

La robótica educativa: un motor para la innovación

Ana Lourdes Acuña Zúñiga¹

Fundación Omar Dengo

San José, Costa Rica

Palabras clave

Educational Robotics, project, innovation, computer science technology in education

Robótica educativa, proyecto, innovación, informática educativa

Resumen

El inicio de proyectos educativos que incluyen la robótica como recurso de enseñanza y aprendizaje requieren plantearse en función de las capacidades y desempeños que se esperan consolidar en la población meta. Estas capacidades son el punto de partida para delinear los énfasis de contenido, los desempeños deseados, las tecnologías que se necesitan, los procesos de capacitación y seguimiento que hay que diseñar. La robótica educativa es propicia para apoyar habilidades productivas, creativas, digitales y comunicativas; y convierte en un motor para la innovación cuando produce cambios en las personas, en las ideas y actitudes, en las relaciones, modos de actual y pensar de los estudiantes y los educadores. Si esos cambios son visibles en la práctica cotidiana, entonces estamos ante una innovación porque la robótica habrá trascendido sus intuiciones y se reflejara en sus acciones y productos.

Abstract:

The educative projects that include the robotics as resource of education and learning require being plan based on the skills and performances that would consolidate in the population. These skills are the start point to delineate the content emphases, the wished performances, the needed technologies, the processes of training and searching that will be necessary to design. Particularly the educative robotics is propitious to develop or to support productive, creative, digital, communicative abilities. An indicator, that shows that robotics has become an innovation engine, is observed on the change in the people's attitude and ideas, ways of present and thinking of the students specially, when they become to socialize with others. If those changes are visible now, therefore we are getting close to an innovation because the robotics will have extended its intuitions and it is reflected in its actions and products.

¹ Coordinadora del Área de robótica y aprendizaje por diseño, ana.acuna@fod.ac.cr o robotica@fod.ac.cr

1- Introducción

Es común escuchar a autoridades y responsables de centros e instituciones de enseñanza, preguntar por las condiciones y requisitos para implementar proyectos educativos que incluyan la robótica. Al indagar sobre estas necesidades nos encontramos que, en la mayoría de los casos los deseos surgen por el impulso que marcan los avances tecnológicos o por una necesidad de insertar agentes tecnológicos innovadores para ganar reconocimiento social.

Preocupada por las repercusiones que esos impulsos puedan tener si se concretan proyectos que atienden esas premisas, reuní en este artículo las lecciones aprendidas a partir de la experiencia liderando proyectos de robótica educativa en Costa Rica y que podrían ser buenos insumos para que otros países o personas las usen como marco de referencia en la ejecución de proyectos educativos similares.

Inicio con los conceptos de robótica y proyecto educativo, luego comparto las lecciones aprendidas que se desprenden de los proyectos de robótica educativa de la Fundación Omar Dengo así como, los desempeños y habilidades observadas en estudiantes durante esas experiencias. Finalizo con algunas reflexiones acerca de la robótica como la innovación educativa.

2- Robótica educativa

En el marco de nuestra experiencia concebimos la robótica educativa como un contexto de aprendizaje que se apoya en las tecnologías digitales para hacer robótica e involucra a quienes participan, en el diseño y construcción de creaciones propias (objetos que poseen cuerpo, control y movimientos), primero mentales y luego físicas, construidas con diferentes materiales y controladas por un computador llamadas simulaciones o prototipos. Estas creaciones pueden tener su origen, en un referente real, por ejemplo: un proceso industrial automatizado, en el que los estudiantes recrean desde la apariencia de las

máquinas hasta las formas de movimiento o de interactuar con el ambiente; entonces nos encontramos ante una simulación; o prototipos que corresponden a diseños totalmente originales, como por ejemplo el diseño y control de un producto que resuelve un problema particular de su escuela, de su hogar o comunidad; de una industria o proceso industrial. Igualmente las producciones de los estudiantes podrían integrar ambas: prototipos y simulaciones.

3- Proyecto educativo

Entenderemos como proyecto educativo, el conjunto de experiencias que involucran enseñanza y aprendizaje en un área de contenido particular, que se ejecutan en un conjunto de instituciones de un país, una región e incluso internacionalmente y que atienden ejes rectores, legislativos, metodológicos, y didácticos similares. Es decir, un proyecto educativo reúne un conjunto de instituciones que ejecutan la misma propuesta pedagógica y administrativa en función del logro y consolidación de ciertos aprendizajes en la población meta que benefician.

Este tipo de proyectos es común encontrarlos a la sombra de programas nacionales o políticas educativas de ciudades o países. Por ejemplo: Proyecto World Linksⁱ, Ciber@prendizⁱⁱ, Intel Educar para el futuro, Terramundo que son proyectos asociados a la informática educativa que se ejecutan internacionalmente. En el caso particular de la robótica educativa en América, no tengo conocimiento de proyectos a nivel internacional pero si existen iniciativas nacionales como en Costa Rica o nivel locales en algunas ciudades como, México, Brasil, Chile, Colombia y Estados Unidos.

4- Robótica como proyecto educativo

No hay duda que la robótica educativa se posiciona en estas épocas como un elemento nuevo y necesario de conocer por las nuevas generaciones. Las empresas e industrias han incorporado procesos de producción y múltiples elementos que incluyen automatismos y control. Los ingenieros mecánicos, electrónicos y más recientemente los informáticos han asumido estos desarrollos. Sin embargo, en las últimas décadas se muestra con mayor presencia la necesidad de formarse u obtener alguna especialidad que abarque con mayor profundidad esos temas. Surgiendo así la robótica como un área de estudios a nivel universitario. Paralelo a esto, nacen desarrollos y nuevas tecnologías que intentan acercar estos conocimientos a niños y jóvenes impulsando a las escuelas a insertarlos como recursos de apoyo en los procesos de enseñanza de sus estudiantes.

Estos desarrollos justifican las necesidades creadas por el exterior para que las instituciones educativas quieran incorporar la robótica, pero no son suficientes ni sostenibles en el tiempo, si se valora la rapidez de los cambios tecnológicos actuales. Por lo tanto, una primera razón para proponer un proyecto educativo con robótica debería estar ligada al beneficio que los estudiantes obtendrán de él. Por lo tanto, será necesario pensar en las habilidades sociales, cognitivas y tecnológicas a propiciar y los niveles de apropiación que se promoverán desde el proyecto. .

“Apropiarse de algo significa hacerlo propio hasta el punto de poder aplicarlo a conveniencia y según los requerimientos y características de situaciones específicas.” (Perkins, 2006:2). Partiendo de esta premisa, en el campo de la robótica educativa debemos preguntarnos por aquellas habilidades o desempeños que deseamos crear, promover o pulir en los estudiantes.

En la actualidad se implementan diversas experiencias en robótica cuyos énfasis son muy variados. Por ejemplo:

- La construcción de robots que compiten según sus habilidades o capacidades de movilidad y discriminación de información. Existen reglas de competición que los estudiantes o instituciones conocen y previo a la competencia los estudiantes trabajan apoyados por sus maestros o solos, en el cumplimiento de los requisitos. En esta modalidad tenemos, por ejemplo: First LEGO Leagueⁱⁱⁱ robot competition con la participación de 2004, estudiantes en el 2004, el Robot World Cup Initiative^{iv} que se celebra todos los años.
- La robótica para el apoyo curricular, en las cuales las instituciones cuentan con laboratorios o ciertos recursos de robótica que los estudiantes manipulan en sus salones de clase para recrear modelos o construir prototipos que demuestran ciertas leyes o comportamientos físicos. Por ejemplo: NASA Robotics Education Project^v,
- Iniciativas que apoyan el desarrollo de ciertas habilidades o capacidades como la creatividad, el diseño, la manipulación de conceptos básicos en robótica. Generalmente se desarrollan en plazos y tiempos particulares como cursos de verano, son grupos pequeños y regularmente están asociados a experiencias de investigación, para probar algún dispositivo o estrategia didáctica particular. Tal es el caso de Robotic Desig Studio de la Wellesley Collage en Boston^{vi};
- Proyectos educativos con robótica que cuentan con una propuesta pedagógica claramente establecida y difundida en las instituciones que participan. Estos proyectos se caracterizan por su permanencia en el tiempo y su crecimiento, evolución e innovación constante con un contexto político, administrativo y financiero que les respalda, como es el caso del proyecto de Robótica y aprendizaje por diseño en Costa Rica.

En el caso de la experiencia de Costa Rica, los proyectos de robótica educativa se concentran en la concreción de ciertos desempeños y habilidades relacionadas al diseño tecnológico, como son: el trabajo por proyectos para el diseño de prototipos y simulaciones; la resolución de problemas comunales; la comprensión y simulación de procesos de producción o industriales; el diseño, control y automatización de mecanismos, la evaluación de productos y la socialización de resultados. Procurando así, crear puertas y visiones nuevas en los estudiantes, no sólo en los aspectos que caracterizan la robótica sino, en la generación de contextos y ambientes de aprendizaje óptimos para la creación, la innovación y propulsores de ideas y valores que puedan ser trasladados a cotidianidad.

Estos proyectos son coordinados desde el Centro de Innovación Educativa de la Fundación Omar Dengo en conjunto con el Ministerio de Educación Pública de Costa Rica, en el marco del Programa Nacional de Informática Educativa MEP-FOD. El proyecto se inició en 1998 y beneficia a estudiantes de las escuelas públicas de I y II Ciclos de la Enseñanza General Básica (EGB) y colegios públicos (III Ciclo de la EGB).

Los grupos participantes de primaria se involucran en el desarrollo de proyectos que simulan sitios, lugares o eventos cercanos a sus comunidades. El propósito educativo de esta experiencia es promover la creación de una generación de niños y niñas sensibilizados con el desarrollo actual de la ciencia y la tecnología y concientes del potencial creativo y de aprendizaje que poseen. Ellos estudian procesos, eventos y sitios, luego los recrean y simulan haciendo uso de la robótica. Dos preguntas poderosas orientan el proceso de aprendizaje ¿Cómo funcionan las cosas? y



Fig. 1: Estudiantes de I ciclo en las salas de exploración con robótica escuela pública Costa Rica-

¿Por qué pasa lo que pasa? Sus producciones se publican y comparten con la comunidad escolar. La experiencia se identifica con el nombre “Salas de exploración con robótica” y participa actualmente a 25 instituciones.

En la enseñanza secundaria el proyecto se llama Talleres de Solución Creativa con Robótica. Su propósito es involucrar a los jóvenes en el desarrollo de proyectos fundamentados en la detección, evaluación y solución de problemas de sus comunidades. Estas soluciones incluyen el diseño, la construcción y programación de prototipos de solución a los problemas investigados, utilizando las tecnologías digitales. Los resultados y productos realizados se dan a conocer a las comunidades, en encuentros formales que los estudiantes y educadores organizan. Los grupos de 15 estudiantes realizan sus investigaciones a lo largo de un semestre y publican sus productos en la WEB, actualmente participan 14 instituciones.

5- Lecciones aprendidas

Los proyectos educativos con robótica iniciaron en Costa Rica a partir de 1998, desde entonces hemos acumulado un conjunto de aprendizajes acerca de la administración, pedagógica e impacto que estos proyectos han tenido en nuestra población que nos permite delinear las condiciones, políticas y apoyos que deberían recibir las experiencias nuevas si desea crecer y madurar con solidez. Entre los aspectos relevantes a considerar se encuentran: Un marco pedagógico sólido y de fácil comprensión, una caracterización del ambiente de aprendizaje que detalle las formas de relación entre las personas y éstas con los recursos, un proceso de capacitación acorde con la evolución tecnológica y educativa, un proceso de seguimiento sostenido y permanente, un respaldo político y financiero justo que permita crecer e innovar acorde con las sugerencias de los procesos evaluativos que se gesten,

5.1 Marco pedagógico

Todo proyecto educativo debe enmarcar su funcionamiento y accionar a la luz de un marco pedagógico elocuente y fácilmente comprensible para quienes tienen la tarea de ejecutarlo. El enfoque o marco pedagógico extrae y coloca como derroteros los ejes epistemológicos sobre los cuales el proyecto educativo va a conducir sus esfuerzos y con los cuáles valorará su impacto y alcance.

Basados en el construccionismo de S. Paper (2003: 151-169) quien plantea la necesidad de crear ambientes de aprendizaje que apoyen la “Construcción mental”. Es decir, que promuevan la creación de construcciones en el mundo como apoyo de las que se producen en la cabeza; nuestro marco pedagógico coloca al estudiante como el actor principal del proceso de aprendizaje y al educador como facilitador de ese proceso. Nuestros ejes pedagógicos se concentran en promover el “Diseño – Aprendizaje, Comunicación – diversidad; Cognición-acción” (A. Acuña 2003: 2).

Su implementación se logra a partir de la estrategia metodológica del enfoque de aprendizaje basado en proyectos (EAP). Porque la estrategia es clara y el contenido con el cual se puede trabajar es ilimitado, por lo tanto, los intereses particulares de los estudiantes pueden ser atendidos sin dificultad y conducirlos hacia comprensiones más profundas y particulares. Pero quien la adopte, esta obligado a delimitar los desempeños deseados y los productos esperados. De lo contrario el EAP quedaría reducido a una simple metodología.

Los contenidos que los estudiantes abordan en los proyectos de robótica educativa, los hemos pulido regularmente. En los primeros años del proyecto, procurábamos que los estudiantes escogieran una temática particular que deseaban estudiar y luego se les apoyaba para que construyeran una

representación con robótica que mostrará parte de ese aprendizaje. Por las facilidades que brindan los recursos del mercado para hacer construcciones y programaciones (por ejemplo el LEGO), los estudiantes optaban por proyectos que se representaban (construían y programaban) fácilmente como máquinas u objetos aislados y sin relación con respecto a otros creados por los estudiantes de su mismo grupo, por ejemplo:

Diseñaban, construían y programaban diferentes tipos de vehículos, animales, máquinas, pero no creaban relaciones o interacciones entre ellos. En su mayoría eran objetos independientes y aislados a los que se les definía un comportamiento pero ninguna relación con el contexto donde se ubicaba o existía. Por ejemplo: vehículos, aves, reptiles, mamíferos sin determinar las características de su clase o grupo.

Preocupados por estas tendencias, en las que había robótica en los productos (objetos- movimientos- ciertos grados de inteligencia desde la programación) pero poca incidencia en las formas de pensamiento y comprensión temática en los estudiantes; nos dimos a la tarea de promover aprendizaje más integrales; que involucrarán aspectos relacionados con la cotidianidad pero además condujeran y trascendieran las meras representaciones robóticas sin sentido. Iniciamos un trabajo con los educadores, para reorientar mejor la elección, definición y estudio de los temas que los estudiantes estaban escogiendo y trabajamos en las estrategias metodológicas que ellos podrían diseñar para orientar los procesos de aprendizaje hacia la profundización y las áreas de la robótica que había que adquirir fluidez.

Delimitamos las áreas temáticas a partir de una valoración desde la práctica, consiguiendo que los proyectos se concentraran en la simulación, comportamiento y funcionamiento real de procesos industriales y productivos, de sitios, de eventos o sobre la resolución de problemas comunales. A partir de esa delimitación nos hemos encontrado proyectos como los siguientes:

- Simulación de las etapas principales para transformar una materia prima, en producto.
- Factores que deben ser considerados para la creación de un sistema de seguridad comunal.
- Incidencia de la basura en la salud y ornato de la comunidad.
- Los animales en peligro de extinción en la comunidad.

Con estas estrategias hemos logrado que los estudiantes tengan mejores niveles de comprensión relacionados con los temas y muestren mejores representaciones en sus construcciones y programaciones, al tener un referente real sobre el cual están trabajando e intentando simular.

En el área de la robótica los estudiantes simulan con sus productos los comportamientos de los objetos recreados, procurando que estos, sean programados según las realidades o comportamientos conocidos, por ejemplo reacciones hacia la luz y el ambiente si están trabajando los animales nocturnos; automatismos y estructuras acopladas atendiendo la escala o respetando las dimensiones reales o proporcionales entre ellas si están simulando procesos de producción, coordinación entre los movimientos y mecanismos que han construido y programado si se trata de la recreación de un sitio.

En el mismo sentido, resulta muy funcional trabajar con el “gran grupo”, todos los estudiantes en un único proyecto, esto permite la distribución de tareas y responsabilidades y mejores niveles de profundización y comprensión en el tema que se está estudiando. El tema es propuesto por los estudiantes e investigado por todos. En conjunto determinan las partes o secciones relevantes que se van a recrear y se organizan en subgrupos para estudiar e investigar a profundidad las secciones que les correspondió, así cada subgrupo recreará la parte del proceso, sitio, evento o solución al problema que está investigando.

Estas estrategias de especialidad subgrupal mejoran los niveles de compromiso que los estudiantes tienen respecto a sus producciones porque son únicas y solo ellos lo han investigado y les obliga a coordinar con otros subgrupos, para poder hacer coincidir sus construcciones y sistemas de control. Requieren entonces, coordinar, llegar a consensos, resolver desajustes y muchos problemas que surgen al tratar de acoplar la producción de 4 o 5 grupos que integran hasta 20 estudiantes en mismo grupo. En síntesis, no es lo mismo construir un objeto de un sistema, que crear el sistema respetando sus dimensiones, relaciones e interacciones entre los objetos o partes que lo integran.

Con este tipo de propuestas los conocimientos correspondientes a la robótica saltan por su propio peso. Resulta obligado insertar sistemas de engranes y estudiar su teoría para poder lograr los efectos de velocidad y fuerza requeridos, es decir, los estudiantes deben comprender la teoría de las máquinas compuestas y simples, para poder aplicarla y usarla sin restricciones en sus creaciones. Es necesario programar estructuras condicionales pues sin ellas no es posible simular comportamientos que se vean afectados por el ambiente. Se requiere trabajar las estructuras de los objetos a escala y cuidar los acoples pues de lo contrario sería imposible el ensamble de todas las partes en una sola estructura.

En resumen, nos concentramos en el fortalecimiento de habilidades que tienen posibilidad de ser descubiertas o mejoradas desde la práctica y creación de producciones que surgen de un proceso de diseño propio, como son: el planeamiento, la creatividad, la valoración de productos, el automatismo y control, la resolución de problemas, entre otras. La robótica es un recurso ideal para facilitar el aprendizaje pero no es fin en sí mismo en nuestros proyectos educativos.

5.2 Ambiente de aprendizaje

Entendemos como ambiente de aprendizaje las relaciones e interacciones que ocurren en el aula entre los estudiantes y educadores, y entre ellos con los recursos. Por lo tanto, el ambiente de aprendizaje al igual que los lineamientos pedagógicos deben preverse y organizarse en función de las habilidades o desempeños deseados.

Un factor muy importante de este rubro es la población a beneficiar. Las tendencias históricas que marcan los procesos de enseñanza actuales, inciden en la conformación de los grupos de estudiantes, estableciendo procesos de enseñanza, según edad y madurez. Sin embargo, la experiencia en la ejecución de proyectos con robótica nos ha demostrado que aquellos grupos que integran estudiantes de diversas edades, procedencias y estados de madurez resultan más productivos y creativos que los conformados con ciertas uniformidades.

En realidad, la diferencia en los procesos de aprendizaje en el área de la robótica parece estar definidos por la oferta pedagógica que se disponga. Así proyectos que requerirán mayores niveles de profundización y estudio o investigación resultarán más difíciles para estudiantes que no poseen experiencia y conocimiento en esas áreas. Por lo tanto, lo mejor es respetar la diversidad y adecuar la propuesta según las capacidades que muestren o vayan desarrollando los estudiantes y no unificar las propuestas para que sean los estudiantes quienes tengan que adaptarse a ellas.

Otras variables a tener en cuenta en el ambiente de aprendizaje que se adopte para el proyecto educativo, es la población meta a beneficiar y la cantidad de recursos tecnológicos que se requiere para su ejecución.

Por ejemplo si los productos que los estudiantes estarán creando o construyendo involucran la totalidad del grupo, es fácil anticipar que habrá mucha demanda de recursos de robótica para construir estructuras. Sí no se desea enfrentar limitaciones por falta de recursos o tener que limitar los productos que los

estudiantes hacen a las existencias, entonces habrá que organizar modalidades de atención en periodos continuos y en el largo plazo. Por ejemplo: varias lecciones semanales durante algunos meses para el mismo grupo. Es importante recordar que en robótica no es posible desarmar y armar en cada lección porque una construcción y su control es algo muy similar a la creación de una obra artística, algo parecido a una escultura o una maqueta. Estas requieren tiempo para mejoras, ajustes y detalles.

Un caso contrario lo tendríamos en la creación de proyectos educativos cuyo énfasis podría estar asociado a la creación de pequeños modelos que representan o ayudan a comprender ciertas leyes físicas o científicas. Es decir proyectos con un énfasis demostrativo que son usados por los estudiantes para ganar evidencias sobre alguna teoría particular. En este caso es probable que la demanda de recursos tecnológicos no sea tan excesiva y probablemente resulte más fácil armar y desarmar las estructuras en plazos más cortos.

Independientemente del tipo de proyecto que se inicie el factor de los recursos tecnológicos es esencial y hay que tener en cuenta ¿qué es indispensable y que no?. Es decir cuáles equipos o materiales pueden ser sustituidos por otros de menor costo y cuáles deben adquirirse. Por ejemplo, las interfases (RCX, Handy crickets, GOGOs Boards, Pico) son equipos que deben adquirirse y la cantidad a comprar dependerán de la cantidad de máquinas que se disponen y del número de estudiantes a atender.

Los motores, sensores, luces sirenas, por su parte, al igual que otros componentes, se podrán definir según la cantidad de puertos y capacidad de conexión que tengan las interfases.

Los recursos para crear estructuras como paredes, bases, techos, son variables, y existen en el mercado múltiples soluciones para crear estos detalles, desde: balsa, lego, cartón, hasta materiales rehusados tomados de cajas de cereales, juguetes en desuso, plásticos variados.

Si la propuesta tiende a impulsar la inserción y construcción de mecanismos usando una buena gama de máquinas compuestas, como es nuestro caso, entonces debe disponerse mucho recurso de esta índole como son: engranes de diferentes tamaño y funciones; ejes, tornillos, bielas, poleas y todas sus variantes. Así como las opciones estructurales que garanticen su ensamble, por ejemplo ejes de diferente tamaño y cajas o barras de acople para hacer los sistemas de engranajes.

En cuanto a la construcción de mecanismos, igual se puede optar por usar trenes de engranes recuperados de equipos electrónicos o tecnológicos en desuso, como son: unidades de CD, juguetes de control, engranes de impresoras, escáner u otros. Si este es el caso, entonces será necesario agregar a los materiales de la



sala: herramientas que permitan desarmar, cortar, soldar y pegar. Cómo alicates, cautines, seguetas, destornilladores y otros.

Fig. 2. Construcción de un puente peatonal que brinde los requisitos de accesibilidad y seguridad a la personas, de la comunidad de Desamparados. Creado por estudiantes entre 9 - 12 años, San José Costa Rica, mayo 2006 usando materiales rehusados y extraídos de computadores en desuso. Fue programado con Logo Blocas y controlado con Handy críquet.

Otro factor relevante en el ambiente de aprendizaje de un proyecto educativo con robótica, es el educador o profesional que mediará o facilitará los aprendizajes junto con los estudiantes. Una característica muy importante de esa persona, es la disposición o actitud positiva que muestre hacia la tecnología y el aprendizaje. Este profesional debería destacarse por el gusto hacia el estudio de la evolución tecnológica, lo innovador, las máquinas, los automáticos, los robots y su comportamiento. Igualmente debería disfrutar de la programación y aunque no tenga el conocimiento mostrar interés y la mejor disposición para aprender.

Tenderá a ser una persona creativa y dispuesta al cambio, a las complicaciones surgidas por problemas de programación, construcción, acople de estructuras y desacuerdo entre los estudiantes, etc. Pero ante todo, deberá poseer vocación hacia la enseñanza, y disfrutar el gusto de compartir lo que sabe y estar dispuesto a aprender de y con sus estudiantes. Es decir su mayor cualidad será la de generar y aprovechar todos los momentos para construir y facilitar la construcción de aprendizajes propios y ajenos.

5.3 Capacitación

Si los profesionales no cuentan con una especialidad en robótica, entonces el proyecto educativo para el cual laboran o participarán deberá asumir este proceso de capacitación. Generalmente las personas con formación en informática educativa, ciencias, ingeniería, computación se desempeñan muy bien en esta área. Lo ideal es contar con profesionales que posean ambas especialidades de



estudio, la informática y la educación y con algún curso o conocimiento en robótica.

Fig. 3 Construcción de una montaña rusa en un parque de diversiones. Curso para educadores: Principios y perspectivas de la robótica Educativa. Enero 2006

Otro factor, es la disponibilidad de los recursos, ¿Cómo anticipar cuánto equipo y de qué características se requiere se debe tener en una sala de robótica?. Los criterios para esta selección pueden resultar muy variados, lo mejor, antes de realizar una compra es detenerse a pensar en las particularidades de la propuesta, como son:

La capacitación, pilar de todo proyecto educativo toma forma y contenido en función de las habilidades que el proyecto busca desarrollar. En Costa Rica ante la ausencia de la especialidad universitaria en robótica educativa, el Área de robótica y aprendizaje por diseño de la Fundación Omar Dengo es la responsable del diseño, ejecución y evaluación de los procesos de capacitación que participa tanto, a educadores de primaria como de secundaria. Los énfasis y planteamientos se han creado en función de las necesidades del proyecto. Para su planteamiento se ha considerado lo siguiente:

- El perfil inicial y formación académica de los educadores que inician y los que permanecen.
- Los contenidos necesarios a enseñar que el educador debe conocer para ejecutar la propuesta pedagógica.
- Las características de los recursos tecnológicos que cada proyecto tiene.
- Los tiempos de ejecución presencial y en línea que se requieren.
- Las estrategias más efectivas que permiten consolidar mejores comprensiones en los estudiantes respecto los temas y en robótica.

Según nuestra experiencia, los grupos para capacitación no deben ser muy grandes si se desean propósitos y resultados específicos a conseguir. Los grupos de 20 personas, es lo ideal si se cuenta con recursos tecnológicos suficientes para trabajar en parejas. Propuestas de capacitación que simulan las ejecuciones y resultados esperados según la propuesta pedagógica del proyecto educativo, son las ideales y más efectivas, si se desea que ellos pongan o lleven a la práctica los conocimientos en un corto plazo².

Las actividades de capacitación en línea son posibles en el tanto los educadores cuenten con los recursos tecnológicos para realizar los ensayos o ejercicios propuestos. La mayor riqueza y aprovechamiento de conocimientos se consiguen

² Ver Taller de capacitación con educadores 2006. En <http://fodweb.net/robotica/index.htm>, Experiencias/actividades.

combinando ambas modalidades, presencial y en línea. Los espacios para el intercambio, el planteamiento de problemas y propuesta de soluciones son muy usados y efectivos.

La oferta de capacitación debe ser variada y siempre en función de las necesidades de conocimiento temático y metodológico que los educadores requieran para lograr con éxito los resultados de la propuesta. Periodos concentrados de 40 horas y distanciados a lo largo del año, han resultado muy efectivos en nuestro caso. En igual sentido, debe garantizarse la continuidad de los profesionales de manera que con el tiempo ganen especialidad en la materia y puedan conformar grupos de profesionales que están podrían compartir e intercambiar sus experiencias con otros colegas que inician o se integran al proyecto conforme éste crece y se expande.

5.4 Seguimiento o apoyo a la acción docente.

En cuanto al seguimiento, entendido como la acción de apoyar y orientar al docente en su salón de clase, es otro elemento esencial y requerido. Para ello es necesario disponer de asesores o personal especializado en el campo de la robótica, la investigación y la educación, que conocen muy bien la propuesta pedagógica pero, también cuentan con experiencia desde la práctica trabajando con estudiantes. Esa combinación facilitará un apoyo más efectivo porque podrá ofrecer insumos con conocimiento de causa. En el seguimiento lo ideal es que el educador sienta el apoyo y la confianza de quienes le asesoran para que pueda plantear sin temores sus debilidades y fortalezas.

Dependiendo de la magnitud del proyecto educativo, la organización geográfica y la cantidad de educadores participantes es fundamental disponer de los medios electrónicos o recursos financieros para monitorear el proyecto globalmente. Esto facilita la toma de decisiones y permite construir una visión más cercana de los resultados y necesidades que el proyecto está necesitando. Igualmente este tipo

de estudio ayuda a definir los rumbos y las decisiones hacia donde debe conducirse el proyecto.

Al igual que la propuesta pedagógica todo proyecto educativo deberá crear sus marcos de seguimiento y evaluación de proceso y resultados. Con ese marco será más fácil que los educadores reciban en sus contextos de trabajo el soporte, pedagógico, requerido para concentrar sus acciones en el desarrollo de las capacidades esperadas para la población que se beneficia. Y facilitará la recolección de evidencias, productos y resultados que dan cuenta del avance e incidencia que el proyecto está teniendo, al tiempo que es posible detectar las debilidades y hacer las enmiendas necesarias.

5.5 Un respaldo político, administrativo y financiero

La robótica como área de conocimiento nueva requiere del respaldo financiero y académico a largo plazo. Probablemente si deseáramos reunir el conocimiento e información necesarias para comprender plenamente sus campos de acción, es probable que alcance la magnitud de una ingeniería. Por esa razón, las experiencias con estudiantes o educadores no pueden ser cortas y esporádicas, sino sostenidas y continuas. Cuando los proyectos educativos nacen bajo el respaldo y acogida de programas que se ha consolidado, se tiene la ventaja que también permean los proyectos educativos que inician y probablemente éstos, tienen mejores oportunidades de consolidarse, sobre aquellos que se gestan en procesos o programas de corto plazo.

Si no se cuenta con un respaldo financiero y administrativo de largo plazo, estaríamos confinados a mostrar solo un grano de mostaza en un campo de conocimiento inmenso que está por descubrirse. Lo que se quiere decir es que todo proyecto educativo que se gestó, debe considerar desde sus inicios los medios para la sostenibilidad que le darán el respaldo financiero y administrativo en un tiempo razonable. De lo contrario no hay forma de lograr los alcances ni la

incidencia esperada en la población. Todo proceso educativo que busca una formación particular en sus individuos requiere tiempo para concretarse.

Un cambio cualitativo que estamos promoviendo en Costa Rica es conseguir el aval político y académico para incluir robótica como parte de la oferta curricular cotidiana, tanto a nivel de enseñanza básica como universitaria, algo similar a lo que ya consiguió la informática educativa. Actualmente los proyectos de robótica educativa benefician un porcentaje de los estudiantes de primaria y secundaria, la meta sería elevar esa cobertura en los próximos años e incluir la especialidad a nivel universitario.

Un respaldo político, administrativo y financiero sostenido, favorece el crecimiento, y contribuye a la calidad de cualquier proyecto educativo, ofreciendo un contexto ideal para innovar o incorporar variantes y otros recursos que fortalezcan aun más el proceso de aprendizaje de los estudiantes.

6- Habilidades y robótica

Retomando el tema de las capacidades a la que deben apuntar los proyectos educativos que dan inicio con robótica, uso como referencia, las investigaciones de enGauge® (2003: 14) que se han concentrado en determinar las habilidades necesarias para preparar exitosamente a los estudiantes para la vida, el aprendizaje y el trabajo en una sociedad basada en el conocimiento. Este estudio presenta un planteamiento en categorías que agrupa esas habilidades y que en las siguientes líneas relacionaré relacionar con los contextos de aprendizaje que incluyen la robótica, estas son:

- Alta productividad: posibilidades de creación que se poseen para insertarse con éxito en una obra productiva.

- Mentalidad creativa: La habilidad para aplicar las tecnologías digitales en situaciones sostenidas y complejas, y para comprender las consecuencias que de éstas se derivan.
- Comunicación eficaz: trabajo en equipo y colaborativo, habilidades interpersonales, responsabilidad social, personal y cívica, comunicación interactiva.
- Era digital: conoce y comprende los conceptos científicos necesarios para tomar decisiones, usa el lenguaje y el cálculo en el trabajo y en la sociedad para alcanzar las metas personales y para desarrollar conocimiento. Tiene conocimiento de lo que es la tecnología, involucra sus usos eficientes y eficazmente, toma decisiones al identificar problemas económicos, interpreta, usa y crea imágenes, videos y medios visuales. Busca rutas y nuevos escenarios para determinar medios y alcanzar fines.

Atendiendo los planteamiento de David. Perkins quien dice que en últimos años se ha hablado mucho de la educación en las habilidades de pensamiento crítico y creativo, habilidades de resolución de problemas, etcétera; las cuales sin duda son muy importantes, pero el mero hecho de poseer una habilidad no garantiza que se la use . Dice que “para que las habilidades se conviertan en parte de la conducta cotidiana deben cultivarse en un medio que las valore y apoye, de lo contrario, las habilidades de pensamiento de los alumnos, tenderán a desaparecer en una cultura escolar que no estimule el pensamiento” (Perkins, D. 2006: 2)

Apoyados en los resultados de nuestra experiencia sabemos que la robótica educativa posibilita los contextos ideales para que, tanto, estudiantes como educadores consoliden en la acción y el pensamiento un conjunto de habilidades como las propuestas por EnGauge® y condicionadas por Perkins. A continuación reúno en la siguiente, aquellas habilidades que en nuestros contextos de aprendizaje hemos observado consolidarse en nuestros estudiantes al contactarse con nuestra propuesta de robótica educativa:

Tabla 1. Habilidades asociadas a la robótica educativa observadas en estudiantes

Alta productividad	Comunicación eficaz	Era digital	Mentalidad creativa
Planean, organizan y alcanzan, eficiente y eficazmente las metas del un proyecto o la propuesta de solución al problema detectado.	Crean, planifican y desarrollan proyectos en grupo. Trabajan juntos para resolver problemas.	Programan y controlan sus producciones usando lenguajes de programación especializados para hacer robótica.	Modifican sus actitudes, conductas y comprensiones para adaptarse a lo requerido o planeado
Priorizan área de trabajo, diseñan y crean sus prototipos de solución o sus simulaciones.	Comparten y enseñan a otros lo que saben, ayudan a resolver problemas que otros compañeros enfrentan	Usan gran variedad de herramientas y recursos para crear sus producciones: escalas, seguetas, catines, lenguajes de programación y creación de WEBS.	Administran el tiempo, los recursos y los esfuerzos. Evalúan la calidad de sus productos.
Anticipan contingencias y critican sus producciones.	Están dispuestos a asumir diferentes roles en los grupos de trabajo, a fin de conseguir las metas	Usan e identifican las maquinas compuestas y sus efectos en la transmitir el movimiento.	Están deseosos de conocer e indagar. Están dispuestos a cometer errores.
Valoran los resultados para dirigir o alinear las facetas del proyecto.	Muestran respeto, tolerancia y confianza entre ellos y con sus maestros.	Identifican y aprovechan distintas fuentes de información. Textos, personas, videos, sonidos.	Planean, piensan y toman en cuenta los planes que se han propuesto.
Crean productos pertinentes y de alta calidad atendiendo lo planeado	Se comprometen con una meta compartida y aceptan la responsabilidad del trabajo en equipo hacia la meta.	Comprenden los elementos básicos de las producciones robóticas: percepción, razonamiento, comportamiento.	Crean productos originales y nuevos en función de la necesidad que se plantea
Usan recurso tecnológicos para hacer robótica, textos fotos y video para agregar valor a sus productos.	Comparten sus conocimientos y recursos con otros miembros del grupo	Evalúan el procesos y los productos de sus actividades	Emprenden soluciones a situaciones que no resultan obvias
Entienden y pueden valorar y criticar la utilidad de los productos creados.	Diseñan y rediseñan soluciones	Aplican los principios del diseño tecnológico en sus productos	Consideran hipótesis, hacen inferencias, y evalúan y mejoran sus producciones

Fuente: producción propia

7- Robótica e innovación

En el sector educativo hablamos de innovación como un proceso que permite incorporar cambios en las formas de hacer, de pensar y de vivir. Regularmente las situaciones que son valoradas como innovaciones surgen a partir de la necesidad de resolver problemas particulares o de atender necesidades y demandas. Es común que ocurran y no sean identificadas sin embargo, algo ha observar es que realmente, esta iniciativa se gesticone y consolide cambios

fácilmente identificables. “Una innovación es un proceso de gestión de cambios específicos, en ideas o instrumentos, hasta su consolidación” De la Torre (1998:19).

La robótica como proyecto educativo se puede considerar innovación en el tanto, implique y beneficie a las personas para las cuales fue creada, y sea asumida e incorporada como práctica cotidiana. Su razón de ser podrá ser instaurada si los educadores y estudiantes muestran y conservan actitudes y sentimientos sostenidos a lo largo del tiempo y mientras esté en ejecución.

Un indicador de que la robótica es el resultado del motor de innovación, es mirar el cambio en las personas, en las ideas y actitudes, en las relaciones, modos de actuar, pensar y hacer de los involucrados. Si eso es visible desde la práctica entonces estamos ante una innovación.

.

8- Conclusiones

La robótica educativa es un área de conocimiento nueva que está incursionando rápidamente en el sector educativo formal universitario como una especialidad de formación o en el sector de la enseñanza primaria como experiencias o proyectos educativos que intentan acercar a las poblaciones jóvenes a estos conocimientos.

Como preámbulo a su implantación es necesario tener en cuenta factores de índole pedagógico, administrativo y técnico. En el campo pedagógico resulta relevante considerar aspectos de apropiación que se desean promover y la definición/determinación de habilidades que se fortalecen a partir de la experiencia. Consideraciones sobre el ambiente de aprendizaje, la capacitación de los educadores y el seguimiento o acompañamiento a los educadores marcan la diferencia.

En el mercado existen gran variedad de recursos u alternativas tecnologías con diferentes potencialidades su escogencia dependerá de los desempeños que busque fortalecer el proyecto educativo.

La gran variedad de lenguajes de programación, tipos de interfases, y recursos constructivos esta a disposición y con variedad de costos, sin embargo una buena elección es aquella que considere en primer lugar la población meta a beneficiar, la cantidad de estudiantes que se atenderá en simultaneo y periódicamente.

Una buena razón para considerar la robótica como un motor de innovación en los contextos educativos, esta asociada a las posibilidades que brinda para insertar cambios relevantes en las formas de enseñar y aprender de los estudiante y la factibilidad que muestra para consolidarse e incorporarse como una práctica regular y cotidiana en los procesos de enseñaza.

Es imposible emprender un proyecto educativo que incluya la robótica como recurso de aprendizaje para apoyar los procesos de pensamiento y creación, sino se cuenta con: un marco pedagógico sólido y de fácil comprensión, una caracterización del ambiente de aprendizaje que detalle las formas de relación entre las personas y éstas con los recursos, un proceso de capacitación acorde con la evolución tecnológica y educativa, y un proceso de seguimiento permanente. Todo con el respaldo político y financiero justo que las poblaciones infantiles y jóvenes necesitan.

Notas

- i **World Links.** Opening a world thorgh learning **[en línea]** <http://www.world-links.org/> [consulta: junio 2006].
- ii **Proyecto Ciber@prendiz:** Aplicaciones del Internet para el Aprendizaje Educativo **[en línea]** <http://www.ciberaprendiz.org/es/intro.html>
- iii **Syr Silvia.** (2005) First Lego League Robotics in the Classroom. **[en línea]** <http://www.techlearning.com/story/showArticle.jhtml?articleID=165700694> [consulta: setiembre 2006].
- iv **Federation Robo Cup** (2004). What si Rob Cup ?. <http://www.robocup.org/overview/21.html> [consulta: junio 2006].
- v **NASA** (2006). Robotics Curriculum Clearinghouse. **[en línea]** <http://robotics.nasa.gov/rcc/> [consulta: mayo 2006].
- vi **Turkbak F. And Berg R.** (2002) Robotic Desig Studio: Exploring the Big Ideas of Engineering In a Liberal Arts Environment. **[en línea]** <http://www.wellesley.edu/Physics/Rberg/papers/RDS-JSET-final.pdf> [consulta: mayo 2006].

Referencias bibliográficas

Fundación Omar Dengo Educación y tecnologías digitales (2006) . Cómo valorar su impacto social y sus contribuciones a la equidad. FOD - 1 a. ed. San José.

A. Acuña (2004). Robótica y aprendizaje por Diseño en EDUCACIÓN AÑO XLVIII- XLIX, No 139-140, I-II, [en línea] <http://www.educoas.org/porta/bdigital/lae-ducacion/home.html>.

De la Torre Saturnino (1998). Cómo innovar en los centros educativos. Estudios de casos. Editorial escuela española, Madrid, España

enGauge®. (2003). 21st Century Skills: Literacy in the Digital Age **[en línea]** <http://www.ncrel.org/engauge/skills/skills.htm> [consulta: junio 2006].

Perkins, David (2006). Hacia una cultura de pensamiento. Conferencia. **[en línea]** http://www.ellibro.com.ar/32feria/educativas/html/archivo/conferencias/perkins_david.html. [Buenos Aires Argentina] **[consulta:** junio 2006].

Seymor Papert, (2003). La máquina de los niños. Replanterase la educación en la era de los ordenadores. Paidós, Barcelona España pg. 151-169