

Incursión de la Robótica en la Educación

Incursion of Robotics in Education

***Marizol Tellez Ramirez**

Posgraduante

Facultad de Ciencias Puras y Naturales

Universidad Mayor de San Andrés

La Paz - Bolivia

Autor de correspondencia:* tellezramirezmarisol@gmail.com

Resumen

Robots en el aula ¿realidad o ficción?, desde la década de los 70 se ha trabajado en el mundo para hacer de esta práctica una realidad, es así que en Latinoamérica y como una aplicación de las Tecnologías de la Información y la Comunicación se han incorporado pequeños robots en el aula para fomentar el desarrollo de la creatividad y las habilidades de los estudiantes. En Bolivia, se está trabajando en procesos de capacitación en robótica con fines educativos, las experiencias desarrolladas en esa línea en la Universidad Mayor de San Andrés son las que se reseñan en este trabajo.

Palabras clave: Arduino; Educación; Robótica; Tecnologías de la Información y la Comunicación

Abstract

Robots in the classroom, Fact or Fiction?, since the 70's in the world to have worked to make this practical a reality , so that in Latin America and as an application of information and communications technology have been incorporated small robots in the classroom to encourage the development of creativity and skills of students. In Bolivia, it is working on robotics training processes for educational purposes, the experiences in that line in the Universidad Mayor de San Andrés are those outlined in this paper.

Keywords: *Arduino; Education; Robotics; Information and Communications Technology*

Introducción

Una de las preocupaciones de los pedagogos en los últimos 30 años tiene que ver con la introducción de nuevos elementos en el aula, aquella que en los años 70 tenía al maestro en el atril y a los estudiantes como audiencia está en declive, debido principalmente a los usos educativos de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en el aula, que han llegado para marcar un antes y un después en la educación. Así, en la actualidad conviven en el aula dos generaciones, a decir de (Prensky, 2001): los nativos digitales, que son quienes nacieron con la tecnología y la manejan con total naturalidad, y los inmigrantes digitales, que son quienes han tenido que adaptarse a usar esa tecnología, antes desconocida, para evitar el analfabetismo digital.

Ante una realidad que es imposible de eludir, los educadores de todos los niveles educativos, desde la educación pre-escolar hasta la educación posgradual, han tenido que adecuar sus estrategias de enseñanza con el fin de que las TIC en el aula se conviertan en un medio innovador para llegar al estudiante. En Bolivia, esta realidad empezó a hacerse evidente inicialmente en las universidades, y ahora está presente en la formación primaria y secundaria de las Unidades Educativas, ya en la década del 2000 las autoridades educativas a la cabeza del Ministerio de Educación se preocupaban por dotar a las unidades educativas del equipamiento necesario para llevar adelante procesos de actualización tecnológica, así lo refiere (UNESCO-IBE, 2006), y ha evolucionado desde el manejo básico de la ofimática, pasando por una introducción al diseño gráfico, hasta llegar a las demandas actuales que son la enseñanza de algoritmos de programación y la robótica.

En este escenario, es que por iniciativa del Ministerio de Educación del Estado Plurinacional de Bolivia, se lanza la Olimpiada Científica Estudiantil Plurinacional Boliviana (OCEPB), para “Promover el desarrollo de capacidades científicas y tecnológicas e identificar talentos científicos en estudiantes de educación regular como aporte al desarrollo científico, productivo, económico y social del país” (Ministerio de Educación, 2015), entre cuyas áreas está la *Robótica*, donde la experiencia en Unidades Educativas es relativamente nueva. De tal manera, la Universidad Mayor de San Andrés (UMSA) a través del Instituto de Investigaciones en Informática (I.I.I.) de la carrera de Informática, en procura de colaborar en los procesos de actualización tecnológica con la comunidad, junto al Vice Ministerio de Ciencia y Tecnología, organiza Tutorías de Robótica dirigida a los participantes de la Olimpiada Boliviana de Robótica (OBR).

Este trabajo aborda la temática de la incursión de los robots en las aulas de educación regular, a partir de la incorporación de las TIC en el escenario educativo, sin dejar de revisar el rol de las universidades en este escenario, para luego describir la experiencia desarrollada en las Tutorías de Robótica para Unidades Educativas del Departamento de La Paz, y finalizar analizando algunos hallazgos importantes.

Las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) en el Aula

La incorporación de las TIC en la sociedad en general y en la educación en particular ha generado una serie de cambios en las formas de enseñar y aprender, cambios que van desde los niveles preescolares y llegan hasta el nivel universitario, tal es así que en

nuestros días resulta de lo más natural encontrar que los estudiantes consultan con regularidad los blogs y las wikis en busca de información relacionada con su aprendizaje, así mismo participan en foros o grupos de interés virtual moderados por sus maestros, de tal manera que se *enseña y aprende* en el aula utilizando además de los instrumentos tradicionales: proyectores de diapositivas, simulaciones, bibliotecas digitales y virtuales, comunidades, foros y wikis, entre otros, es así que:

(...) se están produciendo tantos cambios en los procesos educativos a todos los niveles, principalmente propiciados por la integración de las TIC que están haciendo que los centros educativos de cualquier nivel (infantil, primaria, secundaria, universidad) se tengan que convertir en espacios creadores de conocimiento, capacitadores de unos ciudadanos y profesionales críticos en consumo de tecnología (Cabero Almenara, 2007).

Situación que vislumbra el rol fundamental del educador, independientemente del nivel en el que se desenvuelva, al tener la misión de convertir su espacio de trabajo de un escenario meramente instruccional en otro generador de conocimiento, un espacio que permita tanto al maestro como al estudiante exteriorizar su capacidad creadora y afianzar la construcción de su conocimiento, pero además formar ciudadanos ante todo responsables en el uso de la tecnología, dejando de lado las actitudes consumistas y adoptando otras que desde una mirada crítica les permitan usar la tecnología en beneficio de su sociedad. Con las TIC en el aula se abren una serie de posibilidades para llegar a los estudiantes, que orientadas con responsabilidad permiten no solo el acceso al conocimiento sino también la generación de espacios de reflexión colaborativos para la interacción maestro-estudiante y estudiante-estudiante.

A propósito de este proceso que hacen de las TIC y la educación un escenario novedoso para unos y radicalmente desconocido para otros, la Comisión Económica para América Latina y El Caribe (CEPAL) manifestaba:

En los países en vías de desarrollo una de las motivaciones explícitas o implícitas para la incorporación de TIC en la educación es proveer a los alumnos de competencias necesarias para desenvolverse adecuadamente en la sociedad de la información (por ejemplo, mediante la disminución de la brecha digital) y, a través de esto, contribuir al desarrollo económico y social. Por el contrario, en los países desarrollados, las políticas TIC ponen énfasis en aumentar la competitividad digital de los estudiantes y mejorar los procesos de enseñanza aprendizaje... (CEPAL, 2008)

Situación que al margen de expresar la realidad, nos obliga a reflexionar sobre la forma en que se está encarando este proceso en los países Latinoamericanos, los esfuerzos no solo deben concentrarse en proveer de competencias a los estudiantes para desenvolverse en una sociedad tecnificada, debe cambiarse el enfoque y agregar el plus de generar conocimiento mejorando los procesos de enseñanza-aprendizaje, debe procurarse que las generaciones que se están formando sean las que guíen a nuestras sociedades a un cambio de actitud, que nos permitan dejar el consumismo en que estamos sumidos y convertirnos en productores de nuestra tecnología, una que sea propia, nacida desde nuestra realidad y en función de nuestras necesidades. Desde luego, ello no será posible sin antes conocer la tecnología vigente, porque simplemente no se puede ignorar lo que ya existe, lo que ya se ha trabajado, pero si se puede conocer, estudiar lo avanzado para empezar a construir tecnología con ese fundamento y con el que nace desde nuestra realidad.

Es imperante entonces apropiarse de los avances tecnológicos vigentes y adaptarlos a nuestro contexto, que por años ha estado controlado por la cultura del consumismo y que hoy demanda con urgencia un cambio de actitud, en palabras de Paulo Freire “La frase casi hecha – ejercer el control sobre la tecnología y ponerla al servicio de los seres humanos – tal vez nunca tuvo tanta urgencia de concretarse como hoy...” (Freire, 2013), y no podía ser mejor expresado, debemos poner la tecnología a nuestro servicio, al servicio de nuestra sociedad, para que esta experimente mejoras en su forma de vida y en particular se beneficien los procesos educativos que son los elementos liberadores de toda sociedad, de lo contrario continuaríamos beneficiando una dependencia tecnológica licenciosa y peligrosa, que no le hace nada bien a los jóvenes de hoy.

Sin embargo, no es sencillo desarrollar este proceso, se ha vuelto bastante común encontrar trabajos de investigación de los estudiantes que no son más que la impresión de alguna wiki sin merecer ni siquiera el esfuerzo de una breve revisión, laboratorios de computación que son subutilizados y estudiantes que desvían la atención de la clase por interactuar en las redes sociales. “Lo que está ocurriendo actualmente es que se están innovando los recursos tecnológicos existentes en los centros educativos, pero las funciones didácticas que los profesores otorgan a estos materiales y el tipo de tareas demandadas a los estudiantes no representan una renovación pedagógica relevante” (Area Moreira, 2008), he ahí la dificultad de llevar adelante este proceso, y es que se confunde la incorporación de las TIC en la educación con la simple adquisición de la tecnología actual para el centro educativo, descuidando la renovación pedagógica, lo que no quiere decir que el equipamiento no sea importante, pero es solo un escalón en el

largo recorrido de este proceso, porque además de equipar, se debe preparar y actualizar, promover procesos creativos, se debe procurar que los maestros guíen a sus estudiantes en el uso correcto de la tecnología y no subestimen sus posibilidades restringiendo su uso solo a lo recreativo.

La incursión de la Robótica en la Educación

Con la presencia de las TIC en todos los ámbitos de la sociedad, surgen áreas de investigación otrora poco comunes y solo imaginables en las historias de ciencia ficción, como es el caso de la Robótica, que ha pasado de ser una concepción ilusoria a una realidad vigente en la sociedad. Cuando (Asinov, 1950) enunciara las tres leyes de la robótica, era poco imaginable que en poco tiempo surgieran líneas de investigación en torno a estos autómatas, es más para algunos países “La Robótica es sinónimo de progreso y desarrollo tecnológico. Los países y las empresas que cuentan con una fuerte presencia de robots no solamente consiguen altos niveles de competitividad y productividad, sino también transmiten una imagen de modernidad” (CEA-GTRob, 2008), esta concepción también se refleja entre nuestros países.

Conforme los avances en la investigación de la robótica se hacían evidentes, también se hicieron visibles sus múltiples aplicaciones, así nos encontramos con robots en distintas áreas, están los industriales, los enfermeros, los exploradores, y hasta los robots pedagógicos que incorporados en la educación aparecen como nuevos recursos educativos. A finales de los años 60 la introducción de la tortuga del lenguaje Logo, a la que (Casanova & Lozano, 2004) conciben como la síntesis entre el mundo virtual y el mundo real, se constituiría en una de las primeras iniciativas por

incorporar los robots en la educación, nacida en 1968 en el *Massachusetts Institute of Technology* (MIT) a la cabeza de Papert, la robótica en la educación, ha permitido pensar en una nueva forma de enseñar en el aula con recursos poco convencionales pero atractivos para el estudiante y se constituye en el inicio de una serie de esfuerzos por aprovechar la tecnología en beneficio de la educación, en la Figura 1 observamos precisamente la tortuga programable de Papert, ícono del inicio de la denominada robótica educativa, sobre la que se investiga ampliamente en los últimos años y que ha ido ganado adeptos entre los educadores por las potencialidades que su empleo ofrece en favor del proceso educativo en general y de los estudiantes en particular.

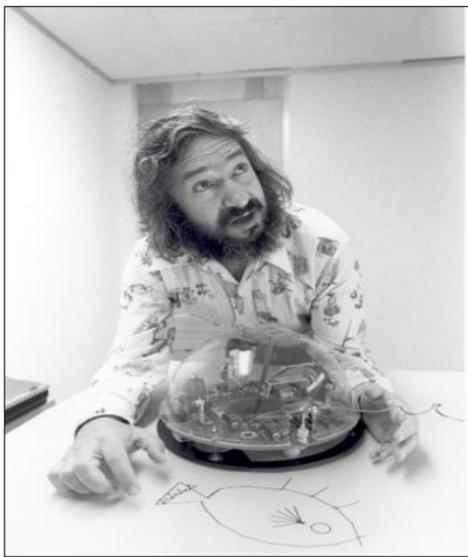


Figura 1. Papert con su tortuga programable
Fuente: (Pardo, 2010)

Existe así en el mundo la inquietud de formar estudiantes en el área de la robótica, así por ejemplo los trabajos de (Berenguel Soria, et al., 2012) revelan que: “en el contexto de la educación en España, la formación en robótica se encuentra en todos los niveles, desde la enseñanza secundaria hasta el postgrado universitario, pasando por la formación profesional y los grados

universitarios y másteres”, y lo propio sucede en otros países, por lo que se trata de una inquietud de alcance mundial. Así, también son importantes las experiencias desarrolladas con robots en Latinoamérica y el Caribe, donde países vecinos como Costa Rica, Colombia, México, Venezuela, Chile y Perú, entre otros han iniciado una cruzada por incorporarlos como nuevos recursos educativos del aula, con alentadores resultados; uno de los pioneros es precisamente Costa Rica que a través de la Fundación Omar Dengo ha desarrollado y sistematizado un conjunto de experiencias que permiten visibilizar un escenario de oportunidades para la mejora educativa. En uno de los múltiples trabajos desarrollados en esa línea es que se concibe la robótica como: “...un recurso de aprendizaje que fomenta con mucha facilidad la generación de pensamiento crítico, resolución de problemas, habilidades para el diseño, la creación y fluidez tecnológica” (Acuña, 2004), siendo así es posible concebir aulas enriquecidas con tecnología robótica, donde se fomente el trabajo colaborativo y en equipo, y se constituyan en espacios de reflexión sobre el uso contextualizado de la tecnología, la resolución de problemas, y ante todo permita a los estudiantes desarrollar abiertamente su creatividad con el diseño, construcción y programación de sus propios mini robots, a los que adicionalmente pueden asignarse aplicaciones útiles para el contexto donde se desarrollan las experiencias.

Es así que como sociedad debemos preguntarnos ¿Cómo puede aportar el uso de los robots en el aula a una educación transformadora? ¿Cómo puede el maestro aprovechar este recurso en beneficio de sus estudiantes? ¿En qué medida es beneficioso para los estudiantes convivir con robots en el aula? y ¿Qué representan los robots en nuestro contexto?, sin duda estas interrogantes demandan un análisis

concienzado que solo puede ser abordado desde la vivencia misma, es decir configurando escenarios donde converjan maestros, estudiantes y desde luego robots. Pero para generar estos escenarios es preciso trabajar en la actualización de maestros, para que estén preparados para asumir el reto y puedan hacer frente a esta realidad que sin duda estará colmada de dudas e inquietudes de parte de los estudiantes, y las universidades son las llamadas para contribuir en este proceso, pues tienen el encargo social de guiar los procesos de transformación derivados, en este caso, de la evolución tecnológica.

El rol de las universidades en los procesos de actualización tecnológica

Desde siempre las universidades han sido espacios generadores de conocimiento, pero el conocimiento debe ser socializado, no solo a la comunidad científica, sino también a la sociedad a la que pertenecen, para que esta pueda nutrirse de ese conocimiento y delinear su accionar futuro en función de los aportes de sus investigadores. Pero además, es indiscutible que las universidades del Estado Plurinacional de Bolivia juegan un papel preponderante en la formación de las futuras generaciones que guiarán los destinos de nuestra sociedad y deben constituirse en el referente ideológico, político, académico, científico y tecnológico que guíe los procesos de transformación por los que atravesamos, y en el marco de la responsabilidad social deben configurarse como actores activos de este proceso y contribuir a la generación espacios de debate, reflexión, investigación y actualización.

En palabras de (Rodríguez-Ponce, 2009) “el rol de las universidades en la sociedad del conocimiento y la era de la globalización es trabajar en la formación de capital humano avanzado, en la creación de conocimiento

avanzado y en contribuir a la equidad y al desarrollo territorial”. Desde ese punto de vista se debe priorizar la formación de ciudadanos para hacer frente a las demandas de una sociedad tecnificada, además de no descuidar la generación de conocimiento, pero además “...se solicita que las universidades – tanto en sus funciones de capacitación como de investigación – aborden temas sociales urgentes como la salud, el bienestar, las mujeres y la transferencia de tecnología apropiada para las comunidades” (UNESCO, 1997), petición que no hace más que confirmar la necesidad de que las universidades se involucren en los procesos de actualización tecnológica.

En Bolivia, la Universidad Mayor de San Andrés (UMSA) ha estado presente históricamente en los procesos de transformación de la sociedad, y de manera particular busca contribuir permanentemente en el desarrollo científico y tecnológico propio de un escenario que con altas y bajas busca consolidarse en el mundo actual, así se expresa en el Título II de su Estatuto Orgánico referido a los Principios, fines y objetivos de la Universidad, mismo que en su Capítulo 2, inciso c establece como fines y objetivos: “Desarrollar y difundir la ciencia, la tecnología y la cultura en general, dentro y fuera de la Universidad” (UMSA, 1988), objetivos por los que guía su accionar y en el que se da cuenta de que debe abrir sus puertas o en su defecto salir del ambiente universitario para interactuar con la sociedad y generar espacios de difusión y actualización.

Desde la perspectiva de una sociedad tecnificada, generar espacios de actualización tecnológica y hacer a la sociedad partícipe de ellos, permite contribuir con la formación de ciudadanos y responder al encargo social. Desde luego,

esta tarea es solo posible con la acción comprometida de las autoridades, los docentes y estudiantes, quienes desde sus respectivos roles se constituyen en el eje articulador que permiten a la universidad convertirse en ese referente que demanda la sociedad.

Tutorías de Robótica para Unidades Educativas

Desde la gestión 2010 se llevan adelante en Bolivia las Olimpiadas Científicas Estudiantiles Plurinacionales Bolivianas (OCEPB) para estudiantes de unidades educativas de todo el país, en las áreas de astronomía y astrofísica, biología, física, geografía, matemática, química, informática y desde el 2014 se incorpora el área de la Robótica. La Carrera de Informática de la UMSA, tiene un particular interés por las áreas de informática y robótica por su directa relación con la incorporación de las TIC en la educación, áreas a las que la carrera apoya a través de los grupos de estudio del capítulo estudiantil de la *Association for Computing Machinery* (ACM) y desde el 2015 el Instituto de Investigaciones en Informática (I.I.I.) respectivamente.

Para la gestión 2015, el Ministerio de Educación a través del Vice-ministerio de Ciencia y Tecnología lanza oficialmente la Convocatoria a la segunda versión de la Olimpiada Boliviana de Robótica (OBR), con tres categorías de participación: la *Categoría A* en que el material de trabajo obligatorio es el kit de robótica de Lego en sus modelos NXT o EV3 que permite a los participantes concentrarse en la programación del robot, puesto que el kit contiene ya los sensores, motores, un *brick* programable y las piezas necesarias para la construcción de robots a escala, kit que observamos en la Figura 2(a), cuyos retos fueron la búsqueda del tesoro y

montañismo; la *Categoría B* corresponde al uso de Hardware Libre, donde se hace emplea las placas Arduino, que vienen con un microcontrolador y puertos de entrada/salida, cuyas principales configuraciones son el Arduino Uno, Arduino Nano, Arduino Leonardo entre otras, en la Figura 2(b) observamos la placa Arduino. Uno junto a un escudo (*shield*) complementario, los retos para esta categoría son la construcción de robots seguidores de línea y robots que resuelven laberintos; finalmente la *Categoría C* de los *Makers* o Constructores con la temática de dinosaurios, fomenta la construcción de robots sin restricciones en el uso de materiales, en la Figura 2(c) se observa un ejemplo.



Figura 2(a) Búsqueda del tesoro y montañismo



Figura 2(b) la placa Arduino



Figura 2(c) construcción de robots

Fuente: (Lego, 2012), (Landoni, 2012),
(MasDiseño, 2013)

Figura 2. (a) El brick NXT de Lego (b) Arduino Uno y shield (c) Robot con material reciclado

Siendo el área de la robótica relativamente nueva en la olimpiada, se organizaron cursos libres de robótica para las categorías B y C, la organización de estas tutorías estuvo a cargo del Instituto de Investigaciones en Informática (I.I.I.) de la Universidad Mayor de San Andrés que en coordinación con el Vice-ministerio de Ciencia y Tecnología lanzaron la convocatoria para los cursos libres y gratuitos de robótica destinado a maestros y estudiantes participantes de la OBR en el Departamento de La Paz. La experiencia además de contribuir a un mejor desempeño de los participantes en la OBR, permitió conocer de cerca las percepciones de padres de familia, maestros y estudiantes de centros educativos sobre la incorporación de robots en el aula.

Métodos

Guiados por el propósito central del proyecto que es orientar a los equipos participantes de la OBR para un mejor desempeño en las Olimpiadas promoviendo una formación responsable en el uso de las TIC y sus aplicaciones, es que el proyecto se enmarca dentro de la metodología de Investigación-Acción cuya espiral de trabajo se muestra en la Figura 3, que ofrece la posibilidad de tener una mirada interna y desde ahí contribuir a la transformación de los escenarios educativos.

Participantes. Asistieron a la convocatoria de tutorías 9 maestros(as) y 23 estudiantes de unidades educativas fiscales, particulares y de convenio provenientes tanto de la ciudad de La Paz y El Alto como de ciudades intermedias y poblaciones rurales del departamento, como son: Viacha¹, Ancoraimes², Patacamaya³ y Guanay⁴, quienes organizados en equipos de 2 estudiantes y su respectivos tutores pertenecen a las categorías B y C, a quienes observamos en la Figura 4 en su primera sesión. Se debe destacar que los participantes no llegan a iniciar de cero sus proyectos, sino vienen con ideas preconcebidas en función de los lineamientos establecidos por la convocatoria.

¹ Viacha es una población cercana a la ciudad de El Alto, provincia Ingavi del departamento de La Paz.

² Ancoraimes es una población cercana al Lago Titicaca, provincia Omasuyos del departamento de La Paz.

³ Patacamaya es una población intermedia perteneciente a la provincia Aroma del departamento de La Paz.

⁴ Guanay población del norte paceño ubicado en la provincia Larecaja del departamento de La Paz.

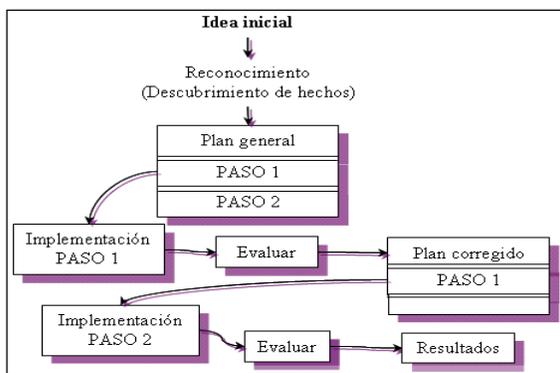


Figura 3. Modelo de Investigación-Acción de Kurt Lewin, interpretado por Kemmis(1980)
Fuente: (Elliott, 1993)



Figura 4. Participantes de las tutorías libres de robótica
Fuente: Primer Taller con los participantes

Instrumentos

Se determinó el uso de los siguientes instrumentos: (a) la observación participante, para tener una mirada de la evolución del grupo, (b) las entrevistas, para conocer las percepciones de los estudiantes sobre las actividades desarrolladas con sus robots, (c) el cuestionario abierto, en el que los equipos manifiestan sus debilidades y problemáticas, y (d) los talleres de formación, donde se guía a los participantes tanto en la construcción de sus robots como en el manejo adecuado de la terminología relacionada al área que se trabaja.

Recreación de experiencias

Las tutorías de robótica se desarrollaron en cuatro talleres cada uno de dos sesiones, organizadas de la siguiente manera:

Tabla 1. Talleres desarrollados por el equipo anfitrión

Talleres	Objetivo
Taller de Diagnóstico	Identificar los conocimientos previos de los estudiantes como de los maestros relacionados con los robots y la robótica.
Taller de robótica con Arduino	Orientar a los equipos en la lógica de programación para arduino.
Taller de seguimiento de proyectos	Realizar un seguimiento proyecto por proyecto para coadyuvar en las problemáticas particulares de cada equipo.
Taller de evaluación de proyectos	Evaluar el progreso de los equipos participantes previa a la competencia en Olimpiada.

Fuente: Elaboración propia

Durante el desarrollo de las tutorías la Categoría B de hardware libre trabajó en su generalidad con placas Arduino, y los participantes fueron estudiantes de secundaria mayores de 13 años, y la Categoría C de Constructores con estudiantes de primaria, todos menores de 13 años que se inician en el mundo de la robótica, en la Figura 5 observamos algunas de las actividades desarrolladas en los talleres.



Figura 5. Probando los robot en las arenas de competencia
Fuente: Taller de evaluación de proyectos

Un aspecto que se debe destacar es que durante la realización de los talleres participaron de manera activa los padres de familia, que preocupados porque sus hijos reciban la orientación apropiada los acompañan diligentes a estos cursos, pero también los maestros(as), quienes para ofrecer a sus estudiantes nuevas competencias buscan de manera responsable enriquecer su conocimiento.

Así mismo, durante la realización de esta experiencia fue importante la participación y colaboración de los estudiantes de la carrera de Informática, que de manera desinteresada apoyaron la actividad, y se mostraron interesados por su incorporación en la carrera.

Resultados

Por pertinencia se aprovecharon los talleres para determinar en qué medida los participantes hacen uso de la terminología relacionada con robots en sus proyectos y guiados por la responsabilidad en el uso correcto de las TIC en la sociedad del conocimiento, nos permitimos contrastar las percepciones de los participantes sobre la robótica, los robots y sus aplicaciones con la teoría vigente.

Considerando definiciones que proponen que la “Robótica es el estudio de los robots, lo que significa que es el estudio de su detección autónoma con el propósito de actuar en el mundo físico” (Mataric, *The Robotics Primer*, 2007), o bien que la “Robótica es la rama de la ingeniería informática que abarca el desarrollo de dispositivos informáticos que funcionan y que realizan tareas físicas útiles” (Plant & Murrell, 2007), nos permitimos consultar a los participantes sobre lo que entendían por este término y encontramos que tanto en maestros como en estudiantes que la idea es muy vaga y poco precisa, por lo que trabajar en ello es importante.

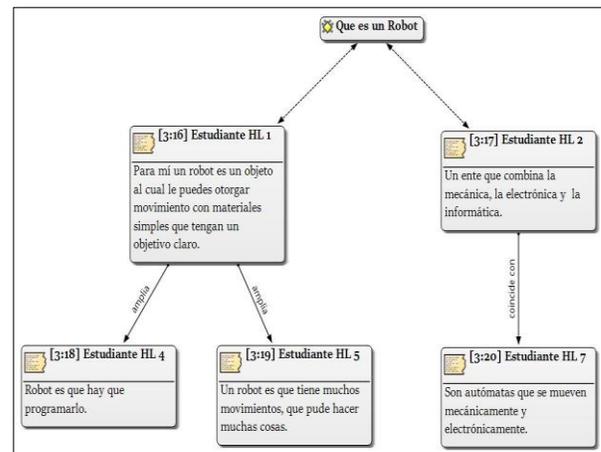


Figura 6. Red de análisis: Definiciones de Robot
Fuente: Elaboración propia

De la misma forma, en la red Definiciones de Robot de la Figura 6, ante la consulta sobre ¿Qué es un robot? encontramos que los participantes no presentan claridad en sus respuestas, pero coinciden en señalar que los robots poseen movimiento, así se describe en las citas de la red de análisis semántico [3:6] y [3:19], pero además se indica en la cita [3:18] que los robots deben programarse, lo que revela que existe noción de incluir lógica programable en los robots. En las citas [3:16], [3:17] y [3:20] los estudiantes relacionan a los robots con

objeto, ente y autómatas respectivamente, tales apreciaciones resultan interesantes puesto que se aproximan bastante a la definición existente en la bibliografía vigente, como la que indica Mataric: “un robot es un sistema autónomo que existe en el mundo físico, puede percibir su entorno, y puede actuar sobre ella para lograr algunos objetivos”. En síntesis, se debe reconocer que si bien no existe una clara definición entre los participantes, las nociones expresadas nos dan cuenta de que este proceso de conocimiento en construcción debe reforzarse.

Discusión

Los resultados expuestos llaman nuestra atención puesto que no se puede concebir la práctica sin la teoría, se trata de un proceso dialéctico, por lo que es importante la incorporación de espacios de reflexión en cada taller para repasar y comprender la terminología utilizada. Encaminadas así las tutorías, para evaluar los resultados obtenidos se realizó el seguimiento respectivo a los proyectos en la misma olimpiada y se encontró que entre los equipos de la Categoría B, uno completo el circuito de seguidores de línea propuesto por la organización, en tanto que los robots para laberinto no pudieron vencer la arena de competencia, debido fundamentalmente a las debilidades en la programación de los robots. Por su parte los robots dinosaurio de la categoría C tuvieron gran éxito entre los asistentes y su desenvolvimiento fue excepcional.

Uno de los hallazgos más importante es la motivación generada entre los estudiantes producto del uso de los robots en sus proyectos, que no solo les permitió trabajar en equipo sino también aprender de otras áreas del conocimiento, como ser: (a) la física, necesaria en la comprensión de la parte mecánica del robot, (b) la informática,

necesaria para programar los robots, (c) la biología, que en el caso de los robots dinosaurio permitió estudiar su anatomía, y (d) la historia, que introdujo el contexto en que habitaban los dinosaurios. En la Figura 7 se observa a uno de los equipos de la Categoría C en competencia.



Figura 7. Estudiantes del área rural del departamento de La Paz exponiendo su robot
Fuente: Seguimiento OBR

Conclusiones

En líneas generales las tutorías libres de robótica patrocinadas por el Instituto de Investigaciones en Informática de la UMSA contribuyeron positivamente a un mejor desempeño de los participantes en la OBR, a la vez que permitió conocer de cerca las percepciones de padres de familia, maestros y estudiantes de centros educativos sobre la incorporación de la robótica en los proyectos de aula.

Así mismo de manera particular, se pudo evidenciar que al ser el área de robótica relativamente nueva en nuestra sociedad, los maestros aún están desarrollando procesos de formación en esta área para guiar a sus estudiantes, por lo que será necesario pensar en procesos de actualización tecnológica para los maestros. Por otra parte hay que trabajar de manera responsable en el uso de las TIC y sus

aplicaciones, pensando siempre en el contexto propio.

En el marco de la responsabilidad social las universidades deben guiar estos procesos de actualización tecnológica, abriendo sus puertas a quienes demanden capacitación y delinear el caminar de nuestro país hacia la sociedad del conocimiento en el que se democratiza el acceso a la información y la tecnología, pues solo se puede servir a la sociedad conociendo de cerca su realidad y sus necesidades.

Finalmente, es importante reconocer que en poco tiempo los robots han ingresado a nuestra realidad y son los más jóvenes los que demandan aprender a construirlos y programarlos, y la misión del maestro es guiar este proceso, por lo que introducir la robótica en la educación es un reto que debemos asumir como sociedad por las posibilidades creativas que ofrece a los estudiantes y podemos comenzar aceptando que también se puede aprender *trabajando con robots en el aula*.

Agradecimientos

Agradecer a la Dirección del Instituto de Investigaciones en Informática (I.I.I.) por promover las actividades de servicio a la sociedad, al Viceministerio de Ciencia y Tecnología, al equipo de colaboradores docentes, estudiantes y miembros de la Sociedad Científica Estudiantil, así también a las Unidades Educativas quienes participaron de manera activa de esta enriquecedora experiencia.

Referencias

Acuña, A. L., (2004). Robótica y aprendizaje por diseño. *La educación* , 12.
Area Moreira, M., (2008). La innovación pedagógica con TIC y el desarrollo de las

competencias informaciones y digitales. *Investigación en la escuela* .
Asinov, I., (1950). *Yo Robot*. Edhasa.
Barrientos, A., Peñín, L. F., Balaguer, C., & Aracil, R., (1997). *Fundamentos de Robótica*. Madrid: MacGraw-Hill.
Berenguel Soria, M., Rodríguez Díaz, F., Moreno Úbeda, J. C., Guzmán Sánchez, J. L., & González Sánchez, R., (2012). La Robótica como materia integradora en los estudios universitarios de Informática. La experiencia de la Universidad de Almería. *Teoría de la Educación. Educación y Cultura en la Sociedad de la Información* , 220-239.
Cabero Almenara, J., (2007). Las necesidades de las TIC en el ámbito educativo: oportunidades, riesgos y necesidades. *Tecnología y Comunicación Educativas* , 19.
Casanova, H., & Lozano, C., (2004). *Educación, universidad y sociedad: el vínculo crítico*. Barcelona: Universitat de Barcelona.
CEA-GTRob., (2008). *El libro blanco de la Robótica*. Madrid: Grafo S.A.
CEPAL, C., (2008). *Comisión Económica para América Latina y el Caribe y el Caribe: Desarrollo de las tecnologías y tecnologías para el desarrollo*. Santiago, Chile.
Elliott, J., (1993). *El cambio educativo desde la investigación-acción*. Madrid, España: Morata.
Freire, P., (2013). *Pedagogía de la esperanza: un reencuentro con la pedagogía del oprimido*. Buenos Aires: Siglo XXI 2da. ed. 4ta. reempr.
Landoni, B., (2012). *Robot shield for Arduino*. Recuperado el 2015 de 09 de 25, de <http://www.open-electronics.org/>
Lego., (2012). *Lego Mindstorms*. Recuperado el 25 de 09 de 2015, de <http://shop.lego.com/>

- MasDiseño., (2013). *Robots caseros con material reciclado*. Recuperado el 2015 de 09 de 25, de <http://www.xn--quieromasdiseo-2nb.com/2012/02/robots-caseros-con-material-reciclado.html>
- Mataric, M. J., (2007). *The Robotics Primer*. Massachusetts: MIT Press.
- Ministerio de Educación, E., (2015). *Reglamento OCEPB*. La Paz: Ministerio de Educación Bolivia.
- Pardo, L., (2010). LOGO: ¿Te acuerdas de la tortuga? *NeoTeo* .
- Plant, R., & Murrell, S., (2007). *An Executive's Guide to Information Technology: Principles, Business Models, and Terminology*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Prensky, M., (2001). Digital Natives, Digital Immigrants. *On the Horizon* , s/n.
- Rodríguez-Ponce, E., (2009). El rol de las universidades en la sociedad del conocimiento y en la era de la globalización: evidencia desde Chile. *Interciencia* , 822-829.
- UMSA, E. O., (1988). *Estatuto orgánico de la Universidad Mayor de San Andrés*. La Paz: UMSA.
- UNESCO., (1997). Las universidades y la educación. *Conferencia Internacional de Educación de las Personas Adultas* (pág. 19). Hamburgo: Druckerei Seemann.
- UNESCO-IBE., (2006). *Bolivia*. Unesco.

Presentado: La Paz, 15 de abril de 2016.

Aceptado: La Paz, 20 de diciembre 2016