

RoboTIX	
Área principal:	Matemáticas
¿Interdisciplinar? Áreas implicadas:	Tecnología
Objetivo principal:	Conocer la importancia de la Matemática en el campo de la Robótica, generando un proceso de descubrimiento del alma matemática de un robot móvil de dos ruedas motoras independientes, que posteriormente deberán adaptar físicamente a su propio diseño de un escenario real o de ficción (robots que reparten comida o medicinas en hospitales [R11], etc).
Reto, pregunta guía o hilo conductor:	¿Qué Matemáticas se esconden en la programación del movimiento de un robot? ¿Seremos capaces de diseñar un escenario real y programar a nuestro robot para que realice su tarea?
Día 0. Cómo lanzar el proyecto	Presentar las posibilidades de la Robótica en general y de la Robótica Móvil en particular con los vídeos relacionados en la sección de recursos y/o con una sesión de videoconferencia con los colaboradores externos.
Participación y colaboración externa:	Profesionales o investigadores relacionados con la Robótica Móvil. Especial mención para Alan McDonley (alanmcdonley@gmail.com ; sólo en inglés) y Alexis Quesada Arencibia (http://www.dis.ulpgc.es/profesorado/ficha.asp?id=63).
Tipo de desarrollo:	<input type="checkbox"/> Proyecto guiado -el alumnado contará con la descripción por escrito de cada una de las tareas- <input type="checkbox"/> Proyecto guiado con ampliación o especialización negociada <input checked="" type="checkbox"/> Proyecto abierto -las fases y tareas se negocian en el aula con el alumnado mediante un proceso colaborativo de planificación y descubrimiento, con el prototipo como plan maestro flexible y oculto-
Criterios de Evaluación	
<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> 2. Resolver problemas para los que se precise la utilización de expresiones numéricas sencillas, basadas en las cuatro operaciones elementales, con números enteros, decimales y fraccionarios, utilizando la forma de cálculo apropiada y valorando la adecuación del resultado al contexto. <input type="checkbox"/> 3. Utilizar los procedimientos básicos de la proporcionalidad numérica para obtener cantidades proporcionales a otras, en un contexto de resolución de problemas relacionados con la vida cotidiana. <input type="checkbox"/> 4. Identificar y describir regularidades, pautas y relaciones en conjuntos de números, utilizar letras para simbolizar distintas cantidades y obtener expresiones algebraicas como síntesis en secuencias numéricas, así como el valor numérico de fórmulas sencillas. <input type="checkbox"/> 5. Reconocer y describir figuras planas, utilizar sus propiedades para clasificarlas y aplicar el conocimiento geométrico adquirido para interpretar y describir el mundo físico haciendo uso de la terminología adecuada. <input type="checkbox"/> 6. Utilizar estrategias de estimación y cálculo para obtener longitudes y áreas de las figuras elementales, en un contexto de resolución de problemas geométricos. <input type="checkbox"/> 10. Utilizar estrategias y técnicas simples de resolución de problemas, tales como el análisis del enunciado, el ensayo y error, la búsqueda de ejemplos y casos particulares o la resolución de un problema más sencillo, comprobar la solución obtenida y expresar, utilizando el lenguaje matemático adecuado a su nivel, el procedimiento que se ha seguido en la resolución. 	
Competencias básicas ([R12])	
<input checked="" type="checkbox"/> Competencia en Comunicación Lingüística <ul style="list-style-type: none"> - Lee textos periodísticos, literarios y técnicos, redactando en distintos soportes mensajes con claridad para compartir sus ideas y conocimientos - Selecciona adecuadamente sus palabras al expresar pensamientos y emociones y participa abiertamente en debates y exposiciones escolares explicando ordenadamente sus conocimientos 	<input checked="" type="checkbox"/> Tratamiento de la información y competencia digital <ul style="list-style-type: none"> - Busca y selecciona información en distintas fuentes y soportes, la organiza y contrasta de forma guiada para realizar sencillas investigaciones que redacta aplicando modelos de elaboración de informes y trabajos de síntesis, valorando la importancia de su planificación. - Utiliza Internet, redes interactivas y herramientas de

<p>sobre sucesos observados y temas conocidos</p> <p>[x] Competencia Matemática</p> <ul style="list-style-type: none"> - Maneja con fluidez los números resolviendo y comprobando la validez del resultado en problemas de su vida real. - Identifica y describe regularidades y tiene destreza para resolver problemas algebraicos sencillos. - Reconoce figuras geométricas en su entorno directo, las clasifica según propiedades, estima y calcula longitudes, superficies y volúmenes para resolver retos geométricos en la elaboración de maquetas. <p>[x] Competencia en el Conocimiento y la Interacción con el mundo físico</p> <ul style="list-style-type: none"> - Realiza pequeñas investigaciones sobre diferentes fenómenos reflejando interpretaciones cualitativas en un informe sencillo. Diseña, planifica y monta aparatos formados por elementos simples 	<p>comunicación con fines educativos o de relaciones sociales, mediante el intercambio de información, realización de trabajos cooperativos, uso de foros de dudas, de temas, discusión y envío de actividades y tareas.</p> <p>[x] Competencia social y ciudadana</p> <ul style="list-style-type: none"> - Establece relaciones de respeto en el trabajo cooperativo aceptando las responsabilidades propias del rol desempeñado <p>[x] Competencia cultural y artística</p> <ul style="list-style-type: none"> - Comunica mensajes con imaginación y creatividad, de forma individual o grupal, mediante producciones sencillas, eligiendo los materiales e instrumentos de uso escolar adecuados, incluidos los relacionados con las tecnologías de la información y comunicación <p>[x] Competencia para aprender a aprender</p> <ul style="list-style-type: none"> - Atribuye sus resultados a causas controlables y se muestra dispuesto a modificar sus estrategias para conseguir sus metas, identificando lo que sabe y lo que le queda por aprender. - Se hace preguntas sobre los objetivos, pasos y procedimientos para planificar y realizar las diferentes tareas, revisándolas con pautas de autocorrección y comienza a pensar en alternativas de mejora. <p>[x] Autonomía e iniciativa personal</p> <ul style="list-style-type: none"> - Muestra un nivel aceptable de seguridad y confianza que se refuerza ante sus iguales, expresando sus ideas y aceptando las contribuciones de los otros en el desarrollo de su función en equipos cooperativos
Objetivos de área	
<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> 1. Incorporar el razonamiento y las formas de expresión matemática (numérica, gráfica, geométrica, algebraica, estadística, probabilística, etc.) al lenguaje y a los modos de argumentación habituales en los distintos ámbitos de la actividad humana <input type="checkbox"/> 2. Reconocer situaciones susceptibles de ser formuladas en términos matemáticos, y analizar y emplear diferentes estrategias para abordarlas aplicando adecuadamente los conocimientos matemáticos adquiridos. <input type="checkbox"/> 3. Utilizar técnicas de recogida de información y procedimientos de medida para cuantificar aspectos de la realidad, realizar los cálculos apropiados a cada situación y analizar los datos obtenidos con el fin de interpretarlos mejor <input type="checkbox"/> 6. Utilizar de forma adecuada los distintos recursos tecnológicos (calculadoras, programas informáticos, Internet, etc.) para realizar aplicaciones de las matemáticas y también como ayuda en el aprendizaje. <input type="checkbox"/> 7. Proceder ante problemas que se plantean en la vida cotidiana, mostrando actitudes propias de las matemáticas tales como el pensamiento reflexivo, la necesidad de contrastar apreciaciones intuitivas, la exploración sistemática, la flexibilidad para modificar el punto de vista o la perseverancia en la búsqueda de soluciones <input type="checkbox"/> 8. Aplicar y adaptar diversas estrategias para resolver problemas, manejando diferentes recursos e instrumentos y valorando la conveniencia de las estrategias utilizadas en función del análisis de los resultados. <input type="checkbox"/> 9. Manifiestar una actitud positiva y confianza en las propias habilidades ante la resolución de problemas que permitan disfrutar de los aspectos lúdicos, creativos, estéticos, manipulativos y prácticos de las matemáticas <input type="checkbox"/> 10. Integrar los conocimientos matemáticos en el conjunto de saberes y la cultura escolar para afrontar las situaciones que requieran su empleo, de forma creativa, analítica y crítica. <input type="checkbox"/> 11. Entender la matemática como una ciencia abierta y dinámica, y valorarla como parte integrante de nuestra cultura, tanto desde un punto de vista histórico como desde la perspectiva de su papel en el mundo actual, aplicando las competencias que le son propias para analizar y valorar distintos fenómenos sociales. 	

Contenidos	
<ul style="list-style-type: none"> □ I. Estrategias, habilidades, destrezas y actitudes generales. Todos. □ II. Números 1, 3, 4, 5, 7 y 8 □ III. Álgebra. Todos. □ IV. Geometría 1, 2, 3, 5 □ V. Funciones y gráficas 1, 2 y 3,4,5,6 (sólo si se realiza la tarea de ampliación 21). 	
Instrumentos	
<ul style="list-style-type: none"> - Observación sistemática (en el aula física y en el aula virtual, blog individual/equipo/aula, ...) - Diario de aprendizaje de la unidad - Pruebas orales y escritas - Rúbrica de informe escrito, plano a escala y presentación multimedia 	
Entregables	
Individuales: - Diario de aprendizaje de la unidad	Equipo: - Informe escrito - Plano a escala - Presentación multimedia
Prototipado	
Actividades y tareas base	
<p>A lo largo de esta secuencia de actividades y tareas el alumnado deberá identificar los fundamentos matemáticos a aplicar en cada momento y usarlos reflexivamente. Cuando se desconozca dicho fundamento -contenido-, y una vez ocasionada la correspondiente “crisis” en el aula, se recurrirá a la sección de FT para su introducción y asimilación hasta el nivel de profundización que se considere más adecuado por medio de diferentes actividades (evitando los ejercicios descontextualizados) y por medio de minilecciones del docente o de un equipo de alumnado concreto o por descubrimiento guiado del propio alumnado; volviendo posteriormente al desarrollo del proyecto.</p>	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Presentar (o preparar una pequeña investigación por parte del alumnado) sobre Introducción a la Robótica y sus aplicaciones en el mundo real [R4] [R9]: medicina, entornos industriales, ... Y, sobre todo, tipología, porque nos centraremos en los robots móviles con sólo dos ruedas motoras independientes. Mención especial a los robots en Marte [R5] y al RoboCUP 2006 [R10], porque son muy motivadores. 2. Analizar el vídeo [R6] donde se puede ver a dos Rug Warrior (nuestro protagonista) programados por estudiantes de la Universidad de Virginia (EEUU) y el vídeo [R7]. Es vital llamar la atención sobre la estructura del robot: dos ruedas motoras y una trasera omnidireccional [Diapositivas 3 a 7 de R3]. Explorar las imágenes de Alan McDonley [R8], con quien se puede contactar para fines educativos (es un crack). 3. Crear los equipos. Plantear y clarificar el objetivo y entregables del proyecto para que vayan reflexionando sobre su escenario e historia. ¡Esa creatividad! 4. Solicitar la identificación de las fases a seguir y de los elementos a explorar: cómo lograr que el robot realice los movimientos deseados, qué es programar, cómo hacer planos a escala... Sincronizar con tormenta de ideas del grupo-clase. Este momento es fundamental ya que condicionará la forma en la que introduciremos las tareas y actividades del presente prototipo (a realizar por el alumnado). NOTA: En este momento suelen aparecer varias preguntas clave que deberemos simplificar para acotar la complejidad del proyecto (todo depende del nivel): ¿y si aparecen obstáculos? ¿y si derrapa? ¿y si el terreno es irregular? ¿podemos controlar la velocidad del robot? ... 5. Plantear pequeños retos: ¿qué tendremos que hacer para lograr que el robot avance un metro? ¿y para que retroceda 70,5 cm? ¿qué tendremos que hacer para que gire 90° hacia la derecha -sentido horario o negativo- respecto a dicha rueda? ¿y hacia la izquierda -sentido antihorario o positivo-? ¿qué tendremos que hacer para que gire 90° hacia la derecha respecto al centro de su eje? ¿y hacia la izquierda? NOTA: Durante esta fase de descubrimiento es absolutamente necesario hacer ver al alumnado la necesidad de contar con algo concreto, real, manipulable, como punto de apoyo a todo el trabajo posterior. Así pues, el alumnado deberá construir un modelo a escala real del eje (una pajita de 13,8 cm de longitud) con sus correspondientes ruedas motoras independientes (de cartón, con un diámetro de 6,35 cm, con los sectores negros debidamente marcados). Les resulta muy curioso comprobar que al hacer girar solidariamente la estructura una revolución completa en línea recta, se haya avanzado una distancia próxima a $L=2 \cdot \pi \cdot R$ ($R=6,35$ cm). Así como el correspondiente debate: ¿a qué se deben esas 	

diferencias? ¿cuántos decimales debemos/podemos usar? La mayor dificultad radica en los giros, donde no tardarán en ver la necesidad de usar reglas de tres: Si con 360° la rueda debe recorrer $L=2 \cdot \pi \cdot R$, ¿cuántos grados giraré si recorro el equivalente a tantas revoluciones? El fallo típico radica en la confusión de esta nueva R , ya que si se trata de un giro respecto a una de las ruedas, $R=13,8$ cm, mientras que si se trata de un giro respecto al centro del eje es exactamente la mitad.

6. Retomar la tarea anterior teniendo en cuenta que el robot dispone de 16 clicks de precisión y, por lo tanto, solo podremos decirle que avance un número entero de clicks (+ para avanzar y – para retroceder). ¿Puede realmente hacer los movimientos anteriores? En caso negativo, ¿qué “error” estaríamos cometiendo? ¿hasta qué punto podemos acercarnos a los movimientos concretos dados anteriormente?

NOTA: La distancia recorrida con una revolución completa de una rueda es aproximadamente 39,8982267 cm. Como podemos movernos con precisión de un click, la distancia mínima de avance o retroceso por rueda es de 2,49363917 cm, lo que influye en la naturaleza de los avances/retrocesos/giros que podemos hacer (suponiendo que no haya derrapes).

7. Muy probablemente, hasta ahora, el alumnado habrá estado “haciendo cuentas” para desvelar el alma matemática de RoboTIX. Ha llegado el momento de formalizar con una expresión algebraica la relación que existe entre “distancia lineal recorrida por cada rueda” con “número de clicks”. Recurrir a la construcción de una tabla como herramienta básica para conseguirlo. ¿Cómo podemos usar esa fórmula?
8. Introducir el Lenguaje de Programación de RoboTIX: SetPower(ON), SetPower(OFF) y Move(ci,cd) y aplicarlo a los movimientos anteriores. Resaltar el hecho de que ci y cd son variables enteras.

NOTA: Move(10,10) provoca que RoboTIX avance 10 clicks, es decir: 24,9363917 cm (¿hasta qué punto podemos hablar de 24,94 cm ó 25 cm? Buen debate para resaltar la importancia del contexto y de la precisión requerida). Move(10,-10) genera un giro de 10 clicks hacia la derecha -sentido horario o negativo-, ya que la rueda izquierda avanza 10 clicks mientras que la derecha retrocede 10 clicks; lo cual, teniendo en cuenta que el eje mide 13,8 cm, genera un giro efectivo de -207° aproximadamente.

9. Averiguar, a partir de programas determinados, los movimientos que realiza el robot y trazar la trayectoria a escala. Ejemplo: SetPower(ON); Move(60,60); Move(3,-3); Move(-40,-40); SetPower(Off) a escala 1:10.
10. Investigar el efecto de Move(300,340) y Move(100,-120).

NOTA: En el primer caso el robot avanzará 300 clicks con ambas ruedas para luego bloquear la rueda izquierda y avanzar 40 con la derecha; por lo que, en realidad Move(300,340) equivale a Move(300,300) y Move(0,40). En el segundo caso: Move(100,-120) equivale a Move(100,-100) y Move(0,-20).

11. Obtener los programas que generan determinadas trayectorias del robot en distintos escenarios a escala.
12. Obtener, a partir de tablas y reflexionando sobre los ejemplos anteriores, las fórmulas que nos proporcionan los clicks de cada rueda, dado el ángulo a girar (respecto a una rueda y respecto al centro del eje).
13. Obtener los programas correspondientes a trayectorias en escenarios, como el mostrado en la diapositiva 12 y 13 de [R3], en el que necesariamente se tenga que aplicar el Teorema de Pitágoras (no dispondrán de una regla en esta actividad y por supuesto no se les indicará que deben usar dicho teorema). Pedir un informe completo con la explicación detallada del proceso y uso de las expresiones obtenidas en la actividad anterior.
14. Elaborar un pequeño informe que muestre con ejemplos la influencia del número de clicks por revolución (o precisión del robot), el diámetro de las ruedas y la longitud del eje, en la naturaleza de los movimientos que podremos programar.

NOTA: Es importante resaltar la importancia de explorar el impacto de cada parámetro de forma aislada, fijando los valores del resto. Destacar la extracción de conclusiones.

15. Diseñar, sobre papel de embalar marrón de 1 m^2 y en la escala que se crea más adecuada, un escenario real o de ficción con su correspondiente historia, en el que exista un mínimo de 4 giros (uno de ellos necesariamente no múltiplo de 45°), 5 avances o retrocesos y donde se redefinan y justifiquen las características geométricas de su nuevo robot (únicas por equipo). Acompañar dicho diseño de un modelo a escala real del robot, como el construido al inicio del proyecto, así como del correspondiente informe detallado de análisis matemático y programación.

NOTA: Estos trabajos servirán posteriormente para realizar pruebas por equipos, donde a partir del escenario de un equipo distinto, dispondrán de una hora para generar el correspondiente programa.

16. Presentar el diseño final al grupo-clase apoyados en una presentación multimedia (máximo 20 diapositivas y 10 minutos por equipo).
17. Reflexionar, con la FSCU y el currículo de Matemáticas 1ºESO, sobre los pasos seguidos durante la resolución del problema o ejecución del proyecto: ¿qué he aplicado? ¿qué he aprendido? ¿en qué otras situaciones podré usarlo? Añadir las conclusiones al Diario de Aprendizaje de la unidad. Realizar esta tarea durante y al final del proceso completo.

Tareas de especialización o ampliación
<p>18. Construir escenarios a escala en 3D (con rampas).</p> <p>19. Generalizar de las fórmulas obtenidas para un número variable de clicks/diámetro de ruedas motoras/eje.</p> <p>20. Construir una hoja de cálculo para automatizar la programación. ¡Es perfecta para mostrar la potencia del Álgebra!</p> <p>21. Representar gráficamente la función que relaciona la distancia lineal recorrida con el número de clicks realizados para distintos valores de precisión del robot (por defecto 16) y diámetro de las ruedas motoras. Extender el proceso al ángulo de giro. Dichas representaciones pueden ser incluidas en el informe de la tarea 14.</p>
Recursos
<p>R1. Anexos correspondientes a los fundamentos teóricos (FT) no conocidos previamente y aplicados en el proyecto (descripción teórica y aplicaciones ejemplares). NOTA: Los FT no sólo incluirán dichos anexos, sino que contendrán estrategias heurísticas, pasos para resolver un problema, ... y servirán de punto de apoyo en la resolución y realización de los diferentes proyectos; creciendo conforme avanza el curso.</p> <p>R2. Plantilla de Ficha de Seguimiento Curricular de la Unidad (FSCU), a completar reflexivamente por el alumnado durante la ejecución del proyecto.</p> <p>R3. Entrada original del proyecto: http://cmorsoc.blogspot.com/2011/04/robotix-de-la-idea-semilla-la-tarea-o.html</p> <p>R4. Tipos de robots: http://cfievalladolid2.net/tecno/cyr_01/robotica/intro.htm</p> <p>R5. Robots en Marte: http://www.docuciencia.es/2009/07/los-robots-de-marte/</p> <p>R6. Dos Rug Warrior programados por dos estudiantes de la Universidad de Virginia: http://www.youtube.com/watch?v=xWycvwZeafw</p> <p>R7. Robot in the kitchen: http://www.youtube.com/watch?v=Fi1TAOhtEkA&NR=1</p> <p>R8. Web de Alan McDonley sobre Rug Warrior: http://alanmcdonley.koolhost.com/pogo.html</p> <p>R9. Introducción a la Robótica: http://tras-tecnologia.wikispaces.com/file/view/Introducci%C3%B3n+a+la+Rob%C3%B3tica.pdf</p> <p>R10. RoboCUP 2006: http://www.youtube.com/watch?v=-Y4H3Sox_4I</p> <p>R11. Robots hospitalarios: http://www.youtube.com/watch?v=zotEz39N628</p> <p>R12. Tablas de descriptores por cada nivel o curso adaptados a los cuatro términos de valoración, según DGOIPE: http://www.gobiernodecanarias.org/educacion/WebDGOIE/scripts/default.asp?IdSitio=0&IDC=1420</p>
Observaciones y propuestas de mejora
<p>□ Lo ideal, por motivos obvios, es contar con un Rug Warrior o, en su defecto, con cualquier otro robot móvil equivalente con codificadores de posición. No obstante, no es estrictamente necesario disponer del mismo...</p>