



CUARTO PREMIO

Concurso de Trabajos Pedagógico-Didácticos de la Revista *QUEHACER EDUCATIVO*, 2014

Robotizando la Física

María José Ferreira | Ángela Tarde | Maestras. Mercedes.

DIDÁCTICA y Prácticas Docentes

*«Dadme un punto de apoyo
y moveré el mundo»*

Arquímedes

“Robotizando la Física” se implementó buscando integrar la enseñanza de la Física con la robótica educativa, abordando en un quinto grado el contenido “las máquinas simples”. Dicho contenido lo encontramos dentro del programa escolar en tercer grado, pero debemos recordar que se encuentra implícito en los grados siguientes. De todos modos se aborda el contenido en un nivel de complejidad mayor, controlando el grado de profundización del saber pertinente para un quinto grado.

Debido a su sencillez, las máquinas simples no son muy tenidas en cuenta en los grados superiores, y se diría que se podrían dar como apropiadas por el niño, no se reflexiona mayormente en su forma de funcionamiento. Sin embargo, cuando empezamos a mirarlas en detalle encontramos su gran singularidad y la enorme

importancia que han tenido en el desarrollo tecnológico y en la ciencia. Por eso, en este trabajo se dedica un espacio a la manera en que se dan las diferentes máquinas simples y, sobre todo, a la oportunidad de interactuar con ellas gracias a las posibilidades informáticas de la robótica educativa.

«En la sociedad contemporánea el impacto de la ciencia y la tecnología exige que los sujetos accedan a una cultura científica y tecnológica para la comprensión, integración y acción en un mundo cada vez más complejo» (Programa de Educación Inicial y Primaria. Año 2008, p. 82). En este mundo, «las escuelas se encuentran hoy viviendo situaciones de alta complejidad, que las interpelan permanentemente. (...) surge la perplejidad entre sus habitantes, ante lo nuevo que irrumpe, cuestionando las formas de pensar la escuela y el camino a recorrer en ella.» (Clavijo, 2009:205)



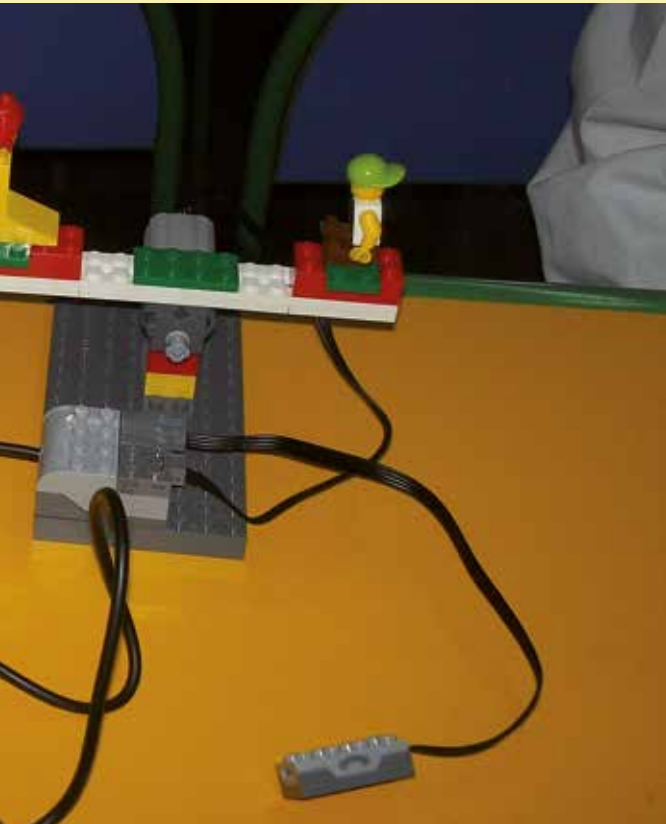
«La sociedad actual está exigiendo al sistema educativo el desarrollo de nuevas habilidades y competencias que permitan a los estudiantes dar una respuesta eficiente a los entornos cambiantes del mundo actual. El uso de la robótica en el aula de clase como una herramienta de aprendizaje genera ambientes de aprendizaje multidisciplinarios que permiten a los estudiantes fortalecer su proceso de aprendizaje al tiempo que desarrollan diferentes destrezas que les permitirán afrontar los retos de la sociedad actual. La robótica educativa tiene por objeto la concepción, creación y puesta en funcionamiento de prototipos robóticos y programas especializados con fines pedagógicos. La implementación de proyectos de robótica educativa en el aula de clase crea las mejores condiciones de apropiación de conocimiento, las cuales permiten a los estudiantes fabricar sus propias representaciones de los fenómenos del mundo que los rodea, facilitando la adquisición de conocimientos acerca de estos fenómenos y su transferencia a diferentes áreas del conocimiento.» (Bravo Sánchez y Forero Guzmán, 2012:133)

La robótica educativa resulta una gran aliada a la hora de abordar conceptos de Física, ya que esta «es una disciplina compleja, y muy abstracta, más allá que uno pueda ver su aplicación en la vida cotidiana. Trabaja con representaciones de la realidad, con modelos. Estos modelos permiten dar explicaciones que generalmente van contra el pensamiento intuitivo» (Dibarboure et al., 2013).

Con “Robotizando la Física” se busca que el niño se acerque a través de la robótica educativa, en un entorno guiado, motivador y lúdico, de una manera diferente a lo que acostumbra a ver, y genere así avances en sus representaciones sobre las máquinas simples. Esto le da al niño la posibilidad de tener mayores herramientas para construir los conceptos.

El uso de la robótica educativa en la enseñanza de la Física, para complementarla así como para potenciar un modelo educativo más activo y dinámico, es probablemente el reto más importante...

A lo largo de este trabajo, los niños fueron realizando diferentes proyectos de modelos robóticos. Para concretar cada proyecto, los alumnos fueron recorriendo distintas fases:



A) Diseño – En esta fase el alumno imagina para elaborar mentalmente una idea a construir; B) Construcción – Mediante modelos, el niño construye su idea; C) Programación – Se utiliza la XO para elaborar un programa que permita manipular el modelo construido; D) Evaluación – El alumno evalúa si el modelo y el programa operan como él ideó.

Para implementar cada proyecto se trabajó con los kits de robótica educativa de “Lego WeDo”, con los cuales los niños construyen modelos con sensores simples y un motor que se conecta a sus XO, y programan comportamientos con “Scratch”, para iniciarse en la robótica. El “Set básico WeDo” permite construir y programar modelos robóticos LEGO conectados a la XO a través del puerto USB. Este set contiene más de ciento cincuenta elementos, incluyendo un motor, sensores de distancia e inclinación y el USB LEGO.

Se comenzó el trabajo presentando a los niños los kits de robótica y una plantilla de piezas principales, se exploraron en equipos, se identificaron los elementos principales (motor, controlador, sensor de distancia y sensor de inclinación) y se dialogó sobre su funcionamiento.

En esta etapa se acordó la nomenclatura de las piezas para mejorar la comunicación durante la implementación del trabajo. Se continuó explorando “Scratch” y el comportamiento de los sensores en la actividad de programación para que los niños pudieran determinar las variables que se ponían en juego en cada sensor y los valores de cada uno.

A continuación se enuncian algunas experiencias áulicas con los modelos robóticos, que llevaron al niño a profundizar en el funcionamiento de las máquinas simples a través de la observación, la experimentación-exploración, la comparación, etcétera.

Uno de los primeros modelos de robot que se recreó fue el de un auto, en el cual se usaron poleas como ruedas delanteras, engranajes como ruedas traseras, el sensor de distancia, el motor y el controlador. Para armar el auto se acordó usar, como máquina simple, engranajes para transmitir la potencia. Es decir que se usaron engranajes para transferir el movimiento desde el eje del motor hasta el otro eje que habría de realizar el trabajo. Acordamos llamar engranaje motor al que estaba conectado al motor y engranaje de salida al otro que estaba conectado al eje que debía recibir el movimiento. Teniendo en cuenta este diseño robótico, se le pidió al niño que programara el auto en “Scratch” para que avanzara hasta que el sensor de distancia captara un objeto a equis distancia. Es decir que el auto avanzará si los valores del sensor distancia son menores o iguales a x , y si los valores son mayores a x el auto se detendrá. Cabe aclarar que el niño tiene la posibilidad de programar el motor para que funcione en sentido horario o en sentido antihorario.

Con el diseño y la programación de este robot-auto se buscó que el niño comprendiera la siguiente característica funcional de los engranajes: si tenemos dos engranajes, uno motor y otro de salida, el engranaje motor se mueve en sentido horario mientras que el engranaje de salida lo hace en sentido antihorario.

En equipos, los niños armaron el auto y lo programaron teniendo en cuenta las consignas dadas para luego socializar, con el grupo, lo realizado. En esta instancia llegó una de las fases más ricas de cada proyecto de robótica, la de evaluación, en la que el niño, ya sea en forma individual o colectiva, evalúa si el modelo y el

programa actúan como él ideó. En esta instancia se registraron equipos con: 1) autos que no avanzaban a pesar de que el motor estaba encendido y funcionando; 2) autos que iban marcha atrás en vez de marchar hacia adelante, lo que no permitía que el sensor de distancia captara el objeto ubicado delante a una equis distancia; 3) autos que funcionaban según lo programado. Ante esta situación nos preguntamos, ¿qué variable estaba incidiendo?, ¿la construcción o el programa? Los niños se centraron en los autos que funcionaban según lo programado para encontrar soluciones. Comenzamos focalizándonos en este armado y comparándolo con el armado de los otros. Los cotejamos con los autos que no avanzaban a pesar de que el motor estaba encendido y funcionando. Fue así que se observó que no había contacto entre los engranajes, ante lo cual los niños afirmaron que para que la transmisión funcione, los engranajes deben estar juntos para encajar y moverse sincronizadamente. *A posteriori* comparamos el armado de los autos que funcionaban según lo acordado, con los autos que iban marcha atrás en vez de marchar hacia adelante, lo que no permitía que el sensor de distancia captara el objeto ubicado delante a una equis distancia. Luego de comparar y observar, los niños se dieron cuenta de que el armado no era problema, ya que había autos que estaban armados igual, y unos funcionaban y otros no. Fue así que decidimos centrarnos en el programa. Tomamos dos autos que estaban armados igual, uno funcionaba según lo programado y otro no, y analizamos sus programas para determinar qué variable estaba incidiendo en el funcionamiento de los autos. Fue así que luego de comparar los programas, los niños se percataron de que lo que cambiaba era la dirección del engranaje motor. Nos centramos en el auto que funcionaba y vimos que el engranaje motor estaba programado para que funcionara en dirección antihoraria. Seguidamente se invitó a los niños a observar el movimiento de ambos engranajes y vimos que mientras el engranaje motor se movía en dirección antihoraria, el engranaje de salida se movía en dirección horaria, lo que hacía que el auto marchara hacia adelante. Después nos centramos en los programas de los autos que funcionaban marcha atrás y vimos que el engranaje motor estaba programado para que funcionara en dirección horaria,



y nos percatamos de que el engranaje de salida se movía en dirección antihoraria, lo que hacía que el auto marchara en reversa. Fue así que trabajando con el modelo robótico del auto, con los engranajes, observando, comparando y controlando variables, los niños pudieron comprender cómo funcionan los engranajes.

En otras instancias se diseñó un parque de diversiones con juegos electrónicos clásicos como la rueda gigante, las hamacas locas, el barco y otros juegos no electrónicos típicos de una plaza de recreación como las hamacas, el sube y baja, etcétera. Cuando una niña comenzó a diseñar su modelo robótico se le presentó la siguiente situación a la clase: “*Están jugando en el sube y baja, una niña pequeña y su mamá. ¿Puedes hacer que el sube y baja quede en equilibrio? De ser así, ¿dónde ubicarías a su mamá para que el sube y baja quede en equilibrio?*” Con esto se buscaba problematizar una situación de la vida real, poniendo en juego conocimientos de palanca. Comenzó así una etapa primaria de formulación de hipótesis por parte de los niños. La idea más fuerte fue la que surgió de la propia experiencia cotidiana y lúdica del niño: si se aplica fuerza sobre alguno de los dos extremos de la tabla, el extremo donde la fuerza ha sido aplicada tenderá a bajar y el extremo opuesto tenderá a subir; aunque



hubo niños que afirmaban que esto no siempre se daba. El aula se constituye así *«en el espacio de diálogo e intercambio de las diversas formas de ver, de hablar y de pensar en el que los participantes, alumnos y maestros ponen en juego las diferentes representaciones que han construido sobre la realidad para contrastarlas a través de exploraciones e interacciones directas con los objetos»* (Nora Bahamonde apud CEIP, 2014:9).

Para contrastar las hipótesis de los niños se les propone construir un modelo de sube y baja para explorar con él y poder responder a la situación problema. *«El hacer modelos siempre ha sido una respuesta del hombre para entender el mundo. Los científicos entienden por modelo una representación o analogía conveniente de un sistema real. La importancia, es que para el hombre, es una herramienta para entender lo que pasa, una forma de experimentación, cuando no sabe lo que sucede, lleva a una investigación, que se basa en un modelo, para tener el problema físicamente representado.»* (s/a, 2013)

Los alumnos crearon modelos de sube y baja con distintos materiales, pero todos daban la posibilidad de explorar con ellos. Básicamente, todos tenían representados, con distintos materiales, la fuerza, la resistencia, el punto de apoyo o fulcro, y la barra.

Luego comenzó la etapa de explorar, experimentar, para intentar responder las preguntas planteadas. Los niños se daban cuenta de que había distintas variables que se ponían en juego, algunos intentaban colocar los objetos que representaban al niño y a la madre en los extremos de la barra y moverla en relación al punto de apoyo, otros intentaban dejar el punto de apoyo al centro de la barra e ir cambiando de posición, ya sea acercando o alejando los objetos que representaban a la madre y a la niña.

Fue interesante en esta instancia ver el interés y el entusiasmo de los niños en encontrar respuestas.

Finalmente, los alumnos se dieron cuenta de que el sube y baja podía quedar en equilibrio, ya sea moviendo la barra en relación al punto de apoyo o moviendo los objetos que representaban a la madre y al niño, es decir, la fuerza y la resistencia. En todos los casos se determinó que la situación planteada era un ejemplo de palanca donde el fulcro siempre estaba entre la fuerza y la resistencia, lo que hace que el sube y baja sea una palanca de primera clase.

En esta instancia fue interesante observar que un grupo de niños buscase otro medio de exploración, invitaron a sus compañeros a simular la situación planteada en la actividad “Physics” de la XO. Esto permitió llegar a las mismas respuestas, pero trabajando con un simulador.

«Las simulaciones proporcionan una representación dinámica del funcionamiento de un sistema determinado, por lo que tienen cada vez más importancia en la enseñanza de la física, la tecnología, la biología, la astronomía, la medicina, la química, la geología y todas las ciencias en general, ya que permiten visualizar el desarrollo de procesos simples o complejos, mostrando la evolución del sistema representado y la interacción entre los diversos elementos que lo integran o al menos algunas consecuencias de tales interacciones.» (López Ruiz, 2011:3)

Las simulaciones utilizan modelos de sistemas donde se modifican algunas variables como la fuerza, la resistencia o el punto de apoyo, y se obtienen resultados observables que permiten realizar inferencias sobre la influencia de tales variables en el comportamiento del sube y baja como palanca; por tanto proporcionan al alumno la oportunidad de interactuar, reflexionar y aprender, participando de forma activa en el proceso educativo.

En fin, con el trabajo con el modelo robótico del sube y baja, y la situación problema planteada, lo que se buscó es que los niños aprendieran a mirar de un modo diferente al sube y baja como juego y las situaciones cotidianas que se dan al jugar en él, registrando evidencias que les permitieran buscar explicaciones sobre lo que ocurre y por qué ocurre.

Para continuar el trabajo con las palancas como máquinas simples se trabajó con textos, con el kit de robótica se crearon modelos de palancas de distintas clases con la finalidad de que el niño observara en qué lugar estaba el punto de apoyo, la resistencia y la fuerza en cada modelo para que con intervenciones docentes diferenciara las distintas clases de palancas, y se observó y reflexionó sobre el video “Palancas” (Corvera, 2003), disponible en la web.

En instancias siguientes se les presentó a los alumnos un robot-grúa ya diseñado y construido, y se les propuso que mejoraran el modelo y programaran en “Scratch” el comportamiento de la grúa. Dicha grúa operaba con el controlador, el motor, el sensor de inclinación, poleas, tornillo sinfín, caja reductora de la velocidad, entre otros componentes. Lo primero que se comenzó a hacer en equipos fue mejorar el modelo, ya que el que se había presentado era muy básico y lo que se buscaba era armar un modelo lo más similar posible a una grúa. En la recorrida por los grupos observé que uno de los equipos estaba empeñado en reforzar el brazo de la grúa, lo que captó mi atención y les pregunté el porqué. Ante la interrogante me respondieron que la fuerza estaba en el brazo de la grúa. Esta afirmación la puse en consideración del grupo clase, los niños asintieron identificando los componentes de la palanca y considerando a la grúa como palanca de tercera clase, teniendo en cuenta la ubicación de la fuerza.

Esta situación resultó ser parte de la evaluación formativa, ya que mediante la observación directa de la acción didáctica se pudieron detectar los avances en las conceptualizaciones del grupo sobre la palanca.

Los alumnos sabían por qué la afirmación estaba bien y esto posibilita aprender... Como dice Santos Guerra (2008): «*Para que la evaluación sea formativa tiene que encaminarse a la comprensión...*». Luego vendrían instancias de evaluación sumativa debidamente previstas y planificadas.

Después de mejorar el modelo robótico grúa se le pidió al niño que programara en “Scratch” el comportamiento, teniendo en cuenta que cuando el sensor de inclinación se levanta, el motor se enciende y el brazo de la grúa sube; y cuando se baja, el motor sigue encendido mientras que el brazo de la grúa desciende. Para que el motor se apague, el sensor de inclinación debe estar en reposo horizontalmente. *A posteriori* se evalúa el programa y para comprender mejor el movimiento de la grúa se observa el funcionamiento de los otros componentes como la caja reductora de velocidad, el tornillo sinfín y las poleas. Cuando se les pidió a los niños que formularan hipótesis sobre la funcionalidad de las poleas, un niño afirmó que son para ayudarte a subir la carga que se le pondrá a la grúa haciendo menos fuerza, dijo tener una y se ofreció a traerla para la clase siguiente. A la jornada posterior, el niño trajo una polea fija, tomó una cuerda, una cartuchera y demostró como “funciona”. Afirmó: “¿Vieron? Te ayuda a subir la cartuchera haciendo menos fuerza”.

Luego de esta demostración del niño comenzó la intervención docente. Ya habíamos trabajado con los ejes como máquinas simples, entonces se le hace ver al niño que el eje gira sobre sí mismo, por lo que estamos ante una polea fija. Luego se empezó a interrogar a los niños.

Maestra: –¿Para qué estamos usando esta polea?

Niño: –Para levantar una carga.

M: –Bien, levantamos una carga usando una polea y la cuerda. Observen la carga, ¿qué sucede con ella?

N: –Está subiendo y bajando.



Seguidamente se realizó un dibujo de la situación en la pizarra, marcando el movimiento de la carga con flechas y luego se les pidió a los alumnos que observaran como el compañero tiró la cuerda hacia él para levantar la carga y se volvió a marcar en el dibujo este movimiento con flechas. Seguidamente se marcaron las flechas realizadas y se les pidió que observaran y respondieran.

M: -¿Qué sucede con la dirección de la fuerza?

N: -La dirección de la fuerza cambia.

M: -Muy bien, hay un cambio en la dirección de la fuerza. Sin embargo, ¿la carga que levanto y la fuerza que hago cambian?

N: -No cambia, va a ser siempre la misma.

M: -Bien, la carga que levanto y la fuerza no cambian, sino que hay un cambio en la dirección de la fuerza. Es decir que con esta polea fija conseguimos que la aplicación de una fuerza descendente se transforme en fuerza ascendente.

Lo recomendable en ese momento hubiese sido usar un dinamómetro para medir la fuerza, pero no contábamos con dicho instrumento en el local escolar. Con esta situación se logró un avance en las conceptualizaciones de los niños, ya que ellos creían que la polea fija servía para disminuir una fuerza.

Para lograr mayores avances en otras instancias se les presentó a los niños un modelo con dos poleas, que posibilita disminuir una fuerza aplicando una menor, y se establecieron diferencias con el modelo de polea fija.

Volvimos en otras jornadas a la pregunta aún sin responder.

M: -¿Para qué se usan las poleas en la grúa?

N: -Para transmitir el movimiento del motor.

M: -Y, ¿cómo se da ese movimiento?

Para ayudar a los niños a encontrar las respuestas creamos un modelo de poleas con el kit de robótica y se invitó a los niños a observarlo. Acordamos llamar polea motor a la que tiene la manivela, la cual representa a la que va en el motor, y la que se mueve por acción de la polea motor se va a llamar polea de salida. Comienza así el diálogo.

M: –Observa, ¿en qué dirección gira la polea de salida en relación a la polea motor?

N: –En el mismo sentido.

M: –Bien, ¿y cómo es la velocidad de la polea motor con respecto a la polea de salida?

N: –Van las dos a la misma velocidad.

M: –Para comprobar esto vamos a realizar una marca a ambas poleas en el mismo lugar y observen qué sucede.

N: –Las marcas van igual.

M: –Y eso, ¿qué demuestra?

N: –Que van iguales.

M: –¿Podríamos decir que ambas poleas van en el mismo sentido y a la misma velocidad?

N: –Sí.

M: –Bien, las poleas se usan para transmitir el movimiento manteniendo la velocidad y la dirección del movimiento.

En determinado momento, un alumno sostuvo que es parecido a lo que sucede en la bicicleta, solo que deberíamos usar una polea grande, que es la del “plato” y la que sería la polea motor porque es en la que damos pedal, y otra chica que es la de atrás y sería la polea de salida. Ante esta situación se les preguntó por qué la polea motor es más grande que la polea de salida, pregunta que no supieron responder. Para encontrar respuestas se les presentó un modelo de poleas igual al de una bicicleta y se los invitó a explorar con él. En dicho modelo, la polea motor (grande) se mueve por acción de una manivela, y la polea de salida es la chica, la cual se mueve por acción de la polea motor.



M: –Giremos la polea motor, ¿qué sucede?

N: –Se mueven las dos.

M: –¿Cómo es el movimiento de la polea motor? ¿Se mueve a mayor o menor velocidad que la polea de salida?

N: –A mayor velocidad.

M: –En jornadas anteriores vimos que las poleas de la grúa eran las dos iguales. Esto, ¿qué provocaba en la velocidad?

N: –Hacía que la velocidad fuera la misma, las dos iban a la misma velocidad.

M: –En el modelo que vimos hoy, ¿qué sucede con la velocidad de la polea de salida?

N: –Aumenta la velocidad, va más rápido.

M: –Muy bien, cuando la polea motor es más grande que la polea de salida, logramos un aumento de velocidad.

Luego se fueron dejando preguntas abiertas para seguir explorando como: ¿en vez de usar la caja reductora de velocidad, podré usar poleas para reducir la velocidad?, ¿cómo sería el modelo?, etcétera. Así, a lo largo de este trabajo se fue dando lo que sostiene Confucio: “hago y comprendo”. Allí está la ventaja



sustancial de las simulaciones y los modelos robóticos: hacer y comprender. Es importante que los docentes no olvidemos que el uso de robots, al igual que otras herramientas tecnológicas, debe hacerse sin perder de vista el qué

y para qué enseñar. El rol activo del alumno en estos escenarios robotizados es uno de los aspectos más notables, y el rol de los docentes es focalizar las estrategias en lo que queremos enseñar. □

Bibliografía

ANEP. CEP. República Oriental del Uruguay (2009): *Programa de Educación Inicial y Primaria. Año 2008*. En línea (Tercera edición, año 2013): http://www.cep.edu.uy/archivos/programaescolar/ProgramaEscolar_14-6.pdf

BRAVO SÁNCHEZ, Flor Ángela; FORERO GUZMÁN, Alejandro (2012): “La robótica como un recurso para facilitar el aprendizaje y desarrollo de competencias generales” en *Teoría de la Educación. Educación y cultura en la Sociedad de la Información*, Vol. 13, N° 2, pp. 120-136. En línea: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=201024390007>

CEIP (2014): “Formación en Servicio de maestros en Ciencias Naturales. Presentación teórica Jornada 1”. En línea: <http://es.slideshare.net/aetcharte/2014-ppt-1-presentacin-terica>

CLAVIJO, Cristina (2010): “Formación en Servicio. Un espacio para crecer y pensar” (Cap. 6) en C. Clavijo y otras: *Una escuela dispuesta al cambio. Diez años de Formación en Servicio*, pp. 199-217. Montevideo: Tercer Proyecto de Apoyo a la Escuela Pública Uruguaya. ANEP-CODICEN / BIRF. En línea: <http://www.mecaep.edu.uy/pdf/Libro%20una%20escuela%20dispuesta%20al%20cambio.pdf>

CORVERA, Enrique (2003): “Robótica educativa” (Videos sobre capacitación de robótica educativa). En línea: <http://ecorvera.blogspot.com/p/rob.html>

DIBARBOURE, María (2012a): “Construyendo escenarios de aprendizaje”. Montevideo: Clah. En línea: <http://es.slideshare.net/leandro55555/escenarios-de-aprendizaje-mara-dibarboure>

DIBARBOURE, María (2012b): “Formación en servicio. Maestros de escuelas comunes. Ciencias Naturales / 2012”. En línea: <https://docs.google.com/file/d/0B6ydrBDNd5KeRmxOSVZWMFRTRnFm2pCZmltTFdodw/edit>

DIBARBOURE, María; CONDE, Donaldo; FRACCAROLI, Silvana; PORTA, Silvia; RODRÍGUEZ, Angelina (2013): *Ciencias Naturales*, Tomo 1. Montevideo: Tercer Proyecto de Apoyo a la Escuela Pública Uruguaya. ANEP-CODICEN / BIRF. Curso de Apoyo a la enseñanza en Escuelas de Tiempo Completo. Formación en Servicio.

EQUIPO DE CIENCIAS NATURALES (s/f): “Escuela en ciencias”. En línea: <http://escuelaenciencias.blogspot.com/>

LÓPEZ RUIZ, Marga Ysabel (2011): “La simulación como método de enseñanza”. Lima: Universidad Wiener. En línea: <http://es.slideshare.net/margaysabel/la-simulacin-como-mtodo-de-enseanza>

PERDOMO, Pablo (2012): “Kit LEGO WeDo. Instructivo de armado - LEGO WeDo”. Plan Ceibal. Laboratorios digitales. En línea: <http://www.ceibal.edu.uy/Documents/Articulos/Instructivo-20Kit20basico20LEGO20WeDo.pdf>

SANTOS GUERRA, Miguel A. (2008): “¿Cómo viven las vacas?” en *laopiniondemalaga.es*. En línea: <http://www.laopiniondemalaga.es/opinion/2008/06/21/viven-vacas/187803.html>

s/a (2013): “Características e importancia de los modelos en la ciencia”. En línea: <http://www.buenastareas.com/ensayos/Caracteristicas-e-Importancia-De-Los-Modelos/7079267.html>