

ROBÓTICA PEDAGÓGICA VIRTUAL PARA LA INTELIGENCIA COLECTIVA

Enrique RUIZ-VELASCO SÁNCHEZ

Instituto de Investigaciones sobre la Universidad y la Educación
Universidad Nacional Autónoma de México

Julieta Valentina GARCÍA MÉNDEZ

Coordinación de Universidad Abierta y Educación a Distancia
Universidad Nacional Autónoma de México

Leobardo Antonio ROSAS CHÁVEZ

Coordinación de Universidad Abierta y Educación a Distancia
Universidad Nacional Autónoma de México

Resumen

Esta comunicación aspira a dar cuenta de los resultados parciales de un proyecto de investigación sobre el diseño de entornos virtuales de aprendizaje con robótica pedagógica para la inteligencia colectiva, favorecido por la Dirección General de Asuntos del Personal Académico de la Universidad Nacional Autónoma de México. En efecto, se mostrará cómo se conformaron comunidades de aprendizaje virtual, cuál fue su mecánica de trabajo y cómo pudieron colaborar para replantear y facilitar de manera diferente la relación educativa, permitiéndoles a los estudiantes, utilizar las nuevas técnicas de comunicación en mundos virtuales, privilegiar el pensamiento en red para la inteligencia colectiva, y lograr sus objetivos de creación de robots educativos como lo plantea la robótica pedagógica virtual.

Para dar cuenta de este proceso de creación de conocimiento, se recordarán los fundamentos de la robótica pedagógica y mediante la ejemplificación de algunas situaciones didácticas, se demostrará cómo la utilización de las tecnologías de la información y la comunicación para el conocimiento (TICC) les permitieron a los estudiantes la concentración y expansión de sus esfuerzos intelectuales, multiplicando sus capacidades de imaginación y creatividad para llevar a cabo sus experiencias, para realizar una construcción colectiva donde la tarea propuesta por el tutor de desarrollar un robot pedagógico estableció una nueva relación y configuración educativas: uno para todos y todos para uno; aprender junto con los otros; aprender a ser y aprender a negociar en tiempo real y aprender a probar, a experimentar, a explorar y a investigar diferentes soluciones prácticas a la problemática compleja presentada al inicio de la experiencia. En este caso, se trató de la construcción de robots pedagógicos en y desde la virtualidad.

Fundamentos de la robótica pedagógica

Es a partir de 1975 que aparece una primera utilización con fines pedagógicos de la robótica. Se trataba en esa época de desarrollar un sistema de control automatizado de administración de experiencias en laboratorio en el campo de la Psicología. De estas investigaciones emergió el concepto de encargado-robot (Nonnon, Laurencelle; 1984).¹

El encargado-robot es un sistema que tiene por objetivo hacer trivial la preparación de experiencias de laboratorio en el dominio de la psicología experimental. El alumno cambia de campo de experimentación cambiando únicamente de programa. El alumno puede entonces en cada campo configurar un gran número de experiencias, modificando los parámetros a través del teclado de la computadora. Una vez que el estudiante inicia la experimentación, la computadora es quien se encarga de controlar el desarrollo, de hacer la adquisición de los datos y de presentarlos en forma de cuadros y de gráficas en la pantalla de la computadora.

¹ Nonnon, P., Laurencelle, L. (1984). 'L' appareil-robot et la pédagogie des disciplines expérimentales: *Spectre*. No. 22 pp. 16-20.

Martial Vivet (1990), del Laboratorio de Informática de la Universidad de Maine, define a la **micro-robótica pedagógica** como "... una actividad de concepción, creación/puesta en práctica, con fines pedagógicos, de objetos técnicos físicos que son reducciones bastante fiables y significativas de procedimientos y herramientas robóticas realmente utilizadas en la vida cotidiana, particularmente en el medio industrial".²

Es así que podemos pensar a la robótica pedagógica "...como una disciplina que permite concebir, diseñar y desarrollar robots educativos para que los estudiantes se inicien desde muy jóvenes en el estudio de las ciencias y la tecnología. La robótica pedagógica se ha desarrollado como una perspectiva de acercamiento a la solución de problemas derivados de distintas áreas del conocimiento como las matemáticas, las ciencias naturales y experimentales, la tecnología y las ciencias de la información y comunicación entre otras. La robótica pedagógica integra diferentes áreas del conocimiento. Esa integración es facilitada por el mismo robot y se vuelve significativa la conexión entre la acción concreta y la codificación simbólica de las acciones, utilizando robots pedagógicos. Se trata de crear las condiciones de apropiación de conocimientos y permitir su transferencia en diferentes áreas del conocimiento. La robótica pedagógica privilegia el aprendizaje inductivo y por descubrimiento guiado. La inducción y el descubrimiento guiado se aseguran en la medida en que se diseñan y experimentan un conjunto de situaciones didácticas constructoristas"³

Es a partir de estas definiciones, que se han realizado muchas investigaciones y trabajos que pretenden contribuir al desarrollo de un marco teórico y conceptual en educación para la robótica pedagógica, así como para la construcción de entornos de aprendizaje en distintos medios y niveles.

La robótica pedagógica como disciplina integradora de distintas áreas del conocimiento

Un objetivo tecnológico primordial de la robótica pedagógica es, mediante un uso pedagógico de la computadora, la generación de entornos tecnológicos ricos, que permitan a los estudiantes la integración de distintas áreas del conocimiento para la adquisición de habilidades generales y de nociones científicas, involucrándose en un proceso de resolución de problemas con el fin de desarrollar en ellos un pensamiento sistémico, estructurado, lógico y formal.

Se trata de ubicar al estudiante en un medio ambiente tecnológico (mismo que le permitirá la manipulación concreta de objetos reales) de tal suerte que sea capaz de iniciar un proceso de resolución de problemas, es decir, que a partir de la realidad en la que se encuentra, el alumno podrá percibir los problemas, imaginar soluciones, formularlas, construirlas y experimentarlas con el doble objetivo de comprender y proponer o mejorar la solución propuesta.

El desafío es más bien controlar **-jugar con-** lo real que intentar inmediatamente una interpretación abstracta del fenómeno. Se trata de desarrollar en el estudiante un pensamiento estructurado, que le permita encaminarse hacia el desarrollo de un pensamiento más lógico y formal.

La robótica pedagógica como un entorno tecnológico que permite un uso creativo del aula y de los procesos de enseñanza-aprendizaje

Dado el carácter polivalente y multidisciplinario de la robótica pedagógica, ésta puede ayudar en el desarrollo e implantación de una nueva cultura tecnológica en todos los

² Vivet, M. (1989). "Robotique pédagogique. Soit, mais pour apprendre quoi?" Actas del Primer Congreso Francófono de Robótica Pedagógica. Le Mans, 30-8-1/9.

³ Ruiz-Velasco, E. (1989). Un robot pédagogique pour l'apprentissage de concepts informatiques. Tesis doctoral. Facultad de Estudios Superiores. Universidad de Montreal. Canadá.

países, permitiéndoles el entendimiento, mejoramiento y desarrollo de sus propias tecnologías.

Uno de los principales objetivos de la robótica pedagógica es la generación de entornos de aprendizaje basados fundamentalmente en la actividad de los estudiantes. Es decir, ellos podrán concebir, desarrollar y poner en práctica diferentes robots educativos que les permitirán resolver algunos problemas y les facilitarán al mismo tiempo, ciertos aprendizajes. En otras palabras, se trata de crear las condiciones de apropiación de conocimientos y permitir su transferencia en diferentes campos del conocimiento. Tomando en cuenta lo anterior, podemos observar que la robótica pedagógica se ha desarrollado como una perspectiva de acercamiento a la solución de problemas derivados de distintas áreas del conocimiento como las matemáticas, las ciencias naturales y experimentales, la tecnología y las ciencias de la información y la comunicación, entre otras.

Innumerables intentos didácticos se han realizado para dar cuenta de los procesos que facilitan la apropiación cognitiva. Empero, pocos se han inspirado en los trabajos de la Epistemología y la Psicología Genética. Éstas han brindado diferentes posibilidades poco explotadas por otras corrientes pedagógicas.

La robótica pedagógica se fundamenta en las ideas principales que están a la base de la Epistemología y la Psicología Genética y de otras teorías conceptuales y de didácticas especiales.

La robótica pedagógica privilegia el aprendizaje inductivo y por descubrimiento guiado. La inducción y el descubrimiento guiado se aseguran en la medida en que se diseñan y se experimentan un conjunto de **situaciones didácticas constructoristas** mismas que permitirán a los estudiantes construir su propio conocimiento.

La robótica pedagógica se inscribe en una teoría cognoscitivista de la enseñanza y del aprendizaje. El aprendizaje se estudia en tanto que proceso constructivista y es doblemente activo. Activo por una parte, en el sentido de demandar al estudiante ser activo desde el punto de vista intelectual; y por otra parte, solicita que el estudiante sea activo, pero desde el punto de vista motriz (sensorial). Asimismo, el proceso constructivista le da la importancia que se merece al error. Aquí el error es un accionador fundamental que permite al estudiante equivocarse y probar distintas alternativas de solución.

Bondades cognoscitivas de la robótica pedagógica⁴

Enumeramos enseguida, algunas de las principales bondades cognoscitivas de la robótica pedagógica:

- a) Integración de distintas áreas del conocimiento
- b) Operación con objetos manipulables, favoreciendo el paso de lo concreto hacia lo abstracto
- c) Apropiación por parte de los estudiantes de distintos lenguajes (gráfico, icónico, matemático, natural, etcétera) como si se tratara del lenguaje matemático
- d) Operación y control de distintas variables de manera síncrona
- e) El desarrollo de un pensamiento sistémico y sistemático
- f) Construcción y prueba de sus propias estrategias de adquisición del conocimiento mediante una orientación pedagógica
- g) Creación de entornos de aprendizaje
- h) El aprendizaje del proceso científico y de la representación y modelización matemáticas
- i) Creación de un ambiente de aprendizaje lúdico y heurístico

a) Integración de distintas áreas del conocimiento

⁴ Ruiz-Velasco, E. (1998). Robótica pedagógica. Sociedad Mexicana de Computación en la Educación. México.

En efecto, la construcción de un robot pedagógico requiere del conocimiento de muy diversas áreas. Por mencionar algunas, es necesario tener conocimientos de mecánica para poder construir la estructura del robot pedagógico. También se requieren conocimientos de electricidad para poder animar desde el punto de vista eléctrico al robot pedagógico. Asimismo, es importante tener conocimientos de electrónica para poder dar cuenta de la interfaz de comunicación entre la computadora y el robot pedagógico. Finalmente, es necesario tener conocimientos de informática para poder desarrollar un programa en cualquier lenguaje de programación que permita controlar al robot pedagógico. No debemos olvidar que este conocimiento no puede estar atomizado o fragmentado. Es necesario integrarlo en el momento del desarrollo del robot pedagógico. Es aquí justamente, que la robótica pedagógica muestra una de sus principales bondades, al permitir integrar distintas áreas del conocimiento, en un proyecto que requiere de un buen ejercicio de integración y que en este caso, la construcción misma de un robot pedagógico, es un excelente pretexto para lograr esta integración desde el punto de vista cognitivo y tecnológico.

b) Operación con objetos manipulables, favoreciendo el paso de lo concreto a lo abstracto

Aquí se trata de favorecer el desarrollo de estrategias propias de resolución de problemas por parte del sujeto cuando opere directamente con el robot pedagógico, para llegar por esta vía a formas de conocimiento más ricas y significativas para él. Esto se logra, mediante la posibilidad de permitir que se ejerza la acción del sujeto sobre los objetos, lográndose con esto que los sujetos enriquezcan sus diferentes representaciones del objeto que manipularon y puedan, a partir de estas acciones, llegar a resultados objetivos comunes y, por abstracción reflexiva, construir conceptos también comunes, manteniendo evidentemente, la diversidad en sus representaciones.

c) Apropiación por parte de los estudiantes de distintos lenguajes (gráfico, icónico, matemático, natural, etcétera) como si se tratara del lenguaje matemático

Otra de las principales bondades de la robótica pedagógica es la simultaneidad de la representación gráfica en la pantalla de la computadora, entre el fenómeno de la vida real que se está reproduciendo y su simulación gráfica. Con ello se asegura que los estudiantes se estén apropiando del lenguaje gráfico, como si se tratara del lenguaje matemático. El lenguaje gráfico, al igual que el lenguaje matemático, es un lenguaje universal. Desde el punto de vista cognitivo, tiene muchas bondades. Es más fácil la lectura, la memorización y la interpretación de una gráfica normal o de un icono, que el aprendizaje de memoria de un conjunto de números que muchas veces no podemos interpretar o memorizar, puesto que nuestra memoria a corto plazo está limitada. Esto tiene dos ventajas: la primera, la liberación de espacio en nuestra memoria a corto plazo, espacio que podremos dedicar a la solución del problema en cuestión y; la segunda, el aprendizaje y uso de un nuevo lenguaje, el lenguaje icónico-gráfico, como si se tratara del lenguaje matemático.

d) Operación y control de distintas variables de manera síncrona

Aquí se repite el esquema de integración y uso de varias variables al mismo tiempo. Esto es mediante la representación gráfica del fenómeno y la posibilidad de observarlo en la vida real. Aunque miniaturizado, la robótica pedagógica nos permite manipular, operar y controlar varias variables de manera síncrona. Una vez que iniciamos el proceso de reproducción del fenómeno en estudio a través del robot pedagógico, inmediatamente, se comienzan a controlar varias variables que están interactuando en forma paralela y concurrentemente. Una primera visualización es realizada sobre el fenómeno reproducido y otra segunda visualización es realizada sobre la gráfica que

se está construyendo en la pantalla de la computadora, como resultado del fenómeno estudiado. Realmente, aquí podremos visualizar física y mentalmente la interacción entre varias variables. Pensemos en el caso de las marionetas robotizadas de LaPalme y Bélanger⁵.

e) El desarrollo de un pensamiento sistémico y sistemático

Permitir que los estudiantes logren desarrollar sus estructuras cognitivas de la manera más completa posible, se hace evidente en la aplicación de la robótica pedagógica. El desarrollo de una actividad en robótica pedagógica para la solución de un problema planteado mediante el control de un robot pedagógico, va a solicitar que el estudiante tenga siempre presente, que el sistema en cuestión, está formado por un conjunto de partes, mismas que constarán de variables específicas y éstas están en interacción constante y que la variación de alguna de ellas, influye necesariamente en las otras, es decir, que son interdependientes.

f) Construcción y prueba de sus propias estrategias de adquisición del conocimiento mediante una orientación pedagógica

La robótica pedagógica brinda la posibilidad de que el alumno construya su propia estrategia de adquisición del conocimiento a través de una orientación pedagógica que no lo limite a ser un receptor pasivo de conceptos. Algunos conceptos no son tan fáciles de asimilar cognitivamente dada su complejidad. Esta posibilidad se inicia permitiendo al estudiante la manipulación directa sobre el objeto, esto es, haciendo énfasis en la actividad del sujeto durante la interacción con los objetos de conocimiento. Es gracias a las estructuras cognitivas diferenciales, que se delimitará el tipo de aprehensión de la realidad por parte del sujeto.

g) Creación de entornos de aprendizaje

La posibilidad de creación de entornos de aprendizaje mediante la robótica pedagógica se ha constituido en una herramienta poderosa desde el punto de vista cognitivo, para permitir la creación de mejores condiciones de apropiación del conocimiento. Esto porque permite la observación, exploración y reproducción de fenómenos precisos y reales; favorece la interactividad alumno-computadora-robot-profesor; pone en relación los comandos de ejecución y su consecuente reacción o resultado. El estudiante es confrontado inmediatamente con su error, si es que este existe. Se vuelven mucho más ricas y motivantes todas y cada una de las acciones y reacciones de los protagonistas del proceso de enseñanza-aprendizaje. Se pueden ejecutar una infinidad de veces los procesos o los fenómenos en estudio, hasta que el estudiante esté satisfecho de los resultados de las hipótesis generadas por él mismo.

h) El aprendizaje del proceso científico y de la representación y modelización matemáticas

Mediante el hecho de enfrentar a los estudiantes ante un problema y que ellos tengan que resolverlo, la robótica pedagógica les permite, por medio de las manipulaciones concretas, llegar a la construcción de ciertas operaciones mentales. Es decir, al ser convocados por una situación didáctica, la robótica pedagógica en un medio ambiente de experiencias constructivistas, controladas y aceleradas artificialmente, permitirá la transformación de actividades abstractas en actividades concretas, controlables y manipulables. Los objetos mentales se vuelven controlables, manipulables y tienen su correspondiente en la vida real, cuando los estudiantes son capaces de producir un resultado, ya sea mediante la posibilidad de teclear un cierto comando, generar una gráfica, o hacer un cambio de parámetros de alguna variable en estudio. Un ejemplo

⁵La Palme, J.B., Bélanger, M. (1992). "Las implicaciones del paralelismo en robótica pedagógica", en Ruiz-Velasco, E. (Coord). Robótica Pedagógica. CISE-UNAM. México.

de ello es el prototipo del elevador-robot, desarrollado por Enrique Ruiz Velasco en 1989 en la Universidad de Montreal y que se ha utilizado en distintos espacios de formación profesional.

i) Creación de un ambiente de aprendizaje lúdico y heurístico

Otra de las bondades de la robótica pedagógica se refiere a la posibilidad de permitir la creación de un ambiente de aprendizaje lúdico y heurístico como un espacio real, diseñado *ex profeso* para aprovechar y potenciar al máximo las virtudes de las tecnologías de la información, la comunicación y el conocimiento durante la concepción, diseño y desarrollo de un robot pedagógico. Esto es, concebir, diseñar y desarrollar un robot pedagógico utilizando las tecnologías disponibles en el laboratorio de robótica pedagógica implica el despliegue de un modelo de información, comunicación y conocimiento apoyado en la tecnología no como simple herramienta, sino como un proceso con dimensiones epistemológicas (psico-pedagógicas y tecnológicas). La robótica pedagógica se vuelve entonces un actuar tecnológico, un saber comunicar y un saber hacer. Los estudiantes no saben al principio bien a bien cómo construirán sus robots pedagógicos. No obstante, desarrollarán toda una serie de heurísticas que les permitirán concluir satisfactoriamente su robot pedagógico. Esto es, los alumnos poco a poco irán afinando su facultad de descubrimiento e inventando el camino a seguir para echar a andar y controlar su robot pedagógico, haciendo gala de su capacidad lúdica, festiva, de imaginación y de creatividad.

La robótica pedagógica como un entorno de aprendizaje cooperativo y colaborativo

En el laboratorio de robótica pedagógica se privilegia un proceso de aprendizaje colaborativo en donde los estudiantes colaboran para los aprendizajes del grupo, y de la misma manera, el grupo colabora para los aprendizajes de los estudiantes.

En el aprendizaje cooperativo se trabaja en equipo y cada equipo contribuye a la obra colectiva. Básicamente la estructura de la actividad pedagógica es impuesta. La experimentación y la exploración son guiadas por el profesor de acuerdo con la estructura.

En el aprendizaje colaborativo el aprendizaje individual es resultado de las actividades del grupo o comunidad. El estudiante comparte los recursos con el grupo y utiliza el trabajo realizado en grupo para aprender. Aquí la estructura de la actividad pedagógica es flexible y abierta. Los recorridos de la experimentación, la exploración, la concepción, el diseño y el desarrollo de prototipos robóticos son libres.

La robótica pedagógica para el desarrollo e implantación de una nueva cultura tecnológica

Dado el carácter polivalente y multidisciplinario de la robótica pedagógica, ésta puede ayudar en el desarrollo e implantación de una nueva cultura tecnológica en todos los países permitiéndoles el entendimiento, mejoramiento y desarrollo de sus propias tecnologías. Estos proyectos se pueden relacionar con distintas disciplinas tanto del área de las ciencias duras como sociales o combinaciones de ambas. Por ejemplo: biotecnología, química, física, biología, informática, robótica, matemáticas, geometría, ciencias de la tierra, geografía, historia, ciencias y técnicas de la medición, instrumentación, ingeniería, adquisición de datos, geofísica, neurociencias, electricidad, electrónica, lenguajes, geología, medicina, economía, administración, etcétera. Esto dado que existen una gran variedad de proyectos que pueden realizarse a partir de materiales de reciclaje y recuperación en un entorno *ad hoc* como resulta ser el laboratorio de robótica pedagógica.

Reflexiones de orden didáctico sobre la robótica pedagógica

Algunas de las problemáticas que dan cuerpo a las consideraciones de orden didáctico para el estudio de la robótica pedagógica son: la necesidad de proveer de herramientas susceptibles de favorecer el pasaje de lo concreto hacia lo abstracto; de controlar varias variables simultáneamente en el estudio de diversos fenómenos; de dotar a los estudiantes de bases científico y tecnológicas que les permitan avanzar junto con la ciencia y la tecnología; de crear entornos *ad hoc* que privilegien la inducción sobre la deducción y de integrar distintas disciplinas para la consecución de un proyecto. Aquí la computadora juega un rol esencial, puesto que va a permitir la conexión del fenómeno con una representación más abstracta de éste, mediante la gráfica y su representación simbólica.

Gracias a la representación gráfica y/o simbólica del fenómeno, los estudiantes podrán adquirir el lenguaje o código simbólico correspondiente a la acción generada por la situación didáctica y controlada por ellos mismos. ¿No será quizá esta una manera más natural y sencilla de abordar con los jóvenes estudiantes el estudio de las ciencias y de la tecnología? De acuerdo con Brousseau (1985) quien señala que es posible generar situaciones didácticas al interior de un medio ambiente rico, la Robótica Pedagógica permitirá en el marco de concepciones espontáneas, encauzar a los estudiantes hacia el desarrollo de actividades inductivas en las cuales ellos deberán elaborar conocimientos adecuados para resolver los problemas planteados.

En el mismo orden de ideas, Bruner (1967) dice que las fases sucesivas del proceso de adquisición de conocimientos resultan del hecho de una maduración que no depende exclusivamente de la edad, sino más bien del medio ambiente que ejerce una influencia decisiva sobre el desarrollo intelectual. Esto justifica fuertemente la idea de trabajar en un medio ambiente rico y propicio que incluye evidentemente, la concepción, el diseño y la puesta en práctica de situaciones didácticas constructivistas que permitan desarrollar un trabajo como el que mencionan los dos autores anteriores. Por otro lado Williams (1986) confirma estas posiciones, cuando plantea que la experiencia directa da al estudiante la oportunidad de abordar el sujeto de estudio a través de un proceso más "holístico". Es decir, un proceso en donde el estudiante podrá acceder a la información a través de todos sus sentidos y tener una vista global, antes de dominar los aspectos específicos del tema de estudio de lo general a lo particular.

Es a través de la manipulación y la exploración que el alumno va a dirigir y a centrar sus percepciones y observaciones. Cuando esta manipulación es efectuada por el profesor, éste debe según Gagné (1976) dirigir y centrar la atención del alumno. Aquí, es el desarrollo de la experiencia quien impone la dirección de las observaciones.

Es el estudiante quien manipula y controla la experiencia, todo está interrelacionado: atención, control y acción. Cuando este conjunto es interiorizado por el alumno, se podría definir operacionalmente eso que Gagné llama una estrategia cognitiva.

Otra característica especial de la Robótica Pedagógica, es la capacidad de mantener la atención del estudiante, y de permitir un control más sistemático sobre el desarrollo de las acciones.

El estudiante intentará probar sus algoritmos utilizando métodos informales y heurísticos que serán basados sobre sus intuiciones de carácter sensorial, él aprenderá los movimientos del robot pedagógico, antes de formalizar bajo cualquier forma simbólica.

Cuando los estudiantes intentan resolver un problema concreto, como el del control de un robot pedagógico, ellos aumentan su atención y efectúan un mejor control sobre el desarrollo secuencial de las tareas a realizar, desarrollando simultáneamente su sentido heurístico del proceso.

Reflexiones de orden psicológico sobre la robótica pedagógica

Una de las principales bondades de la Robótica Pedagógica es la simultaneidad de la representación gráfica del fenómeno y la ocurrencia del fenómeno mismo, en tiempo

real. En el caso del tren robótico, en el momento en que los estudiantes hacen un experimento sobre cinemática en general y más particularmente sobre la interacción entre las variables distancia, tiempo y velocidad, sin necesidad de saber álgebra, están aprendiendo sus relaciones. Antes de lanzar el experimento, lanzan sus hipótesis de manera verbal, y en tiempo real, se estará representando la gráfica de la función en interacción. Esto puede repetirse una y mil veces, hasta que le quede claro al estudiante cuál es esta interacción entre éstas variables. Al conocer de manera intuitiva y después real la relación entre estas tres variables, los estudiantes están construyendo los conceptos necesarios para el conocimiento de la cinemática y preparándose para el aprendizaje del álgebra. Cuando lanzan un experimento, ellos deciden si el tren viajará por ejemplo a 60 centímetros por segundo y recorrerá una distancia de 400 centímetros. Entonces, en tiempo real, comenzará a graficarse la curva de la relación entre la distancia y la velocidad, para calcular el tiempo; después podrán realizar un ejercicio que puede consistir en calcular la distancia recorrida para una velocidad de 30 centímetros por segundo durante 18 segundos de recorrido del tren; o calcular la velocidad del tren, para un tiempo de recorrido de 30 segundos en una distancia de 1600 centímetros. Por lo anterior, vamos a tratar de mostrar la importancia de la representación gráfica como soporte a la actividad de análisis desplegada por el estudiante durante el proceso de resolución de problemas. Generalmente las representaciones gráficas son consideradas en el *currículum* escolar como parte de los contenidos a aprender y no como herramientas para facilitar la adquisición de conocimientos y la resolución de problemas como se propone con la robótica pedagógica.

La robótica pedagógica y su entorno natural

La Robótica Pedagógica privilegiando una forma de aprendizaje heurístico e inductivo soporta un ambiente de laboratorio en donde se establecen nuevas formas de construir herramientas cognitivas; de enseñar las matemáticas; de iniciar a los alumnos muy jóvenes en el estudio de las ciencias y de la tecnología; de proveer de herramientas susceptibles para favorecer el paso de lo concreto hacia lo abstracto; de controlar varias variables simultáneamente en el estudio de diversos fenómenos; de familiarizar a los estudiantes con las principales estructuras informáticas, etcétera.

En el entorno de la Robótica Pedagógica, los estudiantes son convocados a experimentar situaciones didácticas que les permitirán adquirir estrategias cognitivas para la resolución de problemas, para la planificación y ejecución de experiencias reales. La experiencia misma y el desarrollo cognitivo del alumno son controlados por la computadora.

En este entorno pedagógico, el robot pedagógico y la computadora en sus funciones de control de procedimientos son recursos interesantes para el control de experiencias concretas, fáciles de aprehender sensorialmente por los estudiantes. Gracias a sus funciones gráficas y de interacción, la computadora permite hacer la conexión con una representación más abstracta del fenómeno, tal como la representación gráfica o simbólica. Esta manera que es un poco más natural para aprehender, es realizada en un medio ambiente de juego, en donde el estudiante es un trabajador activo, que siempre está resolviendo problemas concretos, contextualizados y con sentido.

La robótica pedagógica y la inducción experimental

El entorno de la Robótica Pedagógica da a los estudiantes la oportunidad de que se involucren en un proceso de investigación que ha sido acelerado de manera artificial. Este entorno permite la manipulación concreta de objetos reales de tal manera que los estudiantes son capaces de iniciar un proceso de resolución de problemas, esto es, partiendo de la realidad, los estudiantes podrán percibir los problemas, imaginar sus posibles soluciones, formularlas, construirlas y experimentarlas. La única manera de

que los estudiantes conozcan su entorno, es experimentando, reconstruyendo las reglas de experimentación de manera coherente y progresiva de algún método o de estrategias cognitivas. Lo anterior proveerá a los estudiantes de herramientas eficaces para aprehender, construir y transferir conocimientos.

Así la Robótica Pedagógica no pretende enseñar contenidos o elementos de un método en particular para ponerlos en práctica de manera esporádica, más bien, privilegiará la adquisición de un método o la creación misma de estrategias cognitivas por los propios estudiantes en el contexto de la inducción experimental

La robótica pedagógica y el desarrollo de micromundos

La Robótica Pedagógica privilegia estrategias de investigación-desarrollo para crear micromundos (robots). Estos micromundos tienen como principal objetivo el favorecer la aprehensión de lo real por el estudiante, manipulando dispositivos (robots) o planificando experiencias con la ayuda de estos robots. La actividad del robot es previamente planificada y determinada por el estudiante, a partir de los lineamientos proporcionados por el profesor.

Enfoque pedagógico de la robótica pedagógica

El enfoque pedagógico de la Robótica Pedagógica hace referencia a la explotación didáctica de los micro robots⁶ y de su entorno de pilotaje y de control, para concretizar mediante la creación, desarrollo y experimentación de situaciones didácticas problemáticas, la construcción de saberes y de saberes-hacer por parte de los estudiantes.

La Robótica Pedagógica tiene como antecedente, la pedagogía del lenguaje LOGO⁷ y de su entorno informático explorable, aunque virtual. Asimismo, le preceden los juguetes de construcción modulares que se podían pilotear y controlar.

Así pues, la Robótica Pedagógica significa la síntesis, entre el mundo virtual de la tortuga del lenguaje LOGO y el mundo real de los dispositivos tecnológicos controlables y manipulables, esto es, el mundo de los robots didácticos.

Propiedades de los robots pedagógicos

Los robots pedagógicos son instrumentos de laboratorio que funcionan como periféricos (bidireccionales) de una computadora con el objetivo de provocar aprendizajes en los estudiantes adoptando como metodología la experimentación. Son reducciones fieles y significativas de modelos que tienen una estructura con sensores y accionadores y son controlados mediante un programa informático a través de la computadora.

Los robots pedagógicos privilegian actividades que estimulan la exploración-investigación en un entorno asistido por computadora; la lógica inductiva; la lógica de construcción y de socialización del conocimiento realizadas por los estudiantes, dentro del contexto de situaciones didácticas constructivistas generadas ex-profeso.

Reflexiones de orden tecnológico sobre la robótica pedagógica

Una de las principales hipótesis de la robótica pedagógica es probar si se puede hacer que los estudiantes construyan sus propias representaciones y conceptos de ciencia y tecnología de base, mediante la manipulación y control de entornos robotizados al mismo tiempo que resuelven problemas concretos.

Los estudiantes aprenderán a armar equipos⁸ **Legó, Fischertechnik, Robotix, Construx, Hero, Omnitbot, Meccanos**, etcétera; o a construir sus propios robots

⁶ Un micro robot es un dispositivo tecnológico miniaturizado que conserva la misma filosofía de construcción que un robot industrial de tamaño normal, aunque los materiales suelen ser distintos. Además, los objetivos de desarrollo son diferentes.

⁷ El lenguaje LOGO tiene como principal objetivo pedagógico hacer que los niños desarrollen su creatividad, su capacidad de resolución de problemas y su pensamiento crítico utilizando una tortuga virtual en una computadora, al mismo tiempo que aprenden geometría, matemáticas y el propio lenguaje de programación LOGO.

pedagógicos con **materiales reciclables** y de **recuperación** (Madera, acrílico, aluminio, fierro, cartón, etcétera). Se dividirá el diseño, armado y/o construcción de los micro-robots pedagógicos en cuatro fases o etapas pedagógicas: la fase **mecánica**, la fase **eléctrica**, la fase **electrónica** y la fase **informática**.

En cada una de estas fases, los estudiantes comprenderán y dominarán las características tecnológicas que comprenden la estructura de un robot pedagógico.

Durante el estudio de la estructura **mecánica** (fase mecánica) del robot, los estudiantes aprenderán los conceptos necesarios para el montaje del prototipo de robot. Entre estos conceptos, por mencionar algunos, se encuentran el de engranajes, poleas, ejes, articulaciones, grados de libertad, motor, corriente, voltaje, movilidad, ejes, etcétera. Para animar su robot desde el punto de vista **eléctrico** (fase eléctrica), los estudiantes se adentrarán en el estudio de los actuadores que les permitirán dotar de movimiento a sus prototipos. Para esto, tendrán que saber que existen diversos tipos de motores que podrán utilizar y seleccionar de acuerdo con su proyecto (motores de corriente continua, de corriente alterna, de paso, hidráulicos, etcétera).

Después del montaje mecánico los estudiantes se percatarán de que existen ciertos dispositivos llamados **sensores** (fase electrónica), mismos que permitirán al robot conocer su propia posición para distinguirla del espacio de trabajo en donde deberá actuar. Los sensores podrán ser analógicos, digitales, táctiles, etcétera, mismos que se podrán utilizar en función de sus prototipos desarrollados o armados.

Finalmente, un robot que no se puede controlar no será un robot. Por lo tanto, los estudiantes deberán aprender que existe una interfaz de hardware entre el robot construido o armado y la computadora para poder controlarlo. También se darán cuenta de que deberán desarrollar un **programa informático** (fase informática) para el control del robot ya desarrollado.

LA ROBÓTICA PEDAGÓGICA VIRTUAL

La robótica pedagógica como un entorno de enseñanza-aprendizaje virtual

Es posible concebir, desarrollar e implantar entornos de enseñanza-aprendizaje virtuales con robótica pedagógica. Para ello, partiremos del hecho de que todas las suposiciones teórico-metodológicas de la robótica pedagógica antes descritas, son susceptibles de aplicarse y extrapolarse en un entorno virtual. La robótica pedagógica es constructivista, constructorista, colaborativa, cooperativa y holística. Todo ello con el propósito de que los estudiantes puedan autoafirmarse y aprender. Estas cualidades le permitirán aprovechar las condiciones de trabajo, tiempo y espacio para que se puedan desarrollar situaciones didácticas de aprendizaje virtual.

Como se puede notar en robótica pedagógica siempre se privilegia el trabajo por equipos, en donde los alumnos encuentran el sentido de su trabajo colectivo, aunque también existen etapas en donde se desarrolla trabajo individual. La cooperación en el entorno educativo virtual no es algo que se regula de manera natural, son las propias situaciones didácticas quienes determinan las formas de trabajo en las distintas actividades que tienen que desarrollar los estudiantes. Para ello, se parte del hecho de la responsabilidad y de la auto confianza en sí mismo; de la confianza y responsabilidad en los demás miembros del equipo o grupo de trabajo con respecto a la posibilidad de desarrollar cualquier actividad o conjunto de actividades que se necesiten para seguir aportando y allegándose de información y realizando las tareas en y desde la virtualidad.

En efecto, para cumplir y enriquecer los desafíos de las situaciones o consignas de trabajo dadas al grupo, es importante en primera instancia, que todos los miembros del equipo tengan posibilidad de desplegar sus estrategias tecnológicas de aprendizaje

⁸ Existen en el mercado distintas clases de equipos para armar robots entre los más importantes se encuentran: Lego, Fischertechnik, Robotix, Construx, Hero, Omnibot y los Meccanos. Estos equipos se caracterizan porque constan de unas series de distintas piezas desarrolladas específicamente para armar distintos dispositivos tecnológicos (robots).

autónomo;⁹ en segundo lugar, que todos los miembros de igual manera puedan utilizar técnicas eficientes de computación para realizar de manera efectiva el proceso de búsqueda, selección, discriminación, clasificación, recuperación, uso, socialización y gestión de información¹⁰. Esto implica el proceso permanente de investigación, exploración, y de ayudas emergentes para el mejoramiento de los procedimientos y métodos de aprendizaje colaborativo, así como la estimulación y el mejoramiento de actitudes y valores con respecto al trabajo colaborativo y en equipo en un entorno virtual.

Lo anterior implica una constante interacción a nivel individual y grupal, así como una interactividad cognitiva¹¹, mismas que pueden servir como sostenimiento de los trabajos del grupo a nivel individual y grupal. Este tipo de trabajo supone el uso amigable, inteligente y racional de algunas herramientas de Internet como el correo electrónico, los foros, el *chat*, los *blogs*, las *wikis* a lo largo del desarrollo y del proceso de aprendizaje a través de las distintas prácticas o situaciones didácticas para realizar el trabajo escolar.

Uno para todos y todos para uno

Se parte del hecho de concienciar a los estudiantes que todos son pares y responsables y que para realizar la mayoría de las tareas, éstas serán distribuidas de manera equitativa y con igual importancia cada una de ellas. Es decir, habrá tareas, discusiones e intercambio de información. Al final, todos los participantes del equipo como pares, tendrán una visión compartida del tema o fenómeno en estudio.

Siempre habrá nuevas ideas, alternativas, informaciones, comunicaciones, problemáticas por resolver y al final estarán seguros de que toda esta serie de problemáticas y relaciones complejas que se suscitaron a lo largo del proceso, producirán nuevos conocimientos y aprendizajes. Todos los pares sabrán aprovechar el esfuerzo de todos y cada uno de los que componen el equipo de trabajo. Los esfuerzos de todos y cada uno de los pares, contribuyeron a resolver el problema o temática en estudio. Todos compartirán la misma calificación.

La formación de comunidades virtuales de robótica pedagógica para la inteligencia colectiva

Los espacios electrónicos potencian la generación de nuevos y ricos entornos educativos en donde se generan un sinnúmero de interacciones y nuevas y mayores posibilidades de intercambio y participación entre los protagonistas del proceso de enseñanza-aprendizaje. Si tomamos en cuenta que en la Sociedad del Aprendizaje la principal forma de estructura social son las redes y que estas a su vez están conformadas por comunidades, cobra especial sentido el concepto y la conformación de comunidades de aprendizaje o redes de comunidades de aprendizaje que aprenden en comunidad. En efecto, en el caso de los entornos virtuales de aprendizaje con robótica pedagógica, las comunidades virtuales que se crean, son comunidades de aprendizaje que aprenden en comunidad.

⁹ Estas estrategias implican el conocimiento y ejercitación de tácticas de estudio autónomo y el manejo eficiente de las principales operaciones informáticas (seleccionar, cortar, copiar, pegar, imprimir, guardar, abrir) que permitan al usuario utilizar de manera fácil y expedita las principales herramientas de la Internet (correo electrónico, utilización de motores de búsqueda, chat, foros, blogs, wikis, etcétera)

¹⁰ Ruiz-Velasco, E. (2003). Exploración y comunicación a través de la informática. Grupo Editorial Iberoamérica. México. Pp.177-178.

¹¹ Entenderemos por interactividad cognitiva la comunicación bidireccional que se da entre los procesos cognitivos del usuario y la información obtenida a través de los recursos tecnológicos utilizados, permitiéndole la construcción de sus propios conocimientos y conceptos, en función de sus experiencias, experimentaciones y exploraciones en entornos educativos tanto reales como virtuales.

En este caso, apuntamos hacia la conformación de una comunidad de aprendizaje de robótica pedagógica en red que tiene como principal objetivo aprender en comunidad, al mismo tiempo que desarrollan un proyecto colaborativo de robótica pedagógica. Si recordamos que una comunidad de aprendizaje tiene como precepto regulador, el aprendizaje bajo forma dialogada, es decir, contempla la posibilidad de discusión y esto sólo se logra a través de la interacción cognitiva entre estudiantes y el tutor, puesto que son los estudiantes quienes construyen de manera conjunta los significados, entonces cobrará una importancia capital el concepto de interactividad.

Robótica pedagógica en entornos virtuales

Trabajar con robótica pedagógica en entornos virtuales plantea el seguimiento del paradigma constructivista. Sus principales máximas son: la resolución de problemas, el trabajo conjunto, el análisis desde distintas perspectivas y el auto conocimiento (del proceso de aprendizaje y del rol que se juega en este proceso). Determinar claramente los elementos críticos metodológicos a considerar para el funcionamiento de entornos (comunidades) de aprendizaje para el desarrollo de proyectos colaborativos con robótica pedagógica supone el seguimiento cabal del paradigma constructivista centrado en el aprendizaje más que en la enseñanza. Esto quiere decir, que entre menos enseñe el tutor, más aprenderán los estudiantes. No obstante, esto supone la facilitación de un entorno rico de aprendizaje para los estudiantes por parte del tutor. Es por ello, que consideramos el modelo TICC, como subyacente a todas las actividades y objetivos planteados en el diseño y tutoría de una comunidad de aprendizaje virtual.

Actividades a realizar de robótica pedagógica virtual para la inteligencia colectiva

Las principales actividades de información para la obtención y acceso a los recursos didácticos se manifiestan a través de las siguientes acciones realizadas por los estudiantes en los distintos grupos formados para tal efecto mediante las situaciones constructoras a las que fueron convocados. Es así que podemos enumerar: Identificar la información que se requiere, focalizar el tema sobre el cual se necesita información. Elaborar estrategias para buscar información. Utilizar robots, motores y directorios de búsqueda de información en Internet. Explorar diferentes opciones de búsqueda. Crear agendas de sitios *web* útiles para realizar los trabajos. Organizar los sitios de las agendas por temas de interés. Utilizar y bajar software educativo o general según intereses y necesidades. Guardar información e imágenes de sitios *web* de interés.

Emplear criterios para evaluar software, sitios y páginas *web* y otros recursos en línea a su alcance (por su contenido, por su estructura, por su diseño, por su actualidad). Seleccionar las estrategias más aptas en función del propósito. Examinar, seleccionar y evaluar críticamente posibles fuentes para obtener información válida y confiable. Codificar y decodificar diversos sistemas simbólicos. Percibir nexos y conexiones múltiples. Evaluar el valor de la información: identificar autor/es, ubicar la información en su contexto; inferir la intencionalidad de quien aporta la información. Diferenciar información relevante, pertinente y veraz de la que no reúne estas características. Distinguir hechos de interpretaciones, de inferencias, de opiniones, de puntos de vista, de juicios de valor y prejuicios. Leer y analizar la información obtenida. Generar argumentos fundados y flexibilidad para modificarlos a partir de nueva información y/o argumentos. Organizar y sintetizar la información. Producir una presentación adecuada a la audiencia. Presentar la información. Evaluar la eficiencia del proceso desarrollado. Evaluar la efectividad del producto obtenido. Practicar distintas estrategias de investigación. Desarrollar estrategias que permitan procesar información sobre acontecimientos que están sucediendo en el momento. Identificar información indeseable y fortalecer una actitud crítica hacia la misma. Adquirir

autonomía en el manejo de la herramienta como fuente de información. Incorporar Internet como recurso de información en distintos proyectos de investigación. También es posible observar el acopio de información. Identificar la estrategia más idónea para establecer el primer contacto con el o los informante/s o las fuentes de información. Clarificar la información que se solicitará, antes de establecer el contacto con el informante. Elaborar los instrumentos de recolección de datos adecuando su formulación a las características del soporte y de la forma de comunicación seleccionada. Adecuar la comunicación a las características del informante y al grado de formalización de la situación. Procesar/usar la información obtenida utilizando las herramientas disponibles en la red. Evaluar la información recogida. Integrar la información a la obtenida por otros medios, en un producto coherente y robusto.

Trabajo colaborativo en grupo con robótica pedagógica virtual

Las siguientes actividades especifican muchas de las acciones a desarrollar por los participantes durante el desarrollo del trabajo colectivo: Identificar los propósitos del trabajo colaborativo en grupo. Identificar las etapas del proyecto. Consensuar estrategias para desarrollar el trabajo. Planificar colectivamente el desarrollo del proyecto. Reconocer las distintas tareas involucradas. Distribuir tareas en el tiempo para cada miembro del equipo, así como las tareas grupales. Identificar la información requerida para completar el proyecto. Identificar fuentes de obtención de información. Seleccionar fuentes pertinentes, validarlas. Seleccionar información pertinente, validarla. Crear conocimiento compartido. Realizar aportes significativos en función de la tarea. Evaluar la validez de los aportes de otros. Organizar la información para la generación de nuevo conocimiento. Sintetizar información e ideas desarrolladas por el grupo, integrando los aportes para el proyecto de robótica pedagógica. Desarrollar producciones colectivas en un proceso de creación secuencial. Realizar producciones colectivas en un proceso de creación conjunta. Adecuar los ritmos de trabajo a las necesidades y demandas del grupo. Mantener la atención y el interés por el trabajo, a pesar de las dificultades que se presenten, perseverando para el logro de las metas establecidas. Manejar la incertidumbre. Ejercer liderazgo para la coordinación del grupo. Evaluar el desarrollo del proyecto durante su realización para identificar acciones que puedan llevarse a cabo para reorientarlo o mejorarlo. Resolver problemas en forma colaborativa. Crear alternativas diferentes para dar soluciones a dificultades individuales y/o grupales. Evaluar el proceso de trabajo colaborativo desarrollado como aprendizaje para futuras experiencias. Evaluar el producto obtenido. Aceptar las ideas de los otros e incorporarlas al propio proceso de pensamiento. Implicarse personalmente en el trabajo del grupo. Responsabilizarse grupalmente por el trabajo global. Comprender experiencias y puntos de vista diferentes. Participar de manera activa, constructiva y creativa en el diseño, concepción, desarrollo y puesta en marcha de un robot pedagógico desde la virtualidad. Esto quiere decir, que para realizar estas últimas actividades, todo sería resuelto siguiendo y trabajando en la Internet, utilizando prioritariamente el *blog* y la *webquest* para construir su robot didáctico.

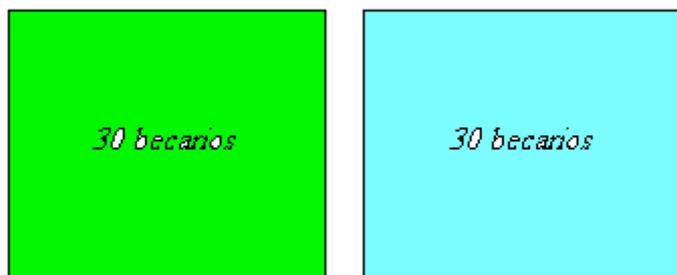
Auto aprendizaje y formación virtual para la inteligencia colectiva

Identificar sitios de interés para buscar información actualizada en relación con propuestas de auto aprendizaje y formación a distancia. Navegar en los entornos virtuales que proponen los proyectos de aprendizaje. Utilizar con efectividad los distintos medios disponibles: videoconferencia, correo electrónico, *chat*, listas de discusión, foros, *blogs*, *webquest*, *wikis*, etc. En esta ocasión privilegiamos el uso y desarrollo de *blogs* y *webquest*. Colaborar con otros pares para producir aprendizajes significativos. Lograr una comunicación efectiva con los tutores y/o animadores. Aprovechar la existencia de tutorías para mejorar y profundizar el aprendizaje. Perseverar para alcanzar los resultados propuestos. Organizar con autonomía los

tiempos y ritmos de estudio. Responsabilizarse por los propios aprendizajes y por los aprendizajes colectivos. Desarrollar un plan propio de auto aprendizaje y capacitación permanentes.

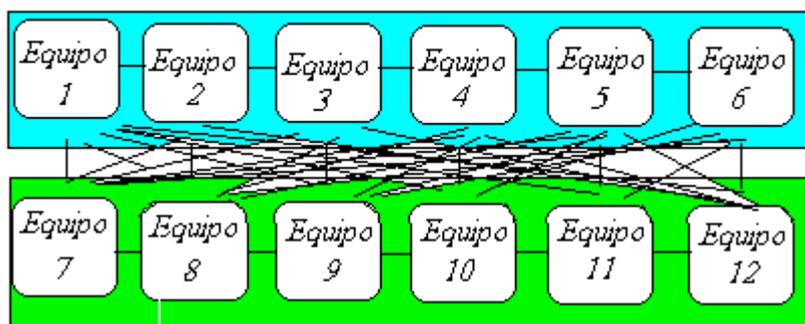
La conformación de los grupos de trabajo

Se contó con la participación de un grupo de 60 becarios en un curso mixto. Estos becarios fueron estudiantes con muy altos promedios académicos, provenientes de muchas disciplinas tanto de las ciencias duras como de las ciencias sociales y humanas. El LMS (Learning Management System) estuvo constituido por la plataforma Moodle en la dirección: <http://cursobecarios.cuaed.unam.mx:3001/fdsuayed/moodle/>



Las redes colaborativas

Acceder a las redes colaborativas fue posible una vez que se constituyeron en doce equipos de cinco personas cada uno. El equipo 1 siempre tuvo su contraparte el equipo 7 y así sucesivamente. No obstante que todos los equipos podían interactuar con todos. Además por cada seis equipos había un blog y finalmente se diseñó un *blog* para la totalidad del grupo. De esta manera todo mundo compartía la misma información y podía acceder a cualquiera de los *blogs* pertenecientes a los becarios del curso.



Colaboración de 60 becarios en 12 equipos compuestos por 5 personas en un entorno virtual a través de sus *blogs* y *webquest*

Ejemplos de situaciones didácticas

Para realizar sus actividades de robótica pedagógica virtual, se diseñaron y desarrollaron tres situaciones didácticas constructoras: "mi *blog*", "el *webquest*" y "el robot". La situación didáctica "el robot" puede consultarse en la siguiente dirección: <http://estrategiasdeusodecontenidosdigitales.blogspot.com>

Ejemplos de algunos de los *blogs* individuales y grupales

Es importante hacer notar que al interior de los propios *blogs* aparecían de manera recursiva los *webquest* y las situaciones didácticas construccionistas para desarrollar. Asimismo, existe mucho material en formato de video listo para utilizarse y donarse previa solicitud.

<http://mgonzalez6244.blogspot.com/2007/03/robtica-pedaggica.html>

<http://oflodorzurc1.blogspot.com/2007/03/robtica-pedaggica.html>

Resultados

Los participantes en cada una de las comunidades intercambiaron puntos de vista sobre la información buscada, estructurada, clasificada, discriminada, seleccionada, analizada, socializada; organizaron su trabajo colectivo, compartieron la experiencia; construyeron conocimientos y competencias en comunidad y desde la virtualidad.

Trabajaron de modo asíncrono y en lugares físicos diferentes a través de los *webquest* y los *blogs* como espacios virtuales compartidos. Colaboraron y construyeron sus propios recursos; hicieron redacción colectiva e intercambiaron puntos de vista diferentes, organizaron sus propias acciones; negociaron la construcción de proyectos conjuntos y siguen perteneciendo y creciendo en su propia comunidad.

Con respecto a las tareas, estas se modificaron en función de las necesidades y dificultades encontradas para su solución. Se prescribió la formación de los distintos subgrupos al interior del grupo para la realización del proyecto colaborativo, aunque nunca se determinó el nivel de interacción entre los estudiantes. Este nivel de interacción siempre fue decidido por los propios estudiantes. Se privilegió el trabajo grupal, aunque también se desarrollaron tareas individuales.

Todos los becarios trabajaron las mismas estrategias aún cuando el logro de los objetivos fue diferente. Las habilidades y competencias tanto tecnológicas como metodológicas fueron variadas, puesto que consideraban tanto procedimientos complejos como sencillos. Entre los complejos podemos mencionar la argumentación, la reflexión sobre los diferentes puntos de vista, la transferencia, la síntesis, etc.

La interacción entre los tutores y los becarios fue continua y creciente. Se realizaron actividades completamente estructuradas y otras poco estructuradas, esto con el fin de desarrollar y trabajar habilidades y competencias sencillas y complejas. Todos los becarios tuvieron acceso al mismo material y recursos. Aunque ellos también propusieron nuevos materiales (ligas) sobre todo para el desarrollo del proyecto colaborativo (robot pedagógico).

Bibliografía

Deguerry, Nicolas (2004). "Apprentissage coopératif en ligne : les apports de la recherche", entretien avec Alain Derycke, Actualité de la Formation Permanente n° 179, julio-agosto 2002, p. 71

Derycke, Alain, (2005) "L'apprentissage collaboratif : coopérer pour apprendre, apprendre à coopérer". En Algora. Formation ouverte et réseaux. Espace Ressources. Disponible en <http://www.fffod.org>

García Méndez, J.V. (2008). Hacia un modelo pedagógico contemporáneo. Proyectos de las comunidades ecosóficas de aprendizaje. Tesis doctoral. Facultad de Filosofía y Letras, Universidad Nacional Autónoma de México. México.

Henri, France ; Lundgren-Cayrol, Karin. (2001). Apprentissage collaboratif à distance : *pour comprendre et concevoir les environnements d'apprentissage virtuels*. Sainte-Foy (Québec, Canada) : Presses de l'Université du Québec, 181 p.

Kuutti K. (1996). "Activity Theory as a Potential Framework for Human-Computer Interaction Research", En Context and consciousness: Activity theory and human computer interaction (ed. B.A. Nardi). P. 17-44. Cambridge, MA: MIT Press.

Lévy, P. (2004). Inteligencia colectiva. Por una antropología del ciberespacio. Disponible en: <http://inteligenciacolectiva.bvsalud.org>

Panitz T. (1996). A Definition of Collaborative vs. Cooperative Learning. Disponible en: <http://www.city.londonmet.ac.uk/deliberations/collab.learning/panitz2.html>

Papert, S (1993). Children's Machine, Basic Books, New York, N.Y.

Papert, S. (1994). The Children's Machine: Rethinking School in the Age of the Computer. Harvester Wheatsheaf.

Rosas Chávez, L.A. (2007). "Gestión Académica mediante el uso del sistema de gestión de aprendizaje Moodle". Memorias XXIII Simposio Internacional de Computación en la Educación. SOMECE-ILCE-IPN. Morelia, México.

Rosas Chávez, L.A. (2005-2006-2007). "Sistemas para documentación y medios" Programa de Becarios CUAED-UNAM. México.

Ruiz-Velasco, E. (1989). Un robot pédagogique pour l'apprentissage de concepts informatiques. Tesis doctoral. Facultad de Estudios Superiores. Universidad de Montreal. Canadá.

Ruiz-Velasco, E. (1998). Robótica pedagógica. Sociedad Mexicana de Computación en la Educación. México.

Ruiz-Velasco, E (2000). "Propuesta de un modelo para el desarrollo de habilidades cognitivas". Memorias del XVI Simposio Internacional de Computación en la Educación. SOMECE 2000. Monterrey, México. Disponible en [www: http://www.somece.org.mx](http://www.somece.org.mx).

Ruiz-Velasco, Enrique. (2002). Robótica Pedagógica. Iniciación, construcción y proyectos. Grupo Editorial Iberoamérica. México.

Ruiz-Velasco, Enrique. (2003). Exploración y comunicación a través de la informática. Grupo Editorial Iberoamérica. México. Pp. 17.

Ruiz-Velasco, E., (2007). Educatrónica. Innovación en el aprendizaje de las ciencias y la tecnología. Díaz de Santos-UNAM. Madrid.

Sanz, Sandra (2003). Reseña del libro *Comunidades de práctica: aprendizaje, significado e identidad* de Etienne Wenger [reseña en línea]. UOC. Disponible en: <http://www.uoc.edu/web/esp/art/uoc/ssanz1003/ssanz1003.html>

Srijbos, J., Martens, R., Jochems W. (2004). Designing for interaction: six steps to designing computer-supported Group-based learning. ELSEVIER: Computers & Education, 42.

Webgrafía

<http://estrategiasdeusodecontenidosdigitales.blogspot.com>

<http://matatena71.blogspot.com>

<http://didacteca.blogspot.com>

American Center for the Study of Distance Education. Disponible en: <http://www.ed.psu.edu/acsde/>

Hearn P., Bradier A. and Jubert A. [Building Communities: Organisational Knowledge Management within the European Commission's Information Society Technologies Programme](http://www.itcon.org/2002/specialkm.htm). Disponible en: <http://www.itcon.org/2002/specialkm.htm>

Information technologies for knowledge management: their usage and effectiveness. Disponible en: <http://www.itcon.org/2002/8/>

Knowledge incubates in the Human Mind and when applied innovatively becomes a factor of growth and development. Disponible en: <http://www.knownet.org/>

La utopía es posible. Disponible en: <http://www.comunidadesdeaprendizaje.net/>

Portfolio Assessment. Disponible en: <http://www.eduplace.com/rdg/res/literacy/assess6.html>

Lafranca Lerín Rosa, Andrés Fernández Patricia. Las comunidades de aprendizaje: ¿qué son? Disponible en: <http://www.unizar.es/cce/vjuan/comunidades.htm>