las investigaciones realizadas se ha encontrado que el desarrollo de sistemas expertos, han ayudado a los profesores a identificar y clasificar las discapacidades de aprendizaje en los alumnos (Jonassen, D. Chad Carr,- Hsiu-Ping Yueh: 1998).

2.6 Aprendizaje Colaborativo.

Existen tres maneras en las que los estudiantes pueden interactuar entre ellos mientras aprenden; la primera consiste en ver quien es el mejor, la segunda es trabajar individualmente sin tomar en cuenta a sus compañeros y la última es trabajar juntos para lograr un objetivo en común (Johnson, T. Johnson, W: 1994). De los tres modelos de interacción el de competencia es el más usado. Las investigaciones realizadas en Estados Unidos de Norteamérica indican que los estudiantes ven a la escuela como una empresa donde se compite por ver quien es el mejor. Esta expectativa de competencia, se encuentra diseminada entre los alumnos desde antes de entrar a la escuela *Roger T. and David W. (*1991) lo mencionan en su artículo de An Overview of Cooperative Learning. La cooperación entre estudiantes motiva a los demás a hacer tareas, a trabajar juntos a pesar de su formación étnica, su género, o si son brillantes o no.

Aún cuando estos tres modelos de interacción no son igualmente efectivos en ayudar a los estudiantes ha aprender conceptos y habilidades, es importante que los estudiantes aprendan a interactuar en cualquiera de las tres maneras, ya que ellos encararan situaciones en las cuales se encontraran con los tres patrones de interacción y necesitaran ser efectivos en cada uno de los tres (Johnson, T. Johnson, W: 1994).

Para entender lo que es aprendizaje colaborativo, empezaremos por definir lo que significa cooperar. Cooperar, es trabajar juntos para cumplir metas comunes, dentro de las actividades cooperativas, cada individuo busca tanto su bienestar, como el del grupo (Johnson, T. Johnson, W: 1994).

Una vez que se ha hablado de lo que es cooperar daremos una definición del aprendizaje colaborativo según “El Centro de Aprendizaje Coolaborativo de la Universidad de Minnesota”; este aprendizaje es el uso instruccional de pequeños grupos, que trabajan juntos con el fin de obtener el máximo potencial de cada miembro del equipo; esto es simple, ya que se organiza a los estudiantes en grupos, para después recibir instrucciones por parte del profesor. Ellos trabajan juntos, hasta que todos los miembros del mismo la entienden y completan exitosamente los objetivos del trabajo.

Los esfuerzos cooperativos dan como resultado que los participantes se esfuercen por obtener beneficios mutuos en donde: los miembros del equipo ganan de los esfuerzos de todos, reconocen que todos los miembros del grupo comparten un destino común, saben que la actuación de cada individuo es indispensable para el equipo y por último se sienten orgullosos por los logros de algún miembro del equipo (Johnson, T. Johnson, W: 1994).

2.6.1 ¿Por qué usar el aprendizaje colaborativo?

Según el Centro Aprendizaje Cooperativo las metas de aprendizaje de los estudiantes pueden ser estructuradas para promover esfuerzos cooperativos, competitivos e individualistas como ya se menciono anteriormente.

En contraste a las situaciones cooperativas, las situaciones competitivas son aquellas en que los estudiantes trabajan contra otros para lograr sus metas. Dentro de la competencia hay una interdependencia negativa, la cual tiene que ver con los logros de las metas (Johnson & Jonson: 1989). Los estudiantes perciben que ellos pueden alcanzar sus metas si los otros estudiantes fallan en obtener las suyas. El resultado es que los estudiantes no se esfuerzan para ser mejores que sus compañeros, o toman las cosas muy a la ligera, porque piensan que ellos no podrán llegar a ser los mejores de la clase (Johnson, T. Johnson, W: 1994).

En el aprendizaje individualista los estudiantes trabajan solo para cumplir sus metas, las cuales no se encuentran relacionadas con las de sus compañeros, y son evaluados con un mismo criterio. El cumplimiento de las metas de los estudiantes son independientes (Johnson, T. Johnson, W: 1994). Los estudiantes perciben que el logro de sus metas de aprendizaje no se encuentran relacionadas con las de otros (Deutsch, 1962; Johnson & Johnson, 1989 citados en el artículo de Cooperative Learning). El resultado es que se concentran en sus propios intereses y éxitos personales, considerando irrelevantes los triunfos y fracasos de otros.

Existe una larga historia en lo que se refiere a investigación en los esfuerzos tanto cooperativos, competitivos e individuales. Desde la primera investigación en el año 1898 cerca de 600 experimentos y más de 100 estudios relacionados han sido

realizados, para obtener más información de estos estudios revisar Johnson & Johnson, 1989.

Los múltiples estudios que han salido pueden ser clasificados dentro de tres categorías: Logro – productividad, relaciones positivas y psicología de la salud. La investigación claramente indica que la cooperación, comparada con los esfuerzos individuales, tiene como resultados: a) mayores logros y productividad b) mayor cuidado y relaciones más comprometidas c) mayor salud mental, competencia social y autoestima. Esto hace que el aprendizaje cooperativo sea una de las herramientas más valiosas que los educadores tienen (Johnson, T. Johnson, W: 1994).

Según el Centro de Aprendizaje Colaborativo de la Universidad de Minnesota, los educadores estarían equivocados si pensaran en reglas para trabajar juntos, cooperar y ser un equipo, sería suficiente con crear esfuerzos cooperativos entre los miembros del grupo. Colocando a los estudiantes en grupos y diciéndoles que trabajen juntos no significa que obtendrán el éxito esperado, ya que no todos los grupos son cooperativos. Sentarlos en grupos puede dar como resultado una competencia entre los miembros del grupo. Para estructurar las lecciones los estudiantes trabajan de una manera cooperativa entre ellos, esto requiere de un entendimiento de su parte para hacer el trabajo cooperativamente.

Los componentes esenciales de la cooperación son: La interdependencia positiva, interacción directa, responsabilidades tanto grupales como individuales, habilidades para relacionarse en pequeños grupos y procesamiento de grupo (Johnson, Johnson, & Holubec: 1993). Estructurar sistemáticamente aquellos elementos básicos en

situaciones de aprendizaje de grupo, ayuda a garantizar los esfuerzos cooperativos, y permitir la implementación disciplinada del aprendizaje cooperativo para éxitos a largo plazo (Johnson, T. y Johnson, W: 1994). En los siguientes párrafos se describirán algunos de los elementos que propone el Centro de Aprendizaje Colaborativo en la Universidad de Minnesota.

El primer y más importante elemento en la estructura del aprendizaje cooperativo es la interdependencia positiva. La interdependencia positiva es estructurada de manera exitosa, cuando los miembros del grupo perciben que están unidos con los demás de una manera en la cual ellos saben que nadie puede triunfar sin la ayuda de los demás miembros del equipo (Johnson, T. Johnson, W: 1994).

Las metas del grupo, al igual que sus tareas deben ser asignadas y comunicadas a los estudiantes, de forma que ellos crean que todos son importantes (Johnson, T. Johnson, W: 1994). Cuando la interdependencia positiva es solidamente estructurada, lo mejor es que: a) el esfuerzo de cada miembro del grupo es indispensable para el éxito; b) cada miembro del grupo tiene una contribución única que hacer al esfuerzo colectivo. Creando un compromiso al éxito de los miembros del grupo, así como también al suyo, a esto se le conoce como el corazón del aprendizaje colaborativo (Johnson, T. Johnson, W: 1994).

Según Roger, T. y David, W. Johnson *(1994)* la interdependencia positiva existe cuando los estudiantes perciben que ellos son un vínculo con el grupo, en el cual el camino no es tan difícil para lograr el trabajo en conjunto, como también cada estudiante debe coordinar sus esfuerzos con los del grupo para lograr las tareas

deseadas. Una interdependencia positiva promueve una situación en la cual los estudiantes:

1.- puedan ver la ayuda de trabajar en equipo y los beneficios de su trabajo

2.- como también ver que trabajar juntos en pequeños grupos maximiza el aprendizaje de todos los miembros compartiendo sus recursos, para proveer un soporte mutuo, estimularlos a continuar con su trabajo y celebrar sus éxitos juntos.

El segundo elemento básico del aprendizaje cooperativo es promover la interacción, cara a cara. Donde los estudiantes necesitan trabajar juntos en un problema real, en el cual ellos promuevan el éxito de todos, esto se logra compartiendo los recursos, ayudándose, motivándose, apoyándose y aplaudiendo los esfuerzos de cada miembro (Centro de Aprendizaje Colaborativo en la Universidad de Minnesota).

Existen actividades cognoscitivas importantes y dinámicas para cada miembro del grupo, las cuales solo pueden ocurrir cuando los estudiantes promueven el aprendizaje de los demás. Esto incluye: explicaciones orales de la manera de como solucionar problemas, enseñarles conocimiento a otros, revisar que entiendan todos los miembros del equipo, discutir los conceptos que han sido enseñados y conectar el conocimiento pasado con el actual. Cada una de estas actividades pueden ser estructuradas en grupos de tareas y en procedimientos (Johnson, T. Johnson, W: 1994).

El hacer esto ayuda a asegurar que los grupos de aprendizaje colaborativo son tanto un soporte al sistema académico, como un sistema de soporte personal. Esto es a

través de promover el aprendizaje de cada uno de manera directa, y esto permite que los miembros se comprometan entre ellos (Johnson, T. Johnson, W: 1994).

El tercer elemento básico del aprendizaje cooperativo son los logros individuales y de grupo. Dos niveles de logro deben ser estructurados en las lecciones cooperativas. El grupo debe lograr sus metas y cada miembro debe contribuir al logro de las mismas (Centro de Aprendizaje Colaborativo en la Universidad de Minnesota).

El logro individual existe cuando la actuación de cada individuo es valorada y los resultados son dados al grupo, el cual decide con base en el desempeño, cual es el miembro que necesita más ayuda. El propósito de los grupos de aprendizaje cooperativo, es hacer de cada miembro un integrante fuerte. Al aprender los estudiantes juntos, pueden ganar gran competencia individual (Johnson, T. Johnson, W: 1994).

El cuarto elemento básico del aprendizaje cooperativo es enseñar a los estudiantes las habilidades que se necesitan, para trabajar en pequeños grupos y de manera individual. El aprendizaje cooperativo es inherentemente más complicado que el aprendizaje competitivo o el individualista, esto debido a que los estudiantes tienen que comprometerse tanto con la tarea como con el grupo (Centro de Aprendizaje Colaborativo en la Universidad de Minnesota).

Las habilidades sociales para un trabajo cooperativo eficaz no aparecen de la nada cuando se aplica este aprendizaje, en lugar de esto las habilidades sociales deben ser enseñadas a los estudiantes solo con el propósito académico. Liderazgo, toma de decisiones, construcción de la confianza, comunicación y habilidades de manejo de

conflictos, hacen que los estudiantes manejen de manera exitosa tanto el trabajo en equipo como la tarea (Johnson, T. Johnson, W: 1994).

El quinto elemento básico del aprendizaje cooperativo son los procedimientos de grupo. Los procedimientos de grupo existen cuando los miembros del grupo logran sus metas y mantienen efectivas las relaciones laborales (Centro de Aprendizaje Colaborativo en la Universidad de Minnesota).

Los grupos necesitan describir que acciones de los miembros ayudan y cuales no, y estos también hacen decisiones acerca de que comportamientos deben seguir y cuales irse. El aprovechamiento continuo del proceso de aprendizaje, da como resultado el análisis detallado de cómo los miembros están trabajando juntos, y determina como puede ser incrementada la eficiencia del grupo (Johnson, T. Johnson, W: 1994).

2.7 Diseño de ambientes de aprendizaje.

Según el artículo de “Ambientes de aprendizaje Computarizado” donde Morales, C.; González, I.; Carmona, V.; Soto, C.; Torres, K.; López, O.; Zárate, M. (2000) nos dicen que los ambientes de aprendizaje fueron concebidos originalmente como “todos aquellos elementos físico-sensoriales, tales como la luz, el color, el sonido, el espacio, el mobiliario, etc., que caracterizan el lugar donde un estudiante ha de realizar su aprendizaje. Este entorno debe estar diseñado de modo que el aprendizaje se desarrolle con un mínimo de tensión y un máximo de eficacia” (Husen y Postlethwaite: 1989).

El ambiente es concebido como construcción diaria, reflexión cotidiana, singularidad permanente que asegure la diversidad y con ella la riqueza de la vida en relación (Ospina, H: 1999).

En la actualidad hay diversas maneras de concebir a un ambiente de aprendizaje en la educación formal (Moreno *et al.*, 1998), que contemplan, no solamente los espacios físicos y los medios, sino también los elementos básicos del diseño instruccional.

Al parecer, existen al menos cinco componentes principales que lo conforman: el espacio, el estudiante, el asesor, los contenidos educativos y los medios (Morales, C.; González, I.; Carmona, V.; Soto, C.; Torres, K.; López, O.; Zárate, M: 2000). Los ambientes de aprendizaje son planeados para responder a diversas necesidades: el individuo que aprende en su propio espacio, el grupo que aprovecha las herramientas tecnológicas y los conocimientos en la dinámica de una interrelación directa entre sus integrantes, el grupo que se relaciona en un espacio virtual, etcétera.

Además del mundo de relaciones, los ambientes de aprendizaje pueden enfatizar uno o varios de sus componentes: los asesores, tutores o monitores, los estudiantes, los medios tecnológicos, etc. Para ser más precisos, estos ambientes dependen en gran medida de los medios, para la estructuración de la propuesta pedagógica y toca a los docentes y estudiantes su consolidación y aplicación (Morales, C.; González, I.; Carmona, V.; Soto, C.; Torres, K.; López, O.; Zárate, M: 2000).

En un ambiente educativo, los estudiantes aprenden contenidos de matemáticas, arte o ciencias pero también desarrollan habilidades intelectuales asociadas a esos aprendizajes tales como representar la realidad, elaborar juicios de valor, razonar, inventar o resolver problemas de varios tipos. Al mismo tiempo que aprenden otras habilidades de comunicación que son importantes en su proceso de socialización (Morales, C.; González, I.; Carmona, V.; Soto, C.; Torres, K.; López, O.; Zárate, M: 2000). Cuando se diseñan ambientes de aprendizaje se debe tomar en cuenta la necesidad de modificar actitudes, ideas y mecanismos tradicionales entre docentes y estudiantes.

Según Duarte J. (2003) en su artículo de "Ambientes de Aprendizaje, una aproximación conceptual" se mencionan algunas necesidades, que ayudaran en la creación de ambientes de aprendizaje las cuales son:

- Delimitar los conceptos que se exploran, estudian y aprenden significativamente.
- Ser estructurados por los docentes, de tal manera que los estudiantes puedan abordar el aprendizaje, de manera sistémica y flexible para permitir la tendencia hacia el autoaprendizaje.
- Ser propicios al diálogo, la interacción y la reflexión, estimulantes y retadores, gerenciados con propósitos y oportunidades para que sean realmente efectivos y creadores.
- Incorporar herramientas y materiales didácticos basados en las tecnologías de la información, y comunicación en el proceso enseñanza / aprendizaje.
- Permitir al docente aplicar, adaptar y/o crear estrategias y técnicas didácticas.
- Permitir la interacción entre los participantes de este entorno.

2.8 Aprendizaje situado.

Lave (1996) propone que la forma en la cual ocurre regularmente el aprendizaje es una función de la actividad, del contexto y de la cultura en la cual tiene lugar. Esto contrasta con las actividades de aprendizaje en el salón de clases tradicional, las cuales envuelven conocimiento, siendo regularmente presentado de una forma abstracta y fuera de contexto.

El aprendizaje situado usualmente no es intencional, sino que es deliberado. Estas ideas, son lo que Lave y Wenger (1991) llaman el proceso de “legitimar la participación periférica”. Otros investigadores, desarrollaron la teoría de aprendizaje situado. Brown, Collins y Duguid (1989), ellos enfatizaron la idea de aprendizaje cognitivo el cual nos dice que:

El aprendizaje cognitivo, sostiene al aprendizaje en un dominio, esto lo logra activando a los estudiantes para adquirir, desarrollar y usar las herramientas cognitivas en un dominio autentico de actividad. El aprendizaje se realiza tanto dentro, como afuera de la escuela, logrando avances a través de la interacción colaborativa y social, además de la construcción social del conocimiento.

Brown (1989), también enfatiza la necesidad de una nueva epistemología del conocimiento; una que enfatice una percepción activa sobre conceptos y representaciones. Algunas teorías, abogan fuertemente por el diseño de ambientes de aprendizaje en escuelas, que se centren en los conceptos del aprendizaje cognitivo (Brown, Collins y Duguid: 1989). El aprendizaje situado, es una teoría general de adquisición de conocimiento. La cual ha sido aplicada en un contexto de tecnología, basada en actividades de aprendizaje que se concentran, en habilidades para solucionar problemas (Conginición y grupo de tecnología en Vanderbilt: 1993).

Esta manera de percibir el aprendizaje nos muestra el interés y la relación que existe entre el aprendizaje y las situaciones sociales donde se da el aprendizaje (Lave y Wenger: 1991). Esta forma de entender el aprendizaje forma parte de un área conocida como constructivismo social. Brown, Collins y Duguid (1989) determinan que el aprendizaje situado se basa en la idea de que el conocimiento está relacionado con la situación en la cual se adquiere y se usa.

De esta forma podemos decir que “se ve el aprendizaje como un proceso de aculturación, es decir no sólo se aprende conocimiento sino también lo que significa ser matemático, físico o historiador” (Santos, A: 2003). Por lo que esta teoría de aprendizaje se basa en la creencia de que el aprendizaje, los procesos cognitivos y el contexto son parte del ambiente de aprendizaje constructivista (Santos, 2000).

2.9 Propuesta Teórica de Seymour Papert.

Para la investigación y creación del programa de software Educativo de la capacitación de los profesores del LTP, nos basaremos en la propuesta teórica de Symour Papert, este es un investigador y matemático norteamericano discípulo de Jean Piaget, Papert es uno de los pioneros de la Inteligencia Artificial, e internacionalmente reconocido como el creador del concepto de que las computadoras pueden cambiar el aprendizaje. A comienzos de los años 60´s, Papert se vinculó al Massachusetts Institute of Technology (MIT), en donde fundó junto a Marvin Minsky el Laboratorio de Inteligencia Artificial (http://www.papert.org/).

Según el artículo “Constructivism and Costructionism: Building Knowledge by Building Things” (2004) nos habla acerca de la relación entre el Constructivismo y el Construccionismo y dice lo siguiente. Papert desarrolló la propuesta teórica del aprendizaje llamada construccionismo. Esta se basa en la idea constructivista de que podemos construir nuestro propio conocimiento, y en que es más significativo cuando nos involucramos en la construcción de éste. La postura teórica de Papert está muy en sintonía con el constructivismo trabajado por Jean Piaget, algunos de sus colegas, y su instituto en Ginebra Suiza. Ellos nos dicen que el conocimiento no es simplemente “adquirido” por los niños paso a paso, sino construido dentro de estructuras robustas y coherentes llamadas: “Estructuras de conocimiento”. Los niños construyen estas estructuras, basados en su experiencia en el mundo. Piaget descubrió que los niños, no son solamente observadores pasivos de experiencias de información, sino también constructores activos de teoría.

La teoría de conocimiento de Piaget, estipula que el conocimiento es construido por el niño, y esto es conocido como constructivismo. Al niño no se le ve como un vaso

vacío, al cual se le puede poner conocimiento. En lugar de esto, se les ve como constructores de teoría, los cuales construyen y reorganizan el conocimiento basados en sus experiencias con el mundo (The Lego Group: 2004).

Seymour Papert y Piaget, fueron colegas a finales de los 50's y principios de los 60's. Seymour Papert, estaba convencido de la teoría del construcctivismo de Piaget, pero quería extender esta teoría de conocimiento, al campo de la teoría del aprendizaje y al de la educación (http://www.papert.org/).

Papert quería crear un ambiente de aprendizaje que fuera más acorde con las teorías de Piaget. También dijo que los ambientes convencionales en las escuelas son demasiado estériles, pasivos y dominados por la instrucción. Estos ambientes no permiten a los niños ser los constructores activos que él sabe que pueden ser (The Lego Group: 2004).

Según el artículo "Constructivism and Costructionism: Building Knowledge by Building Things" (2004) Papert eventualmente llamó a su teoría "construccionismo" la cual incluye todo lo asociado con la teoría constructivista de Piaget. Sin embargo, fue más lejos al afirmar que el aprendizaje constructivista ocurre de manera correcta cuando las personas son convencidas para construir un producto, algo externo a ellos, como un castillo de arena, una máquina, un programa computacional o un libro (The Lego Group: 2004). Cuando las personas construyen algo en el mundo exterior, simultáneamente construyen teorías y conocimientos en sus mentes. Este nuevo conocimiento, los capacita para construir cosas aún más sofisticadas en el mundo

exterior, lo cual genera más conocimiento, además de un ciclo de reforzamiento (The Lego Group: 2004).

El aprendizaje ocurre de manera correcta cuando construimos de manera activa algo externo para nosotros. Según el artículo Constructivism and Costructionism: Building Knowledge by Building Things" (2004), Papert comenzó a pensar acerca del construccionismo a finales de los 60's, después de observar a un grupo de estudiantes que se comprometieron en una clase de arte. La experiencia dejó en él una gran impresión. Según Papert varias cosas lograron esto: el nivel de compromiso de los niños, los elementos de creatividad y la originalidad en los productos usados, la interacción y colaboración entre los niños, y el sentido de diversión que permitía la experiencia (The Lego Group: 2004).

Papert se dio cuenta de que esto no ocurría en las clases de matemáticas, ya que eran tan diferentes a estas clases de arte. El observó que las clases de matemáticas, comparadas con las de arte eran: torpes, aburridas, nada comprometedoras, pasivas, dominadas por la instrucción y nada divertidas, por lo que el se preguntaba por qué se daba esto, él sabía que las matemáticas eran excitantes, todo un reto, comprometedoras y creativas (The Lego Group: 2004).

Las observaciones de Papert en la clase de arte, lo llevaron en una jornada de varios años, para diseñar unas clases de matemáticas más construibles. Él sabía que tenía que trabajar con medios más sofisticados y poderosos para que diera resultado con las clases de matemáticas y no solo en las clases de arte (The Lego Group: 2004).

En los 70's, Papert y sus colegas diseñaron un lenguaje de programación llamado Logo, el cual permitía a los niños usar las matemáticas para construir materiales para crear dibujos, animaciones, música, juegos, simulaciones, (entre otras cosas) en la computadora (http://www.papert.org/).

Según el artículo "Constructivism and Costructionism: Building Knowledge by Building Things" (2004) Papert decía, el mejor aprendizaje no viene de encontrar mejores maneras de enseñar para los maestros, sino de darle a los aprendices mejores oportunidades de construir. El construccionismo es la construcción sobre la suposición de que los niños harán lo mejor por encontrar ellos mismos el conocimiento específico que necesitan (The Lego Group: 2004).

Aún cuando el construccionismo de Papert se construye sobre el constructivimo de Piaget, con el tiempo Papert vio algunas desventajas en la teoría de Piaget (The Lego Group: 2004). Según el artículo "Constructivism and Costructionism: Building Knowledge by Building Things" (2004) en el año de 1990, Papert escribió acerca de la mayor contribución de Piaget, la cual fue el reconocimiento de la importancia de lo que el llama pensamiento concreto. Como también nos habla de su mayor debilidad, que fue su resistencia a no evaluar el sistema que pone al pensamiento formal en la cima. Esta resistencia lo lleva a ver al pensamiento concreto, como el pensamiento infantil, y lo mantiene fuera de apreciar el máximo alcance de su descubrimiento, el concreto, como una forma universal de razón humana. (Papert: 1990)

Papert vio la noción de "pensamiento concreto,"no como una etapa que crece fuera del niño, sino como un estilo de pensamiento que tiene sus beneficios y usos, al

igual que un pensamiento formal o lógico tiene sus beneficios y usos. En otras palabras, a diferencia de Piaget, él no ve al pensamiento concreto como un equivalente cognitivo de los niños, más bien ve al pensamiento concreto como, un modo de pensamiento complementario más abstracto (The Lego Group: 2004).

Como se menciona en el artículo “Constructivism and Costructionism: Building Knowledge by Building Things” es un gran error según Papert, renunciar al pensamiento concreto a favor de un pensamiento puramente abstracto, al hacer esto se garantizaría a la persona fuera de los modos de valor de pensamiento, y caminos al conocimiento no accesados por otros medios (The Lego Group: 2004). De esta manera, el construccionismo, no es sólo una teoría acerca de facilitar el aprendizaje de los niños, también se aplica a los adultos. El construccionismo es una manera de hacer ideas formales y abstractas, relaciones más concretas, más visuales, más tangibles, más manipulables y más entendibles (Constructivism and Costructionism: Building Knowledge by Building Things: 2004).

Como ejemplo de actividades de aprendizaje construccionista, Papert presenta algunos ejemplos para la construcción del conocimiento tales como: Lego, trabajo con la computadora programando en LOGO diseñado por Papert y sus colegas para usos educacionales (The Lego Group: 2004).

Dentro de su propuesta teórica surgió el concepto de micromundos, que son definidas por él mismo, como pedazos de ambientes reales simulados en una computadora, dentro de los cuales las personas pueden descubrir y explorar (Papert: 1980).

Los Micromundos son ambientes que facilitan el aprendizaje mediante construcciones complejas a partir de materiales simples. Estos también facilitan la creatividad, desarrollan el pensamiento lógico y permiten la creación de ambientes de aprendizaje, creativos, colaborativos e interactivos, basados en el desarrollo de proyectos (Papert: 1980).

Según Papert (1980), los niños pueden desarrollar conceptos complejos si se les provee del ambiente y las actividades propicias para ello, manipulando objetos materiales y construyendo cosas con ellos mediante retos que les promuevan la necesidad de resolver problemas. Los micromundos fomentan a los estudiantes para aprender habilidades y actitudes que ayudaran en su aprendizaje.

El programa Logo es un ejemplo de un micromundo donde los alumnos reciben instrucciones y herramientas simples para crear sus propios proyectos. El diseño abierto y constructivista de este programa compromete a los alumnos con el proceso de aprendizaje, y asegura que la creación de proyectos sea una experiencia significativa para los alumnos, como también favorecer en el desarrollo de habilidades mentales básicas relacionadas con la solución de problemas (http://www.papert.org/).

La propuesta básica de Papert es que los alumnos “pueden aprender las “ideas poderosas” que anteponen a los procesos cognitivos, relacionados con el razonamiento y la solución de problemas, aprendiendo dentro de un micromundo que ellos pueden controlar” (Winn & Zinder, 1996, citados por Santos; 2003).

A partir de las propuestas de Papert, sus colegas y el, trabajando con el Media Lab del MIT, han desarrollado toda una serie de dispositivos que permiten a la gente desarrollar sus habilidades cognitivas al usarlos para construir prototipos, que hagan concretas sus ideas. Por ejemplo, Bakhtiar Mikhak (2002) ha desarrollado herramientas de bajo costo que permiten a los alumnos inventar dispositivos diferentes, incluso más difíciles con el fin de resolver problemas y que el aprendizaje que obtengan, sea significativo para ellos.

Otro ejemplo de estas herramientas es “La Torre”, que consiste en una serie de capas con diferentes capacidades electrónicas, y cada capa puede tener diversos usos como; almacenamiento de datos, desplegar información, entre otras. De esta manera, la persona puede construir prototipos de dispositivos al ir conectando una capa encima de la otra (Para obtener más información ver la pagina (http://gig.media.mit.edu/projects/tower/).