



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

DEPARTAMENTO DE SOCIOLOGÍA RURAL

DOCTORADO EN CIENCIAS EN EDUCACIÓN AGRÍCOLA SUPERIOR

**DISEÑO DE UNA PROPUESTA PEDAGÓGICA PARA UTILIZAR EL
RASPBERRY PI COMO HERRAMIENTA DIDÁCTICA PARA EL
DESARROLLO DE PROYECTOS DIRIGIDOS A LA AGRICULTURA
FAMILIAR**

TESIS

Que como requisito parcial
para obtener el grado de:

DOCTOR EN CIENCIAS EN EDUCACIÓN AGRÍCOLA SUPERIOR

Presenta:

MARCOS GUILLERMO MIZERIT TRIVI

Bajo la supervisión de: DR. ENRIQUE ARMANDO GÓMEZ LOZOYA



DIRECCION GENERAL ACADEMICA
COM. DE SERVICIOS ESCOLARES
OFICINA DE EXAMENES PROFESIONALES



Chapingo, Estado de México, Junio de 2019.

**DISEÑO DE UNA PROPUESTA PEDAGÓGICA PARA UTILIZAR EL
RASPERRY PI COMO HERRAMIENTA DIDÁCTICA PARA EL
DESARROLLO DE PROYECTOS DIRIGIDOS A LA AGRICULTURA
FAMILIAR**

Tesis realizada por **Marcos Guillermo Mizerit Trivi** bajo la dirección del Comité Asesor indicado, aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

DOCTOR EN CIENCIAS EN EDUCACIÓN AGRÍCOLA SUPERIOR

DIRECTOR: La 1.2
Dr. Enrique Armando Gómez Lozoya

ASESOR: [Signature]
Dr. Liberto Victorino Ramírez

ASESOR: [Signature]
Dr. Guillermo Becerra Córdova

LECTOR EXTERNO: [Signature]
Dr. Pablo Flores del Rosario

A G R A D E C I M I E N T O S

A la Universidad Autónoma Chapingo.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología CONACyT por haber apoyado mis estudios de Doctorado.

A la Facultad de Ciencias Vivas y Agricultura; y a la Facultad de Ingeniería Eléctrica y Ciencias de la Computación de la Universidad de Maribor.

DATOS BIOGRÁFICOS



Datos Personales:

Nombre: Marcos Guillermo Mizerit Trivi

Fecha de Nacimiento: 13 de septiembre de 1977

Lugar de Nacimiento: México, Distrito Federal.

No. De Cartilla Militar: 755940

CURP: MITM770913HDFZRR18

Profesión: Profesor de Educación Básica

Cédula Profesional: 3371499

Cédula Maestría: 09574902

Formación Académica:

Licenciatura: Relaciones Internacionales, UNAM.

Maestría: Educación, Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey.

Doctorado: Ciencias en Educación Agrícola Superior, Universidad Autónoma Chapingo.

DISEÑO DE UNA PROPUESTA PEDAGÓGICA PARA UTILIZAR EL RASPBERRY PI COMO HERRAMIENTA DIDÁCTICA PARA EL DESARROLLO DE PROYECTOS DIRIGIDOS A LA AGRICULTURA FAMILIAR

Resumen

La agricultura es una de las industrias que se beneficiará en gran medida en el futuro mediante el uso de plataformas robóticas avanzadas. Actualmente, tales soluciones de uso general aún no están disponibles comercialmente, pero hay partes individuales disponibles (por ejemplo, navegación por satélite RTK (Real Time Kinematic) o navegación cinética satelital en tiempo real, es una técnica usada para la topografía y navegación marina basado en el uso de medidas de fase de navegadores con señales GPS , sensores inteligentes para la medición de cloroformo, etc.), que generalmente forman parte de dispositivos más grandes y mucho más costosos.

Una de las razones es la complejidad de la actividad de los robots agrícolas en la naturaleza, que es el resultado de eventos impredecibles y cambiantes que se pueden encontrar. El desarrollo de tales dispositivos es crucial si queremos ser parte de los productores de productos agrícolas de alta tecnología que conoceremos en los próximos años. Es por esto que consideramos la necesidad de preparar a una nueva generación de estudiantes para su mayor competitividad en el mercado laboral y su papel principal en el desarrollo de nuevos dispositivos orientados a la agricultura familiar.

El propósito del proyecto es desarrollar un curso en el que mediante la utilización del Raspberry Pi, un dispositivo de bajo costo, que se pueda introducir a los estudiantes de agricultura al mundo de la pequeña tecnología al servicio de la agricultura familiar, mediante la adquisición de nuevos conocimientos en agricultura, ingeniería mecánica, informática y, por último, electrónica.

De la experiencia obtenida se puede observar que el Raspberry Pi puede resultar un dispositivo útil, accesible económicamente y adecuado para introducir a los estudiantes a la tecnología agrícola.

EDUCATIONAL PROPOSAL DESIGN FOR USING THE RASPBERRY PI AS A DIDACTIC TOOL FOR DEVELOPING FAMILY FARMING PROJECTS.

Abstract

Agriculture is one of the industries that will be greatly benefited in the future through the use of advanced robotic platforms. Currently, such general-purpose solutions are not commercially available yet, but there are individual available parts, for example the RTK satellite navigation (Real Time Kinematic) or real-time satellite kinetic navigation, which is a technique used for marine topography and navigation based in the use of phase measurements of navigators with GPS signals, intelligent sensors for the measurement of chloroform, etc.), that are generally part of larger and much more expensive devices.

One of the reasons is the complexity of the activity of agricultural robots in nature, which is the result of unpredictable and changing events that can be found in those environments. The development of such devices is crucial if we want to be part of the producers of high technology agricultural products that we will know in the coming years. That is why we consider the need to train a new generation of students for their greater competitiveness in the labor market and their main role in the development of new devices aimed at the family farming.

The purpose of this project is to develop a course in which by using the Raspberry Pi, a low-cost device, agriculture students may be introduced to the world of the small technology science at the service of family farming through the acquisition of new knowledge in agriculture, mechanical engineering, computer science and, finally, electronics.

From the experience gained in this research, the Raspberry Pi can be a useful, economically accessible and suitable device for introducing students to agricultural technology.

Keywords: Raspberry Pi, didactic tool, family farming.

Índice

Introducción	1
1. Planteamiento y definición del problema	2
2. Antecedentes.....	3
2.1 Estado del Arte.....	3
3. Objetivos de la Investigación:	6
4. Pregunta de Investigación	6
5. Hipótesis.....	7
6. Justificación.....	7
6.1 Magnitud del Problema.....	7
6.2 Trascendencia del Problema.....	7
6.3 Factibilidad del Estudio	9
6.4 Vulnerabilidad del Estudio.....	10
7. Capitulado	10
CAPÍTULO 1: Historia de la Robótica y la Programación.....	11
1.1. ¿Qué es un robot?	11
1.2 En la época precolombina, en Europa y Asia se hacían “robots”.	14
1.3 Relación entre arte y desarrollo tecnológico e industrial.	19
1.4 Los primeros robots como los conocemos hoy	24
1.5 Pioneros de la cibernética: las tortugas robot de Grey Walter y el Ratio Club. 26	
1.6 Robots como reflejo de la sociedad.....	31
1.7 La conformación social de la tecnología.	32
CAPÍTULO 2: Aprendizaje Basado en Proyectos	37
2.1 El origen del método del proyecto	37
2.2 Bases del ABP	45
2.3 El ABP paso a paso	55
2.4 El ABP y la programación	62
CAPÍTULO 3.: Metodología.....	74
3.1 Método	74
3.2 Técnica	77
3.3 Procedimiento.....	78

<i>CAPÍTULO 4: Investigación de aprendizaje basado en proyectos en la educación de ingeniería agrícola en la Universidad de Maribor</i>	<i>79</i>
4.1 Introducción	81
4.2 Descripción de las actividades.....	81
4.3 Metodología ABP	88
4. Resultados.....	90
5. Conclusiones	94
<i>CAPÍTULO 5: Propuesta</i>	<i>100</i>
5.1 Propuesta	100
5.2 Estrategias didácticas	100
5.2 Materiales didácticos	103
5.3 Primer Módulo	109
5.4 Segundo Módulo.....	119
5.3 Tercer Módulo.....	127
<i>Conclusiones.....</i>	<i>143</i>
<i>Bibliografía.....</i>	<i>146</i>

Introducción

La agricultura es una de las industrias que se beneficiará en gran medida en el futuro mediante el uso de plataformas robóticas avanzadas. Actualmente, tales soluciones de uso general aún no están disponibles comercialmente, pero hay partes individuales disponibles (por ejemplo, navegación por satélite RTK (Real Time Kinematic) o navegación cinética satelital en tiempo real, es una técnica usada para la topografía y navegación marina basado en el uso de medidas de fase de navegadores con señales GPS , sensores inteligentes para la medición de cloroformo, etc.), que generalmente forman parte de dispositivos más grandes y mucho más costosos. Una de las razones es la complejidad de la actividad de los robots agrícolas en la naturaleza, que es el resultado de eventos impredecibles y cambiantes que se pueden encontrar.

El desarrollo de tales dispositivos es crucial si queremos ser parte de los productores de productos agrícolas de alta tecnología que conoceremos en los próximos años. Es por esto que consideramos la necesidad de preparar a una nueva generación de estudiantes para su mayor competitividad en el mercado laboral y su papel principal en el desarrollo de nuevos dispositivos orientados a la agricultura familiar.

El propósito del proyecto es desarrollar un curso en el que mediante la utilización del Raspberry Pi, un dispositivo de bajo costo, que se pueda introducir a los estudiantes de agricultura al mundo de la pequeña tecnología al servicio de la agricultura familiar, mediante la adquisición de nuevos conocimientos en agricultura, ingeniería mecánica, informática y, por último, electrónica.

Si bien el desarrollo de pequeños robots de campo autónomos se ha centrado en eventos estudiantiles en Europa, como el Field robot Event, desde el principio en 2003, las máquinas agrícolas disponibles comercialmente se han vuelto aún más grandes. Por lo tanto, la “autonomía” de las máquinas más grandes existentes y el desarrollo de robots de campo más pequeños parecen ser conceptos tecnológicos alternativos para una agricultura sostenible en el futuro.

Robots más pequeños de empresas, como Xaver, NAO o BoniRob presentados en el Field Robot Event 2016 (DLG Field Days), se están acercando al mercado e iniciando preguntas,

como, por ejemplo: si es este el punto de partida de una nueva era de maquinaria agrícola pequeña y muy pequeña; qué hace que los robots pequeños sean mejores que las máquinas agrícolas grandes; son más precisas o más flexibles, cuáles son las primeras aplicaciones más prometedoras; las nuevas empresas, enfocadas digitalmente, asumirán el negocio de la industria de la maquinaria actual.

1. Planteamiento y definición del problema

En el campo mexicano, y especialmente en la agricultura familiar existe un escaso desarrollo y utilización de tecnología orientada a pequeños productores considerados con tierras de menos de 5 hectáreas.

Los pequeños productores abandonan las actividades agrícolas debido diversas causas sociales, económicas, culturales y tecnológicas, por mencionar algunas: no es rentable trabajar el campo de extensiones pequeñas debido bajos rendimientos en la producción de los cultivos derivado de falta de información técnica, desarrollo de cultivos solamente de temporal, dificultad para comercializar sus productos a un precio justo, etc.

Dentro del ámbito educativo agrícola considero que faltan proyectos educativos tecnológicos que propongan soluciones prácticas a las problemáticas mencionadas.

Esto nos lleva a la necesidad de incrementar programas educativos que promuevan la investigación y desarrollo tecnológico accesible.

En la Universidad Autónoma Chapingo se creó en 2018 la Ingeniería En Mecatrónica dentro del Departamento de Ingeniería Mecánica Agrícola. La oportunidad que se identifica es la de promover la formación académica en materia de tecnología que fomente el desarrollo de dispositivos o métodos que sirvan a los pequeños productores agrícolas para darle valor agregado a los productos.

Lo que se pretende es crear un curso-propuesta didáctica que permita presentar a los alumnos una metodología para desarrollar innovaciones tecnológicas accesibles y útiles para el pequeño productor agrícola mexicano mediante el uso del Raspberry Pi.

Diseñar el curso de principio a fin; presentar el dispositivo, explicar sus características, funciones, aplicaciones, usos mediante una propuesta didáctica de 40 horas en un formato semipresencial. Al finalizar el curso los alumnos estarán capacitados para crear sus propias innovaciones tecnológicas en beneficio de la comunidad.

2. Antecedentes

2.1 Estado del Arte

Existen varios estudios en los que se han presentado los resultados de utilizar dispositivos como el Raspberry Pi en labores agrícolas, acuícolas, ganaderas, etc. en el ámbito de la agricultura familiar.

Tema	Universidad	Resultados Reportados
Robot detector de malezas en campos de caña de azúcar usando un clasificador difuso en tiempo real	Sri Krishna College of Engineering and Technology, Coimbatore, Tamil Nadu, India	Un sistema de clasificación de imágenes está diseñado extrayendo texturas internas de hojas. •Se ha desarrollado un nuevo clasificador difuso en tiempo real para clasificar automáticamente las malezas y los cultivos en los campos de caña de azúcar. •Los operadores morfológicos se utilizan para capturar el patrón morfológico del cultivo y la maleza. •Se ha fabricado y probado un robot que lleva la placa Raspberry PI, la cámara, los motores y el sistema de alimentación. •El hardware identifica el cultivo de caña de azúcar de 9 especies diferentes de malezas con 92.9% de precisión.
GryphSens: un lector de diagnóstico portátil basado en teléfonos inteligentes para la detección rápida de progesterona en la leche	BioNano Laboratory, School of Engineering, University of Guelph, Guelph, ON N1G 2W1, Canada.	El ensayo inmunoabsorbente ligado a enzimas (ELISA) es una técnica de ensayo popular para la detección y cuantificación de diversas sustancias biológicas

		debido a su alta sensibilidad y especificidad. Más a menudo, requiere instrumentos de laboratorio grandes y costosos, lo que dificulta su realización cuando las pruebas deben realizarse rápidamente en el punto de atención (POC). Para aumentar la portabilidad y la facilidad de uso, proponemos un sistema de diagnóstico portátil basado en un sensor de imágenes Raspberry Pi para la detección rápida de progesterona en muestras de leche.
Un sistema de riego de bajo costo con Raspberry Pi: diseño propio y evaluación estadística de la eficiencia	Departamento de Ciencias de la Computación, Facultad de Ciencias Naturales, Constantine the Philosopher University en Nitra, Eslovaquia	El estándar de automatización de la granja (inteligente). Incluye, control de iluminación y temperatura, sistema de cámara o sistema de riego. Las tecnologías de un sistema de riego se están desarrollando con un énfasis en la gestión inteligente del agua, características avanzadas y control remoto del sistema de riego. El objetivo de este trabajo es señalar las nuevas tendencias en sistemas de riego.
Desarrollo e implementación de un contador de peces mediante el uso de un sistema integrado	Universidad Autónoma de Baja California, Instituto de Tecnología de Tijuana, INAOE Puebla.	En este trabajo se describió la práctica común de contar peces vivos del tipo original. Además, introducimos un nuevo algoritmo para el recuento de peces basado en el procesamiento digital de imágenes y mediante el uso del sistema integrado Raspberry Pi 2. Al

		comienzo del experimento, los autores contaron los peces de forma manual (esta es nuestra referencia), teniendo así la certeza de cuántos peces hay antes de ejecutar el algoritmo en ambos sistemas (Raspberry Pi que usa GNU Octave y PC que usa MatlabTM).
Un sistema de reconocimiento y conteo basado en la visión para insectos voladores en la agricultura inteligente	Chongqing University, Chongqing, China	El conteo rápido y preciso y el reconocimiento de insectos voladores son de gran importancia, especialmente para el control de plagas. La identificación manual tradicional y el conteo de insectos voladores es laborioso e ineficiente. En este estudio, se diseña e implementa un sistema de conteo y clasificación basado en la visión para insectos voladores. El sistema está construido de la siguiente manera: en primer lugar, se instala una trampa adhesiva amarilla en el área de vigilancia para atrapar insectos voladores y se configura una cámara para recolectar imágenes en tiempo real. Luego, se diseñan el método de detección y recuento basal basado en la detección de objetos de Solo Vía Una vez (YOLO), el método de clasificación y el recuento preciso basado en Máquinas de vectores de soporte (SVM) que utilizan características globales. Finalmente, el sistema de reconocimiento y conteo de

		insectos se implementa en Raspberry PI.
--	--	---

3. Objetivos de la Investigación:

Objetivos Generales:

- Elaborar una propuesta pedagógica con base en actividades dentro de un salón de clases, que a través del uso del Raspberry Pi atienda las necesidades educativas de los alumnos y genere propuestas prácticas a la agricultura familiar, con fundamento en la pedagogía del Aprendizaje Basado en Proyectos.

Objetivos Específicos/Particulares:

- Diseñar un taller del uso del microcontrolador Raspberry Pi, dirigido a estudiantes de preparatoria agrícola, que les de herramientas para programar, diseñar e implementar aplicaciones agrícolas para la agricultura familiar.
- Implementar actividades prácticas que incluyan toma de datos de un determinado terreno con el fin obtener datos como temperatura, humedad, pH, conductividad, y por medio del uso del dispositivo implementar aplicaciones para que el agricultor familiar tenga elementos práctico-tecnológicos para producir mejor.
- Elaborar una propuesta que permita a los alumnos conocer sobre diseño, programación, computación física, manufactura, por medio de la socialización del conocimiento y bajo el currículo del Raspberry Pi.
- Diseñar actividades que potencien las habilidades adquiridas por el alumno.

4. Pregunta de Investigación

¿Es posible diseñar un curso (apropiado, útil, concreto, accesible, escalable) que teniendo como herramienta el Raspberry Pi, permita diseñar proyectos que aporten soluciones a la agricultura familiar?

5. Hipótesis

El desarrollo de un curso usando Raspberry Pi resulta una opción para enseñar a estudiantes a realizar proyectos viables para ser utilizados en la agricultura familiar.

6. Justificación

6.1 Magnitud del Problema

Se observa que existe un crecimiento en la población y resulta necesario producir un mayor número de alimentos. La gente que está viviendo en el campo son en su mayoría mayores de 45 años, falta de interés de los jóvenes en trabajar en el campo.

6.2 Trascendencia del Problema

En México hay 5.3 millones de unidades de producción rural (o unidades agrícolas) en el país. La mayoría (4.3 millones) son de agricultura familiar o de pequeños productores, es decir, zonas de cultivo de 10 hectáreas o menos.

En el reporte “El futuro de la alimentación y la agricultura: tendencias y desafíos”, publicado por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, estima que en 2050 la agricultura tendrá que producir casi 50 por ciento más de alimentos y biocombustible de los que producía en 2012 para cubrir la demanda mundial.

Según cifras del Programa Agricultura y Alimentación de la Unión de Científicos Comprometidos con la Sociedad, Sólo 24 por ciento de los productores agrícolas del país cuentan con lo más reciente en tecnología para el campo y usan drones, apps de celular, automatización por computadora, tractores robotizados, medidores láser, laboratorios químicos de suelos y sensores de temperatura. Para el resto, 76 de los campesinos, que representa prácticamente todo el sector de pequeños productores, el acceso a este tipo de herramientas es casi nulo.

Dicha tecnología permite competir contra los productores extranjeros y lograr cosechas hasta de 14 toneladas de maíz por hectárea.

Algunos de los productores de estados como Sonora, Chihuahua, Sinaloa o Tamaulipas, llevan casi 10 años usando drones para sobrevolar terrenos, tomar fotografías aéreas y detectar afectaciones a ciertas zonas del cultivo y atacar con mayor precisión plagas.

También usan sensores que permiten medir y controlar la temperatura en invernaderos, medidores láser con los que logran que el terreno de siembra sea parejo para un riego homogéneo, sistemas de aspersores para riego computarizado, programado para funcionar a determinadas horas y sitios, georreferenciación por medio de apps con ayuda de los GPS para localizar con precisión árboles claves en la producción, así como tractores robots, entre otras herramientas.

En Sinaloa tenemos a varios de los productores más avanzados del mundo, donde se usa la tecnología más desarrollada para producir trigo con tecnología de punta, como drones para detectar si el cultivo ya está maduro, pero es una fracción muy pequeña. Se estima que 24 por ciento cuenta con tecnología de riego y 76 por ciento mantiene la agricultura de temporal, que es tradicional y de subsistencia, apenas les alcanza para subsistir.

No toda la tecnología se puede usar en cualquier terreno o para cualquier cultivo, ya que, por ejemplo, en parcelas pequeñas, el uso de tractores puede ser perjudicial, pero insistió en que los agricultores de tres cuartos de la superficie en México merecen una tecnología acorde a sus condiciones.

La solución a este fenómeno tiene que ser integral, abordada desde distintas áreas y disciplinas al mismo tiempo, entre estas resultaría interesante hacer uso de las nuevas tecnologías para apoyar el desarrollo de la agricultura familiar; se está usando robótica en distintas fases del proceso de producción agrícola (preparación del terreno, siembra, tutorio, riego, fertilización, cosecha, empaque y distribución); el uso del concepto de “big data” que es la toma de decisiones con datos; secuenciación del DNA que ya bajó en costos; ya no es ciencia ficción. Antes los productores necesitaban mucho dinero para hacer este tipo de cosas, subsidios, leyes. Pero a pesar de ello aún no existe mucha tecnología aplicada al campo y menos a la agricultura familiar.

La idea es que los datos y la información ayuden a entender cómo producir mejor, entender los datos. ¿en dónde va a haber demanda?, ¿qué plantar?, ¿cuánto plantar?

El minifundio también puede ser productivo, un ejemplo es el de aprovechar climas, el cambio no radica en el uso de un implemento tecnológico, es el cambio en la mentalidad lo que es importante.

Un ejemplo práctico es el de la “socialización de los datos y la información”: el clima: ¿cuándo va a llover?, ¿qué características tiene la tierra que trabajo?, estaciones meteorológicas de cómo se está moviendo el clima, sensores para saber ¿cómo está el pH o la conductividad en mi terreno, metro cuadrado por metro cuadrado. Se requiere que alguien sea capaz de analizar esta información y lo convierta en una recomendación práctica, de otra forma no sirve de nada. Ya hay compañías que hacen estudios y recomendaciones específicas a la medida de los requerimientos de la tierra, como fertilización variable, irrigación variable, siembra específica según la tierra metro por metro. Más rendimiento con menos insumos y menos contaminación y desgaste de la tierra. Es por ello nuestro interés de desarrollar una propuesta didáctica que usando como herramienta el microcontrolador Raspberry Pi, brinde elementos a los alumnos para diseñar usos prácticos para la agricultura familiar.

Esta propuesta didáctica estará diseñada para ser usada en formas que potencialicen el auto-aprendizaje, el aprender a hacer y aprender a ser de los participantes durante el curso.

6.3 Factibilidad del Estudio

El estudio se llevó a cabo dentro del comprendido de la duración del programa del Doctorado, del año 2015 al 2018. En la etapa de la estancia doctoral que fue de seis meses se contó con la beca mixta conacyt, además de con el apoyo de la Universidad Autónoma Chapingo. Para la asistencia al concurso en el año de 2018 a Alemania se contó también con el apoyo de la misma Universidad; la empresa SMT (diseño, manufactura, prototipado y prueba de circuitos electrónicos), CLAAS (empresa dedicada a la fabricación de maquinaria agrícola, originaria de Harsewinkel, Renania del Norte-Westfalia, Alemania), EMSISO (baterías).

6.4 Vulnerabilidad del Estudio

Para llevar a cabo esta investigación se integró un equipo compuesto por dos profesores investigadores y ocho alumnos de distintas ingenierías de la misma universidad, con el fin de llevar adelante la investigación acción, en el primer semestre, de enero a junio de 2017; no se logró terminar en tiempo y forma el proyecto, así que se decidió participar en el concurso del siguiente año, en el mes de junio del 2018.

7. Capitulo

Esta investigación se desarrolló en 5 capítulos y la temática de cada uno se describe a continuación:

En el **capítulo 1** se desarrolló un recorrido histórico de la robótica y la programación, comenzando con los primeros ejemplos de la tradición intelectual occidental entre el siglo VI y VIII a. C. en “La Ilíada” de Homero. Los periodos antiguo (civilizaciones griega y romana del siglo V a.C.; medieval del siglo V al XV iniciando en el año 476 con la caída del imperio romano de occidente y su fin en 1492 con el descubrimiento de América o con la caída del imperio bizantino, cuando la embriagadora mezcla de imaginación y creciente habilidad técnica ayudó a crear los primeros robots construidos a nuestra propia imagen.

En el **capítulo 2** se hizo una revisión de el Aprendizaje Basado en Proyectos, identificando su origen, enumerando sus bases conceptuales, precisando la forma en que se recomienda desarrollar el método en clases.

En el **capítulo 3** se describe la metodología utilizada, dividiéndola en 3 partes principales: método, técnica y procedimiento. El método que se empleó fue el de la investigación-acción porque fuimos los integrantes del equipo incidiendo en el laboratorio y los campos de investigación para promover el desarrollo del método de aprendizaje basado en proyectos. En cuanto a la técnica se utilizó en una primera etapa la investigación documental; en una segunda etapa se dio el trabajo *in situ* durante seis meses en laboratorios, aulas y campos experimentales; en la tercer etapa se realiza la reflexión de la experiencia en Europa; y en la cuarta etapa se realiza la estructuración de la propuesta didáctica.

En el **capítulo 4** se hizo un reporte de la estancia de investigación realizada en Europa teniendo en cuenta el Aprendizaje Basado en Proyectos.

Finalmente en el **capítulo 5** se realiza la propuesta pedagógica del Raspberry Pi para la agricultura familiar.

CAPÍTULO 1: Historia de la Robótica y la Programación

1.1. ¿Qué es un robot?

La intención de este escribir este apartado es para mostrar cómo a través del tiempo se ha venido desarrollando la robótica, mecánica, ingeniería, programación, diseño, arte y cultura con y su interacción con la sociedad. Cada etapa ha sido crucial, y es así que las presentamos de forma cronológica.

Los humanos estamos teniendo una crisis de identidad, en los últimos años, muchas de las cosas que hemos aceptado desde hace tiempo como la base de nuestra humanidad han sido cuestionadas. La primatología ha demostrado cuán similares son a todos los otros simios humanos. La investigación genética nos ha dado una manera de definir con precisión la pertenencia a nuestra propia especie, así como ayudar a calibrar cuánto tiene en común con todos los demás.

Todo esto sugiere que los humanos como especie carecen de singularidad. Entonces, a la inversa, ¿qué características son aún exclusivamente nuestras para poseer? Una de ellas es el antropomorfismo: nuestra tendencia a atribuir la forma humana o el comportamiento a los objetos. Pero, aunque estamos acostumbrados a ver la forma humana reproducida como tema de arte o escultura, también ha sido una preocupación central de la tecnología: seguimos construyendo máquinas que se parecen a nosotros, o que se comportan de forma realista. Además, cuanto más se mira, más se da cuenta de que hemos construido máquinas similares a las humanas durante mucho tiempo: los robots han desempeñado un papel clave al ayudarnos a establecer nuestro sentido de nosotros mismos y de nuestro lugar en el mundo en general.

El antropomorfismo es algo con lo que la ciencia y la tecnología tienen una relación bastante incómoda. La ciencia ficción nos dice que esperemos que los robots sean

humanoides, que busquen la dominación mundial, que tengan sentimientos y emociones, mientras que los especialistas en robótica hacen todo lo posible para explicar cómo la forma humana a menudo no es la más apropiada o fácil para construir una máquina, que los robots solo pueden hacer lo que les decimos que hagan, o que aprendan en cierto grado, y que lo que vemos en ellos en términos de emoción es que proyectemos nuestras propias esperanzas y deseos sobre el robot. Pero, como escribió el robotista Bryan Duffy (2002), "entonces, el robot te mira" pg. 12. Por más que lo intentemos, no podemos evitar las cualidades antropomórficas de los robots.

Entonces...

Por un lado, resulta necesario establecer las definiciones de venir. Por un lado existe un grupo particular de robots, que describen como aquellos que toman una forma humana, o se comportan de una manera similar a la humana.

Por otro lado, están los robots más numerosos construidos: principalmente, robots industriales utilizados para soldar, tareas de "pick-and-place" en fábricas y laboratorios, y lo que la comunidad de robots llama las tareas "4D", trabajos que son aburridos, repetitivos, sucios o peligrosos, además de los vehículos autónomos (aéreos), más comúnmente llamados "drones". Hay algo realista en ver una línea de producción de robots trabajando para armar autos, con su sugerencia de cooperación humana, y los drones son una forma de llevar a un humano a un lugar que podría o no ir.

Incluso cuando se examina este campo relativamente estrechamente definido, sin embargo, la misma palabra "robot" puede ser un poco problemática. Apareció por primera vez en la obra de Karel Capek (1922) *Rossum's Universal Robots*, publicada en 1920. Luego, describió un tipo ficticio de "trabajador sintético", creado artificialmente a partir de material orgánico. Pero antes de que Čapek acuñara la palabra robot, había otros términos similares: "autómatas" o "máquinas de acción automática", por ejemplo. Que estas alternativas estaban en uso es sugestivo del largo linaje de los robots, un tema al que volveremos. Pero, en aras de la simplicidad, presentaremos todos estos bajo el título genérico de "robots". Lo que es más importante es que reafirmamos lo que más nos interesa de ellos: que con mucha frecuencia tomaron forma humana, o se comportaron de manera realista, y que existieron durante tanto tiempo antes de la obra de Čapek.

Este último punto -la longevidad de los robots como concepto amplio y como objetos físicos reales- necesita ser explicado. Una de las razones para construir una forma humana de acción de robot, o hacer que se comporte como si estuviera vivo, es que, en el fondo, nos sentimos fascinados como seres humanos. Durante gran parte de nuestra historia, a pesar de que hemos sido conscientes de tener cuerpos, lo que estaba sucediendo exactamente dentro de ellos, y su significado en el esquema general de las cosas, era a la vez misterioso y controvertido. Así que los robots han desempeñado el papel vital de los espejos para nosotros los humanos, lo que nos permite mirarnos a nosotros mismos y discutir sobre lo que somos y lo que podríamos ser.

Este proceso no es solo reciente, sino que se remonta a siglos atrás. El movimiento cibernético del siglo XX trajo la posibilidad de máquinas que, en lugar de solo simular un comportamiento inteligente, en realidad eran inteligentes. A lo largo de la Revolución Industrial, la controversia enfureció sobre el papel de los trabajadores, reducido al papel de los autómatas en una máquina industrial gigante e impersonal. Anteriormente, los robots de la Ilustración estaban en el centro de las discusiones sobre la naturaleza de la vida, la estructura de la sociedad secular y quién dentro de ella ejercía poder e influencia. Más atrás, en la época medieval, los robots eran máquinas maravillosas, que representaban la arquitectura del universo y del cuerpo humano, lo que generaba dudas sobre la creación de Dios y si podía ser replicada por las manos humanas. La línea de tiempo podría extenderse a la antigüedad incluso más allá de eso. En nuestra crisis actual de identidad humana, podemos buscar consuelo en el hecho de que las preguntas que nos dan pausa para pensar ahora siempre han sido disputadas apasionadamente.

Construir un historial de robots nos ayuda a enfocar nuestra definición un poco más. Como se consideran en su contexto durante un largo período de tiempo, algunas palabras modernas asociadas con robots, que están situadas y encarnadas, son útiles.

Un robot situado es el que existe en el mundo, descrito por Rodney Brooks (2002) como que no trata "con descripciones abstractas, sino a través de sus sensores, con el aquí y ahora del mundo, que influye directamente en el comportamiento de la criatura" pg. 51. La forma en que los robots se han situado históricamente es constantemente sorprendente. Los robots habían estado hasta hace poco reservados a fábricas o laboratorios de investigación.

Ahora, están comenzando a ingresar al mundo más amplio, como robots de servicio propuestos para cuidar a los ancianos, trabajar terapéuticamente junto con niños con autismo, o incluso como asistentes de tiendas y animadores. Pero en el pasado, los robots siempre estaban en el mundo, en una variedad inesperada de lugares: teatros y exposiciones, espectáculos itinerantes y estudios de cine, palacios e iglesias. Los lugares donde se pueden encontrar robots dicen mucho sobre lo que las sociedades en las que se crearon pensaban que era importante.

Un robot incorporado tiene una forma física, que media su experiencia del mundo y, a la inversa, cómo el robot tendrá un efecto en el mundo que lo rodea. La naturaleza de la realización de los robots ha evolucionado constantemente, desde autómatas que abarcan mecanismos relativamente simples a través de mecanismos virtuosos increíblemente intrincados, hasta máquinas electro-mecánicas robustas, y modernos objetos impresos electrónicos y tridimensionales que con frecuencia abarcan no solo los mecanismos del cuerpo, sino también de la mente.

Los robots a menudo han sido las máquinas más notables y complejas que ha sido posible fabricar, y lo que nos dice es qué decidimos demostrar nuestro dominio del estado del arte tecnológico recreándonos a nosotros mismos.

Que los robots hayan existido durante tanto tiempo, en tal profusión de lugares y formas, significa que para hacerles justicia debemos superar los límites de la ciencia y la tecnología formales y adoptar un enfoque más amplio. Los robots son objetos cultos, los productos del dominio tecnológico, por supuesto, pero también de una gama más amplia de atributos humanos: miedo al otro, amor por el espectáculo y talento para el espectáculo, fe y convicción religiosa, el deseo de transmitir nuestro poder y estatus. y mucho más.

1.2 En la época precolombina, en Europa y Asia se hacían “robots”.

Hemos estado interesados en los robots durante mucho, mucho tiempo. Esta fascinación, desde el principio, ha encontrado expresión en robots reales e imaginarios. Los primeros ejemplos en la tradición intelectual occidental aparecieron hace más de 2500 años, entre el siglo VI y VIII a.C.; en La Ilíada de Homero. Hefesto, el dios griego del fuego y la metalurgia, creó dos tipos diferentes de sirvientes artificiales: un grupo de 20, cada uno

con tres patas, montado sobre ruedas, que atendía a los dioses en el Monte Olimpo, y un par de esclavas inteligentes de oro para ayudarlo en su taller.

Los asistentes de Hefesto, sin embargo, reflejan la forma y la habilidad humanas en todos los sentidos; la única diferencia es que son dorados.

Las creaciones de Hefesto ilustran dos propósitos diferentes. Ambos tipos de robots realizan trabajo para otros, pero, como sugiere el ejemplo de los sirvientes tripedales con ruedas, este tipo de trabajo no necesariamente debe ser llevado a cabo por un objeto mimético, es decir, un objeto que copia la forma y la función naturales. . Después de todo, los lavavajillas y las lavadoras no se parecen a los humanos que de otra manera llevarían a cabo estas tareas a mano.

Sin embargo, las doncellas de Hefesto, debido a que están dotadas de sentido y habla (habilidades que se creen únicas para la humanidad), reflejan el impulso de crear vida artificial: una reproducción o mejora perfecta de la capacidad humana. Este impulso es necesariamente mimético, porque está hecho en la imagen de su creador. Los ejemplos de La Ilíada sugieren que estos objetos, ya sean miméticos o no, son solo la provincia de los seres divinos: están hechos para servir a los dioses. Pero en la antigua tradición griega, como en las religiones abrahámicas, la humanidad se hizo en una imagen divina. Por lo tanto, el deseo de crear vida artificial resulta en objetos que, necesariamente, se parecen a los humanos en formas fundamentales.

Robots antiguos.

Los períodos antiguos (civilizaciones griega y romana Siglo V. a.C. al Siglo 11 d.C.); y medieval (Siglo V al Siglo XV inicia en el año 476 con la caída del imperio romano de occidente y su fin en 1492 con el descubrimiento de América o en 1453 con la caída del imperio bizantino); cuando una embriagadora mezcla de imaginación y creciente habilidad técnica ayudó a crear los primeros robots contruidos a nuestra propia imagen.

Varios siglos más tarde, los autómatas ya no se limitaban a los dioses o a la imaginación. Entre los siglos III y I a. C., la fabricación de autómatas floreció en el mundo de habla griega, y especialmente en la ciudad cosmopolita de Alejandría. Los ingenieros de la "Escuela Alejandrina" diseñaron, construyeron y escribieron sobre complicadas figuras en movimiento. Estos autómatas fueron diseñados para ilustrar los principios mecánicos de la

hidráulica y la neumática y para sorprender a los espectadores, e incluyen figuras de animales, humanos y criaturas mitológicas. A veces se combinaron en dioramas elaborados para escenificar una narrativa, como una escena de una obra de teatro.

Durante las festividades ceremoniales por el regreso triunfal de Cleopatra a Alejandría en el año 47 a. C., una estatua mecánica de 4,5 metros de altura se levantó, dispensó leche de sus pechos a la multitud de personas y luego se sentó de nuevo. La figura, destinada a simbolizar a Cleopatra como la madre de su pueblo, además de evocar a la diosa egipcia Isis (que a menudo se representaba amamantando a su hijo), tenía que aparecer como femenina para que el simbolismo fuera efectivo.

Durante los siguientes siglos, la fabricación de autómatas continuó en áreas donde el conocimiento griego de la ingeniería seguía siendo apreciado y relevante. Después de que algunos de estos lugares, como Anatolia y el centro-sur de Asia, cayeran bajo el control político musulmán en los siglos VIII y IX, los eruditos que trabajaban en árabe y en griego tradujeron textos importantes sobre la fabricación de autómatas.

Sin embargo, los ingenieros árabes fueron mucho más allá de la traducción; tomaron los principios establecidos en algunos textos de la Escuela de Alejandría e inventaron herramientas, como nuevos engranajes y válvulas, que les permitieron fabricar asombrosos e intrincados autómatas: criados servidores de vino, fuentes programables y elaborados relojes de agua que marcaron el paso de tiempo con animales en movimiento, diales zodiacales y músicos. El Libro de ingeniosos dispositivos mecánicos, escrito en 1206 por Ismail Al-Jazari, un ingeniero y cortesano kurdo en Damasco, contiene robots similares en su propósito a los trípode que sirven a los bienes en La Ilíada. Sin embargo, los sirvientes mecánicos -cobederos o sirvientes de vino- diseñados por Al-Jazari se ven y se mueven como los sirvientes humanos que generalmente asistían a la corte de Urtuqid donde Al-Jazari estaba basado.

Objetos similares aparecen en los romances en sánscrito y en los manuales de etiqueta cortesana desde el siglo XI. El rango de fuentes que contienen descripciones de autómatas sugiere que existieron en el norte de la India como objetos reales e imaginativos. Aparecen allí probablemente como resultado del intercambio cultural entre las dinastías musulmanas Samanid y Ghaznavid al oeste del río Indo y los gobernantes hindúes del norte de la India. Algunas de las máquinas, como las empleadas que rociaban el agua perfumada de sus

pezones y ombligos, estaban claramente destinadas a la excitación erótica. Aunque similar en forma a la diosa lactante Isis en la procesión de Cleopatra, estos objetos formaban parte de entretenimientos más privados, por lo general dentro de los apartamentos del palacio y disponibles solo para el gobernante y sus invitados seleccionados.

Robots en la imaginación medieval

Otros ejemplos de androides en la literatura medieval revelan diferentes tipos de robots antropomórficos, todos los cuales reemplazan a los servidores humanos. Por ejemplo, hay numerosas guardias artificiales. En la historia de Lancelot, enormes caballeros de cobre protegen la entrada a un castillo encantado; solo derrotándolos Lancelot puede romper la magia que los anima. En la versión medieval de la vida de Alejandro Magno, se encuentra con guerreros de oro, armados con picas, que vigilan la tumba del emir de Babilonia, y niños dorados, empuñando martillos, que patrullan el puente en un bosque encantado.

En una versión del siglo 13 de la búsqueda del Santo Grial, un caballero del "este lejano" asiste a un torneo y causa revuelo con los dos robots que vigilan su tienda. Uno, una figura masculina armada, podía discernir el rango de cualquiera que intentara ingresar a la tienda, y excluiría a todos menos a la nobleza. La otra, una figura femenina, estaba sentada a la entrada de la tienda tocando un arpa. Si una mujer que no era virtuosa entró, el arpista tocaría un acorde disonante

Maquinaria medieval

La extranjería inherente a cualquiera de los robots encontrados en los textos en francés, latín e inglés en los siglos XII y XIII refleja el hecho de que estos objetos se sabe que se originaron en lugares lejanos. Los humanos y animales artificiales fueron introducidos en el Antiguo Imperio Romano de Occidente ya en el siglo IX, principalmente como obsequios de dignatarios extranjeros o de relatos de viajeros sobre maravillas lejanas encontradas en partes de Eurasia de habla árabe, griega y china. Pero estas mismas máquinas no se construyeron allí hasta muchos siglos después, ya que el Occidente cristiano latino no había conservado el conocimiento de cómo construir máquinas complejas del período romano anterior, y no comenzó a redescubrirlo hasta finales del siglo XIII.

Informes de testigos oculares, e invenciones fantásticas de autómatas antropomórficos y zoomórficos en textos vernáculos de América Latina y Occidente de Eurasia enfatizan la

vitalidad de estos objetos y la imposibilidad de reconocer el artículo fabricado como cualquier otro que sea un ejemplo natural. De hecho, la confusión -por lo menos momentáneamente- fue a menudo el objetivo. Por ejemplo, pájaros mecánicos, decorados con esmalte y plumas, que picotearon y gorjearon de la misma manera que pájaros reales, aparecieron en los palacios de Samarra, Bagdad y Constantinopla en los siglos IX y X, se informaron a audiencias de habla latina en viajes. relatos o relatos diplomáticos, y luego fueron entretejidos, en los siglos XII y XIII, en el texto de los romances europeos.

A finales del siglo XIV, cuando fue posible crear máquinas similares en la lejana Eurasia occidental, la nobleza consideró inicialmente los ejemplos provistos por artefactos extranjeros. La primera persona en hacerlo fue el extremadamente adinerado ad rico Conde de Artois, Robert II. Un primo del rey de Francia, Robert había pasado muchos años en el sur de Italia y Sicilia, donde los palacios que se habían construido bajo el control político musulmán anterior todavía contenían los autómatas y fuentes de siglos anteriores. En su castillo, Hedsin, en Picardía, Francia, instaló pájaros mecánicos en un enorme aviario, junto con aves reales, y desafió a los visitantes a distinguir los verdaderos de los falsos.

También instaló monos mecánicos, cubiertos de pieles de tejón, en un parque al aire libre. Los monos hacían movimientos simiescos exagerados y se suponía que engañaban a la gente haciéndoles creer que el conde había importado monos reales a su finca en el norte de Francia. Astutamente labrados y bellamente decorados, los monos mecánicos, al igual que los criados de vino. “Febots” eróticos y pájaros artificiales, intentan engañar al espectador para confundir el artificio con la naturaleza.

En el ámbito de la imaginación medieval, los robots que mejoraban la naturaleza eran una expresión del deseo de la capacidad creativa humana de superar el poder intrínseco de la naturaleza. Durante los siglos 15 y 16, los ingenieros y artesanos europeos continuaron perfeccionando y mejorando la complejidad de las máquinas que construyeron, con el resultado de que algunos autómatas se parecían a los humanos, en apariencia y movimiento, con más fuerza que nunca. Otros robots mecánicos demostraron la expresión adecuada del sentimiento al tocar música o bailar. A finales del siglo XVI y durante el XVII, filósofos, matemáticos y astrónomos de Europa persiguieron un renovado interés en comprender el cuerpo humano y el cosmos en términos mecánicos. Sin embargo, el interés de los seres humanos en crear máquinas que se parecieran a las personas y que las personas pudieran

interactuar se remonta a milenios atrás, y ha encontrado expresión en muchos lugares y muchas formas, como ya hemos mencionado en páginas anteriores.

A medida que avanzaba el siglo XVIII, evolucionó una generación de robots que se asociaba menos con cuestiones de fe o simbolismo mágico y más con los asuntos pragmáticos y terrenales de quién ejercía el poder sobre quién y cómo el mundo podía hacerse predecible, productivo y eficiente. El resultado fue uno de los mejores autómatas jamás creados, que incluye tanto ciencia como espectáculo.

1.3 Relación entre arte y desarrollo tecnológico e industrial.

Imaginemos estar en París, cerca del Louvre, en 1738. Ahí encontraremos una extraordinaria escultura de tamaño natural: un androide tocando la flauta como una persona real con todas las expresiones y la habilidad de un virtuoso musical vivo. (Aunque la palabra Android tiene una connotación de ciencia ficción tan reciente, de hecho fue acuñada como androïde en 1625 por Gabriel Naudé, escritor y médico de Louis XIII.) Este es el flautista automático de Jacques de Vaucanson: una superestrella mecánica extraordinaria y una de las maravillas de la época.

El flautista que Vaucanson presentó en 1738 se inspiró en una estatua neoclásica que se exhibió no muy lejos en el Jardín de las Tullerías (hoy en el Louvre), por lo que la figura sería familiar. El informe marcó en la forma en que la figura logró todos los movimientos de los dedos de un flautista real y todas las inflexiones y matices en el sonido. (Laszlo, 1979). De hecho, muchos creían que un flautista humano estaba escondido en algún lugar. Pero este Android era una máquina, y podía tocar 12 piezas -todas de carácter y tempos diferentes- como un músico profesional.

Esto es intensamente interesante en el contexto de la robótica inteligente y la evolución de todo tipo de máquinas inteligentes. El método de Vaucanson anticiparía la técnica utilizada en el nacimiento de las máquinas-herramienta controladas por computadora después de la Segunda Guerra Mundial cuando la industria -y particularmente la industria de defensa- comenzó a ver la posibilidad de una producción controlada por computadora.

Al principio había dos formas de programar una máquina herramienta para cortar y dar forma a una pieza. El primer enfoque consistía en escribir un programa desde cero detallando todas las variables, como la longitud, profundidad y corte de velocidad,

utilizando un complejo sistema de geometría. El segundo, mucho más rápido, fue el sistema de grabación / reproducción, en el que un maquinista capacitado realizaba todos los pasos y los hacía, mientras que el sistema de control de la computadora los grababa.

La novela de Kurt Vonnegut titulada “La pianola” (Vonnegut, 1952), muestra un mundo de maquinistas desanimados y sin propósito, y trabajadores de producción cuyas habilidades han sido leídas, registradas y transferidas a fábricas enteras llenas de máquinas automáticas. En el mundo real, las operaciones como la soldadura siguen siendo un arte y los diseñadores de máquinas necesitan un estudio detallado de los expertos humanos para automatizar el proceso. Los soldados robots ahora impregnan la industria del audio, pero todavía hay soldados humanos, y también músicos que tocan la flauta.

En la inteligencia artificial, también, la imitación de la técnica humana ha sido una ruta para la resolución de problemas por parte de los robots en el mundo real. En la década de 1970, Jack Good, un pionero de la inteligencia artificial de la posguerra (y un antiguo descifrador de código de Bletchley Park), dio el ejemplo iluminador de un jardinero atrapando una pelota en un juego de cricket. Expuso lo que una máquina formal dirigida por computadora necesitaría medir y calcular para estar en el lugar correcto cuando la bola descendiera. Debía medir repetidamente la velocidad y la posición para calcular la desaceleración de la pelota, su trayectoria y el lugar al que llegaría.

Es la mecánica newtoniana clásica que necesita algunos cálculos bastante simples, pero relativamente laboriosos y repetitivos. Según Good (1972), “El humano no hace nada tan difícil, argumentó, porque hay una regla simple: si la pelota parece estar elevándose en el cielo, corre hacia atrás. Si está cayendo, corre hacia él. Armado con este algoritmo, el hipotético jardinero de cricket de Good debe llegar al lugar correcto, pero no conoce las leyes de movimiento de Newton” pg. 23.

En 1770 Wolfgang von Kempelen, un húngaro de la Corte de Viena, construyó un muñeco “turco” jugador de ajedrez de tamaño real. La figura tenía un aspecto evidentemente artificial y los movimientos de sus piezas era intencionalmente toscos y mecánicos –nada ergonómico, sin costuras o uniones como otros modelos mecánicos como fue el ganso de Merlin-, el que extendía el cuello para alimentarse de una forma estética y realista. El muñeco ajedrecista recorrió el mundo haciendo demostraciones, pero este era una ilusión. Cada juego de ajedrez era precedido por una presentación del autómeta y su “cuarto de

máquinas” en una actuación que se asemejaba a la de las técnicas de un mago en escena. Cuando el presentador abría las puertas, giraba al autómeta y abría otra puerta, y ahí era cuando una persona entraba a la caja, escondido y fuera de la vista del público, dirigía al supuesto muñeco ajedrecista.

Antes de que la función comenzara, la introducción terminaba con el actor haciendo un ruido como de maquinaria de reloj.

Durante su carrera “El Turco” fue frecuentemente acusado de ser un fraude e incluso Von Kempelen señalado como un charlatán. Pero las audiencias racionales parecían estar felices de confabular con las ilusiones. “El Turco” jugaba con la disposición de la gente de experimentar un sentimiento de escalofrío, dudando de nuestras expectativas y sentidos.

Más importante e irónico, y a pesar de que “El Turco” era una ilusión, hacía muy bien lo que un autómeta debería hacer, estimulando la especulación y la acción convirtiéndose en un estímulo para la investigación real de la mecánica y su potencial de imitar e incluso sobrepasar el pensamiento humano y la acción.

Por ejemplo, para la segunda mitad del siglo XVIII, formas de hilar el algodón y la lana por medio de una máquina fueron desarrolladas por varios inventores. Pero automatizar el proceso del tejido parecía ser más complicado. Tal vez ese proceso quedaría por siempre como una habilidad manual. De cualquier forma, de acuerdo con la leyenda, fue una visita a ver el show de “El Turco” lo que inspiró a Edmund Cartwright a pensar que sería posible inventar un telar eléctrico.

Por supuesto, estas nuevas máquinas -los telares y las máquinas de hilar- también eran autómetas. Reemplazaron a hombres y mujeres y sus habilidades artesanales laboriosamente adquiridas. La estructura giratoria de Richard Arkwright incluso tiene pares de rodillos que se movían a diferentes velocidades que modelaban la acción de rodadura de los dedos humanos a medida que extraían las fibras de la rueca. Pero estas máquinas no eran androides miméticos. Ellos abstraieron las habilidades humanas y las reprodujeron, pero no les gustó, y no necesitaban verse como personas.

El mecánico turco, al parecer, también provocó que Charles Babbage pensara más acerca de la automaticidad y los motores. En 1820, Babbage realmente jugó al ajedrez contra el turco. Si él realmente creía que era un autómeta genuino es cuestionable, Babbage notó que "el interior parece lo suficientemente grande para un niño, y que una trampilla en el

piso de la habitación era muy evidente justo detrás de esa figura. Sin embargo, Babbage se dio cuenta de que cualquier juego reglamentario podría, en principio, ser jugado y ganado por una máquina.

La controversia sobre “El Turco” tuvo una eco de intriga años después de que Charles Babbage la escenificó. Cuando Gary Kasparov, reinaba como campeón mundial de ajedrez, perdió por muy poco con la computadora Deep Blue de IBM en 1997 (había vencido ya a una versión anterior) él estaba convencido que no estaba compitiendo frente a una computadora sola. El equipo de Deep Blue, no obstante, el análisis de 700,000 juegos de expertos, también reclutó cuatro expertos en ajedrez para desarrollo y al menos uno de ellos estuvo presente durante la competencia. “En una conversación con el escritor Gaby Wood, Kasparov exclamó apasionadamente, agitando su puño: ¡No, las máquinas no pueden ganarme! Él afirmó que el equipo ajustó la computadora durante los juegos y que él estuvo jugando frente a un consorcio. IBM expresó que ellos solamente trabajaron en la computadora entre juego y juego”. (Wood, 2002, pág. 102)

Aún así, las condiciones del juego parecían ser difícilmente justas: un hombre frente a la Deep Blue con su grupo de expertos programadores y jugadores de ajedrez. Y, ¿una computadora verdaderamente autónoma necesitaría de un equipo de programadores expertos y profesionales del ajedrez en presencia continua durante el juego?. Hoy en día los programadores de ajedrez han progresado mucho, con la capacidad de analizar consecuencias de un enorme número de movimientos, que por mucho permiten a una computadora vencer a una persona. Pero nos provoca a preguntar que tanta de esa “inteligencia de la computadora” es realmente inteligencia y experiencia humana, “prestada y embotellada”.

Volviendo con Charles Babbage, en 1849 comenzó a trabajar en el “motor de la diferencia”, The Difference Engine, su primera máquina calculadora, y también hizo el boceto de lo que sería el algoritmo del juego de ajedrez.

Quizás este último capítulo en su historia, cuando los autómatas se convirtieron en entretenimientos populares, oscurecieron, por un tiempo, su seriedad e importancia. David Brewster, el científico y escritor del siglo XIX, consideraba que su objeto principal era un "mero deseo de entretenerse por la exuberancia mecánica". Otros los criticaron como juguetes - "magia de salón" - o criticaron que "en ningún momento parecía haber cruzado

la mente de estos hombres ingeniosos que sus inventos podrían haber sido utilizados para proporcionar nuevas fuentes de energía o para hacer que la industria fuese más eficiente". (Fryer & Marshall, 1979, pág. 257).

La historia actual, por supuesto, difiere, ahora viendo estos autómatas como enormemente interesantes y filosóficamente provocadores. Más que eso, fueron influyentes tanto en sus propios tiempos como más adelante en el progreso de los mecanismos, la industria y la fabricación. Su trabajo llegaría a ser directamente poderoso e influyente.

Charles Babbage, como hemos visto, quedó impresionado por la aparente automaticidad y capacidad del mecánico turco y la habilidad de ingeniería de Joseph Merlin. Algún tiempo antes, Vaucanson había sido nombrado inspector de Fabricación de Seda por el Ministro de Finanzas en Francia. Inventó un nuevo telar para tejer estampados de seda o brocados utilizando agujeros perforados en la tarjeta como instrucciones. En 1774, las máquinas innovadoras provocaron disturbios en Lyon por parte de "obreros de ganchillo sediciosos" y Vaucanson huyó de noche disfrazado de monje. No era el poder de los mecánicos solo para inventar la sociedad industrial. Pero el telar de Vaucanson fue refinado en Lyon por Joseph Marie Jacquard.

Su versión podría ser programada por pilas de tarjetas perforadas, que eran leídas por una serie de barras finas con resortes. En lugar de las pilas de cámaras laboriosamente perfiladas por el escritor de Jacquet-Droz, los automóviles podían fabricarse y reemplazarse con relativa facilidad. Aquí había una forma nueva y flexible de escribir y reescribir conjuntos de instrucciones para una máquina, este hito marca el inicio de lo que a la postre sería la programación moderna.

Fue esta técnica exacta la que Babbage adoptó para programar el motor analítico, su último gran proyecto de computadora sin construir.

Su colaboradora, Ada, condesa de Lovelace, transmitió la extraordinaria importancia de separar las instrucciones, (debugging)****La depuración de programas es el proceso de identificar y corregir errores de programación. En inglés se conoce como debugging, porque se asemeja a la eliminación de bichos (bugs), manera en que se conoce informalmente a los errores de programación. o el programa, del hardware, del "motor" mismo.* En un pasaje que merece ser mejor conocido, ella anticipó o insinuó, la posterior caracterización formal de Alan Turing de la máquina universal o verdadera computadora. Lovelace observó que el motor analítico con su lector de tarjetas

podía abordar cualquier problema algebraico esotérico y no simplemente números crujientes. Según Menabrea (2016), ella escribió que "los límites de la aritmética estaban ... superados en el momento en que la idea de aplicar las cartas había ocurrido. El motor analítico no ocupa un terreno común con los simples motores de cálculo ... No hay una línea finita que limita los poderes de la máquina analítica" pg. 17.

1.4 Los primeros robots como los conocemos hoy

Resulta interesante mencionar la historia del Capitán W H Richards y sus robots: Eric, creado en 1928, y George, construido en 1932. Eric y George estuvieron entre un puñado de los primeros robots, como son conceptualizados en la imaginación popular moderna, en ser construidos en el siglo XX. Su historia es interesante, abordando no solamente una innovación tecnológica y a una familia rica, sino también una característica perdurable en la historia de los robots: su papel como actores y objetos del espectáculo. Richards era miembro del Club de Prensa de Londres y propietario de la Agencia de Noticias de Londres, que llevaba asuntos de ventas y marketing. Era un hombre de negocios y un apasionado en desarrollar nuevas ideas de negocios, además de ser emprendedor, un hombre de visión, además de ser un hombre de espectáculo. Por medio de los robots, encontró un medio para alcanzar éxito internacional y reconocimiento derivado de algo que disfrutaba.

Eric, uno de los primeros robots británicos, no fue diseñado para experimentos, sino para exhibición y rendimiento, viajando por todo el mundo para conocer al público cautivado. Cuando WH fungía como secretario de la Sociedad Londinense de Ingenieros en Modelado, y abriría la exhibición anual en el Auditorio de Horticultura Real, vendría el Duque de York a inaugurar, pero unos días antes, este canceló su presencia, así que WH anunció que su robot, Eric, haría la sesión inaugural. Su primera aparición en público fue el 20 de septiembre de 1928, cuando finalmente según Marchal (1928), “abrió la exposición con un discurso realmente brillante” pg. 76.

Más allá de la motivación inmediata de construir a Eric por haber perdido a su invitado VIP humano, existen otros factores para tomar en consideración. Existió una resonancia relacionada con el papel de la publicación mensual de la Sociedad de Ingenieros en Modelado. ¿Por qué invitar a un humano cuando una versión mecánica reflejaría mucho

mejor los deseos de una sociedad? Existen aún influencias mucho mas amplias dentro de la cultura popular a considerar. En 1920 el dramaturgo Karel Capek, en su obra “Rossum Universal Robots”, se convirtió en un punto de referencia al ser la primera persona en usar el termino "robot". La película muda del escritor y director André Deed, “*El hombre mecánico*” (1921), presenta un “hombre mecánico” gigante, súper poderoso y demoníaco. Después, en 1927, sale la obra maestra del expresionismo alemán con el filme *Metropolis*. Esta película muda dirigida por Fritz Lang presenta a María, una humana máquina, la cual diseñaría un patrón de películas que le seguirían durante los siguientes años.

WH decidió construir a Eric y George en un mundo despierto a las posibilidades de los robots, como se explora en la ciencia ficción: el cofre de Eric llevaba las letras "RUR", que seguramente quería representar el concepto "Rossum's Universal Robots".

Martin (1928), lo describió como un monstruo compuesto de aluminio: pesaba poco más de 45 kilogramos, y "su pecho blindado, brazos y piernas, y afiladas articulaciones de metal en las rodillas, parecía una ampliación grotesca de los caballeros en armadura" pg. 22.

Su debut en el Royal Horticultural Hall está bien documentado.

George el robot.

Como resultado de la aclamación que Eric recibió, WH concibió la idea de un robot nuevo y mejorado llamado George. Su apariencia difería de la de Eric: en lugar de la apariencia más bien angular de su predecesor, George era más cuidadosamente moldeado y realista, con un físico bien redondeado hasta los detalles de los músculos de su pecho y torso, y una nariz aristocrática. George hizo varias giras alrededor del mundo, en 1935 llegó junto con Eric a Australia en una convención de ingeniería eléctrica. Volvieron a Europa en 1936, donde ya existía un clima tenso y una inminente guerra entre el Reino Unido y Alemania. Cuando la segunda guerra mundial estalló, George fue enterrado en una caja fuerte para mantenerlo seguro, desafortunadamente el garaje en el que estaba recibió una bomba durante los ataques alemanes y fue severamente dañado, pero no destruido. WH murió en 1948. En 1952 comenzaron a aparecer fotos publicitarias en las que se veía a la nueva actriz, Diana Dors con un robot llamado Robert, el cual tenía una gran semejanza con su antecesor George (International News Fotos, 1952). A pesar de que no quedan restos de estos robots, existen en una gran variedad de medios como imágenes; Eric fue la guía para

que el New York Times emitiera un artículo titulado “Los autómatas de ayer”. (Hiler, 2013).

1.5 Pioneros de la cibernética: las tortugas robot de Grey Walter y el Ratio Club.

A continuación, describiremos el trabajo de la pionera Ratio Club de Gran Bretaña, cuyo trabajo multidisciplinario sentó las bases de la robótica moderna antes de centrarse particularmente en las tortugas cibernéticas de Gray Walter, cuyos movimientos y comportamientos realistas las convirtieron en un intelectual y un medio sensación.

Los primeros robots científicamente significativos fueron construidos entre la pascua de 1948 y la navidad de 1949, no en un laboratorio de investigación en ingeniería comercial o de una universidad, sino en el taller del neurofisiólogo británico Grey Walter, un investigador del Instituto Neurológico Burden en Bristol. Las tortugas de Walter, como el las llamó, se convirtieron en una sensación intelectual y en los medios de comunicación a nivel mundial. Resulta interesante explorar el ambiente científico y cultural de la posguerra del cual surgieron las máquinas de Walter, y describir su desarrollo. Walter fue parte del movimiento de la cibernética, un intento por combinar ideas de la biología, ingeniería y matemáticas, el cual se fusionó alrededor del extraordinariamente interdisciplinario “Ratio Club”.

En 1948 el matemático estadounidense Norbert Wiener publicó un libro, “*Cybernetics, or Control and Communication in the Animal and the Machine*”, título el cual simultáneamente nombró y resumió la esencia de un movimiento científico que el encabezó. La cibernética combinó ideas de la ingeniería, las matemáticas y las ciencias de la mente para probar y buscar formas generales unificadas de comprender cómo se genera el comportamiento y la información es procesada en las mentes, y cómo en un momento dado lo mismo podría ocurrir en las máquinas. En particular, ¿cómo es producida la inteligencia y la conducta adaptativa en los animales y cómo podría ser reproducida en las máquinas?, ¿Cómo son regulados los procesos interactivos en un sistema tan complejo?, ¿Cómo son regulados para producir un resultado deseado?.

Las ideas han sido reunidas bajo el estandarte de la cibernética por algún tiempo, con varias facetas reunidas a un ritmo constante en los Estados Unidos, el Reino Unido y otras partes en la década de 1920 y 1930, pero fue en la segunda guerra mundial que subió el catalizador

uniendo los diferentes temas y forjando un nuevo movimiento científico. En el Reino Unido, una pequeña investigación biológica explícita fue llevada a cabo como parte del esfuerzo de la guerra, así que cuando los científicos investigadores fueron reclutados, muchos biólogos fueron desviados a las áreas de comunicación y radar. Esto tuvo el efecto de lanzar a los biólogos a trabajos que implicaban electrónica y teoría de la comunicación en donde colaboraron directamente con físicos, ingenieros y matemáticos. Esta mezcla de gente y de disciplinas llevó a un flujo de ideas paralelo, que más tarde llevó a probar un avance significativo en la comprensión formal del sistema nervioso así como del progreso de la inteligencia de las máquinas. Al mismo tiempo, el trabajo de Alan Turing (1912-1954), en computación fue otra contribución clave, apuntalando el desarrollo de algunas de las primeras computadoras electrónicas prácticas, incluyendo aquellas concebidas en el Parque Bletchley como parte del esfuerzo del “code cracking” .

En 1943, en una etapa adicional de desarrollo de época de guerra, el psicólogo Kenneth Craik publicó un pequeño volumen que a la postre tendría una enorme influencia en el crecimiento de la cibernética británica y de facto en la posterior evolución de la inteligencia artificial. “*The Nature of Explanation*” (Kenneth, 1943), presentó su teoría en la que dice que la mente construye pequeños modelos a escala de la realidad que puede usar para predecir los resultados de acciones posibles y de este modo elegir la mejor. Él vio el estudio propio de la mente como una investigación de las clases de mecanismos capaces de generar un comportamiento inteligente tanto en seres vivos como en máquinas.

Paralelamente y de forma independiente en los Estados Unidos, un círculo de científicos con intereses similares recolectaron alrededor de Wiener en los principios de la década de 1940. Inspirados por su trabajo para la guerra y apuntando hacia las armas automáticas, Wiener y el ingeniero Julian Bigelow colaboraron con el psicólogo Arturo Rosenblueth para publicar en 1940 el artículo “Behavior, purpose and teleology”, en el cual vieron como el rol central de los mecanismos de retroalimentación en el control de la conducta. Retroalimentación, en el que el resultado de un sistema, o efecto en el ambiente, es alimentado de regreso para permitir la autorregulación, y por consiguiente convertirse en un tema mayor de la cibernética.

Influenciados por las ideas de Wiener, pero también concientes del trabajo de Craik y Turing, el movimiento Americano más allá de el círculo más apegado a Wiener incluía a

matemáticos como John von Neumann, Claude Shanon y Walter Pitts junto con el neurofisiólogo Warren McCulloch. Motivados por la investigación de Turing, McCulloch y Pitts fueron los pioneros en el concepto de redes neuronales artificiales, las cuales actualmente están entre las herramientas de inteligencia artificial más importantes. Estas se componían de redes de unidades simples que podían procesar información y aprender a reconocer patrones en los datos. Las unidades actuaban como neuronas simplificadas -las células que generan y transmiten señales eléctricas y químicas en el sistema nervioso- y las redes son generalmente modeladas computacionalmente o matemáticamente, pero pueden ser construidas directamente en hardware. Shannon desarrolló la Teoría de la Información, que aportaba una estructura matemática para diseñar y comprender los canales de comunicación. Su teoría era probar los cimientos fundamentales de la futura era digital, pero también estimulaba nuevas ideas sobre el principio operativo de los sentidos biológicos y de cómo estos “mensajes” podrían circular a través del sistema nervioso.

La publicación del libro de Wiener en 1948 contribuyó en gran medida a difundir la influencia y popularidad de este campo de estudio. En Nueva York en 1946 una serie de conferencias Macy que promovían el diálogo a través de diversas disciplinas científicas, con títulos como “Mecanismos de retroalimentación y sistemas causales circulares en sistemas biológicos y sociales”, actuaron como punto central para muchos miembros del grupo americano.

Como marca de la influencia y el efecto estimulado en el nuevo campo, en ocasión de la séptima conferencia en 1950 la serie fue renombrada “Cibernetics: Circular Casual and Feedback Mechanisms in Biological and Social System”. La cibernética nació entonces como precursora de la inteligencia artificial y la ciencia cognitiva. Algunas de sus raíces fueron firmemente basadas en la Gran Bretaña, así que no es sorprendente que como fue creciendo muchas contribuciones importantes provienen de ese país.

The Ratio Club

Paralelo a la escena norteamericana, existió una tradición muy fuerte en el área de cibernética en la Gran Bretaña que desarrolló una época considerablemente importante durante la segunda guerra mundial. Este entusiasmo continuó durante el tiempo de paz, y un grupo con espíritu similar al de las conferencias de Macy fue establecido en Londres: el Ratio Club. El club fue fundado y organizado por John Bates, un neurólogo del Hospital

Nacional de Enfermedades Nerviosas en Londres. Los otros 20 miembros fueron cuidadosamente seleccionados y eran una mezcla de jóvenes neurofisiólogos, ingenieros y matemáticos, con un punto en común, las ciencias cerebrales. Estos científicos destacados formaron lo que se denominó el “Movimiento Cibernético Británico”. El club generalmente se reunía en el sótano del hospital, y los participantes escuchaban al presentador y enseguida se abría la discusión. Con el fin de evitar la restricción a la discusión y al debate, y para mantener una atmósfera relajada e informal, Bates estableció la regla de “no profesores” actuando como impartiendo cátedra. Al mismo tiempo el criterio no-oficial para ser invitado como miembro era necesario ser “socialmente inteligente” (whip smart), y tenían que ser capaces de contribuir en una forma interesante para el debate apasionante y retador, utilizando la jerga del momento.

Las tortugas de Grey Walter

William Grey Walter, conocido como Grey, fue un ingeniero y además un científico experimental nato. Estas características lo hicieron un exponente líder de las técnicas difíciles para las altamente complejas investigaciones neurofisiológicas que fueron llevadas a cabo por él como estudiante en Cambridge. Al dejar Cambridge, continuó con la aplicación de sus conocimientos en electrónica y el método experimental, para ser pionero en los estudios de electroencefalografía: el proceso de grabar o registrar la actividad eléctrica en el cerebro que puede ser usada para diagnosticar múltiples condiciones. El aparato electrónico que diseñó permitía analizar automáticamente que frecuencias ocurrían en los resultados de un electroencefalograma –el primero de su tipo en el mundo– involucrándolo a trabajar con Kenneth Craik. Craik usaba el equipo de Walter para analizar algunos datos muy complejos de los “soldados de artillería” y sus errores al momento de apuntar a un objetivo determinado. La máquina de Walter ayudó a Craik a entender la relación entre las variables subyacentes de sus complicadas curvas de datos, y por consiguiente alimentar de información para mejorar las técnicas o apoyos de “puntería” y métodos de entrenamiento. Durante su trabajo juntos, Walter, (1953), discutieron la noción de construir un “mecanismo de búsqueda de un objetivo libre, lo que llamaríamos un robot autónomo, el cual usaría sensores que escanearan el ambiente” pg. 122.

En 1948, Grey Walter comenzó a construir dicho mecanismo, pero primero le agregó otro ingrediente a la mezcla. En un programa de radio en 1948, Walter enfatizaba los siguientes

pensamientos de Craik, mencionado por Hollando, : (1997) “La idea general ...es que la función del cerebro es hacer un modelo de la realidad en el exterior, y es claramente de primera importancia el establecer desde el inicio que existen tantas partes de trabajo en el modelo como las que hay en el patrón de escala completa” pg. 35. Esto sugería que la mente por si misma debería de contener una gran cantidad de partes de trabajo para dar soporte a un modelo como ese. Por lo que descartó la imposible tarea de construir un cerebro humano artificial debido al alto numero de células nerviosas artificiales que se necesitarían.

De cualquier forma, al escribir “The living brain”, si “la elaboración de las funciones cerebrales podría derivar no tanto del número de unidades como de la riqueza de su interconexión” Walter, op.cit. p. 118, entonces sería posible producir un sistema lo suficientemente complejo un número mucho más bajo de unidades. Es importante tener en cuenta que la meta de Walter no era la de construir un robot que desarrollara alguna tarea útil. Su objetivo era el de crear lo que el llamaba un modelo animal, -él no usó la palabra “robot”, a pesar de que otros lo hicieron-, y su criterio de éxito era él podía o no demostrar lo que él consideraba como las características esenciales de la vida animal. La iniciativa era completamente separada de su trabajo profesional, él diseñó y construyó sus dos modelos de animales en casa, ayudado por su esposa Vivian, que era empleada en el Instituto Neurológico Borden. Sus dos tortugas, Elmer y Elsie, fueron presentadas en diciembre de 1949 en la prensa popular en lugar de hacerlo a través de los canales científicos habituales. y se volvieron famosas de un día para el otro, y la B.B.C. las presentó en un programa de noticias unas semanas después. Fueron inicialmente presentadas como novedades más que como logros científicos, pero pronto publicó en el artículo escrito por Walter “Una imitación de la vida” (Walter, An imitation of life, 1950) en la ampliamente conocida revista científica Scientific American, ligada al mundo profesional, recibió una gran atención. En 1951 reportó en la misma revista he había aumentado la tortuga con un circuito que la hizo una “máquina que aprende” (Walter, A machine that learns, 1951), pero esta recibió mucho menos publicidad.

El diseño de las tortugas de Walter fue magistral, el chasis estaba puesto como un triciclo de niño, con la rueda frontal sencilla propulsada y dirigida, y las dos ruedas de atrás pasivamente arrastradas. Las fotografías que quedan, tomadas en 1950 constituyen

evidencia de la validez de sus ideas. A pesar de que describió algunos de los componentes conductuales en términos que en la actualidad serían vistos como carentes de objetividad, su gama es impresionante: el identificó la búsqueda de objetivos, discernimiento, persistencia (frente a la adversidad), voluntad libre resolviendo el dilema del asno de Buridan, la búsqueda de un óptimo reconocimiento de si mismo, y la formación de una sociedad cooperativa y competitiva. La memoria de los principios de Grey Walter desarrollada para producir comportamiento complejo desde circuitos simples, y su relación con la imitación de las características de las cosas vivas, ambas desvanecidas frente a la cibernética como las nuevas ciencias de la computación y la inteligencia artificial se volvieron dominantes.

De cualquier forma, fueron redescubiertas y revividas hacia el final del siglo XX con el surgimiento de las nuevas disciplinas de la robótica basada en la conducta, conducta adaptativa y vida artificial, y Grey Walter es actualmente reconocido por visión a futuro, como un pionero intelectual y científico cuya ingenuidad del momento superó, y convirtió las limitaciones técnicas de su época en guías de las posibilidades de verdaderos robots biológicamente inspirados que conocemos actualmente.

1.6 Robots como reflejo de la sociedad.

Actualizando la historia, se hace énfasis en cómo los robots de hoy reflejan la sociedad a su alrededor tanto como ellos mismos la modelan: colocando el resto del estereotipo de ciencia ficción de los robots como un “otro terrorífico”, para destruir el mundo y esclavizarnos a todos. Quizás un futuro con robots no sea tan aterrador como creemos.

Robots humanoides y la promesa de una vida más fácil.

Como ya se mencionó en páginas anteriores, ya desde la época de la antigua Grecia, hemos estado soñando con robots. Estos robots generalmente han tomado una de dos formas: el ayudante autopropulsado, el esclavo mecánico sin mente que alivia a sus amos del trabajo; y la máquina humanoide más compleja que, como casi un espejo de nosotros mismos, posee conciencia. Esta dicotomía ha persistido desde los escritos de Homero y Hesíodo hasta las narrativas de ciencia ficción de nuestros días. Pero mientras que antes tales poderes creadores podían ser imaginados solo en el reino de los dioses, recientemente hemos comenzado a reclamarlos por nosotros mismos.

Curiosamente, a pesar de este cambio en quién tiene el poder de crear, las ideas detrás de ellos se han mantenido notablemente similares. Al ver las películas de ciencia ficción *Her* (2013) y *Ex Machina* (2015), recordamos el mito griego clásico de Pandora, la primera mujer humana creada por los dioses. Ella está dotada de muchos dones, incluyendo la mente, el habla y la fuerza, pero también es "seductoramente tortuoso", y finalmente abre el frasco del cual proviene todo el mal.

Aunque escrito desde dentro de una sociedad patriarcal en la que la esclavitud era común, los males de la humanidad se atribuyen a esta creación femenina no confiable. En las películas anteriores, mientras tanto, las androides femeninas manipulan astutamente y burlan a los inocentes protagonistas masculinos, que se han enamorado de ellos. La aspiración humana a la moda de un androide subordinado siempre es tensa. Al igual que en el mito griego, todavía no se puede confiar en la creación femenina.

Entonces, ¿nuestra fascinación contemporánea con las máquinas humanoides nos dice sobre nuestra cultura y la forma en que concibe las relaciones entre humanos y no humanos? Los robots no son simplemente el producto de capacidades científicas o tecnológicas de vanguardia. Más bien, siempre reflejan las relaciones sociales de nuestra sociedad y nuestro sentido cambiante del yo. La obsesión contemporánea con los robots y la automatización generalmente encarna el deseo de ahorrar tiempo valioso al delegar el trabajo, liberándonos para las cosas importantes de la vida.

El objetivo de estos robots es cumplir funciones que actualmente desempeñan las personas: servir, es decir, en la economía de servicios actual. No es de extrañar entonces que estas máquinas estén configuradas como cuerpos humanos estereotipados. El futuro ofrecido por los evangelistas de Silicon Valley, de una palabra repleta de robots sociables, puede resultar no ser tan radicalmente diferente del presente como ellos afirman.

1.7 La conformación social de la tecnología.

En realidad, nuestra vida cotidiana ya está completamente entrelazada con la tecnología. Vivimos en un mundo de cosas que las personas han hecho. Sobre todo, damos por hecho ese mundo. Interactuamos con los robots sin siquiera pensar cuando utilizamos cajeros automáticos o cajas en bancos y supermercados, llenamos nuestros tanques de gasolina en bombas de autoservicio y pagamos los peajes de las autopistas por máquina.

Usamos motores de búsqueda como Google todo el tiempo sin preguntar cómo funcionan los algoritmos o por qué la página resultante enumera diez en lugar de 30 elementos. Pensamos en la electricidad solo cuando se tiene que pagar el recibo o cuando falla el suministro; caminamos con caderas artificiales, audífonos y marcapasos sin pensar en nosotros mismos como cyborgs.

Los desarrollos tecnológicos han transformado la fabricación, el transporte, la comunicación y la medicina, ahorrando grandes cantidades de esfuerzo físico y tiempo, además de proporcionar bienes de consumo masivos y asequibles. Compare la forma en que el producto icónico del siglo XX, el automóvil, se produce hoy en día. A principios del siglo XX, la renombrada innovación de Henry Ford, la línea de ensamblaje automatizada, revolucionó la producción de automóviles.

Esto se logró dividiendo rigurosamente la fabricación de automóviles en movimientos y movimientos de componentes, y luego haciendo pasar el trabajo a un empleado estacionario, al que se le exigía repetir exactamente las mismas tareas, como si fueran máquinas. Estos trabajadores de fábricas, famosos en la película de Charlie Chaplin, *Modern Times* (1936), han sido reemplazados en gran parte por millones de robots: maquinaria dedicada y especializada que realiza tareas rutinarias como la pintura en aerosol.

Cuando comenzamos a optimizar el proceso de producción y vimos hasta qué punto una máquina podía hacer el trabajo de un ser humano, creció el optimismo en la sociedad. Sin duda, si una máquina pudiera hacer algunos trabajos, ¿podríamos trabajar menos? Esta idea impregnó el pensamiento de muchos intelectuales a principios del siglo XX, y John Maynard Keynes previó que, a principios del siglo XXI, tendríamos que trabajar solo tres horas al día para satisfacer todas las necesidades. Keynes estaba en lo cierto acerca de las dramáticas ganancias de productividad y la creación de riqueza desatada por las máquinas que automatizarían la pérdida de millones de trabajos de fabricación. Y tenía razón en que los aumentos de productividad resultarían suministrarían bienes de consumo a una fracción del esfuerzo de trabajo existente.

Pero a pesar de que vivimos en una era de vertiginosa innovación tecnológica, la sociedad de ocio prometida no ha llegado. Lejos de liberar a los humanos por trabajo pesado, persisten largas horas de trabajo y han sido ampliadas por teléfonos inteligentes siempre

presentes. Las entregas veloces de Amazon son posibles solo porque sus empleados están disponibles las 24 horas, los 7 días de la semana. En lugar de que el tiempo sea abundante, como cultura tenemos una experiencia compartida de empobrecimiento temporal. La descripción de Chaplin del trabajador que lucha literalmente para frenar el reloj de acero acertado parece apropiada. Según Wajcman, (Wajcman, 2015), “La imagen icónica que abunda hoy es la del ciudadano acosado digitalmente, cabeza sobre una pantalla, siempre presionado por el tiempo” pg. 36.

El hecho de que la revolución digital no haya producido la buena vida ha llevado a un profundo cuestionamiento de la suposición de que el progreso tecnológico tiene su propia lógica y trayectoria histórica. Conocido como "determinismo tecnológico", esta es la idea más generalizada sobre la relación entre la tecnología y la sociedad. Tiene varias versiones, pero en su versión más fuerte es la afirmación de que la innovación tecnológica es la causa más importante de cambio en la sociedad. La clave aquí es la idea de que la tecnología influye en la sociedad desde el exterior, que el cambio técnico es autónomo y en sí mismo causa cambio social, que la tecnología no es parte de la sociedad, sino una esfera externa separada, por así decirlo.

Pero todas las tecnologías son intrínsecamente sociales. Son diseñadas, producidas, usadas y gobernadas por personas. En un nivel, el reconocimiento de que el cambio tecnológico está profundamente moldeado por las circunstancias sociales, económicas, culturales, políticas y organizacionales está bien establecido. Sin embargo, como lo mencionan Mackenzie y Wajcman, en su libro *The social shaping of technology*, (Mackenzie & Wajcman) lo que se entiende menos es que los artefactos tienen una forma social, no solo en su uso, sino también en su diseño y contenido técnico. Mackenzie y Wajcman. Crucialmente, la tecnología no es únicamente el producto de imperativos técnicos racionales; una tecnología en particular no solo triunfará porque es la mejor. Los motivos técnicos son importantes, pero debemos preguntarnos por qué se consideró que una razón técnica era convincente, cuándo podría haberse cuestionado y qué se consideraba como superioridad técnica en circunstancias específicas.

Las respuestas a estas preguntas no se encuentran en las mentes abstractas de los inventores sino en la sociedad en la que habitan. Los estudios demuestran que la generación e implementación de nuevas tecnologías implican muchas opciones entre opciones técnicas.

Una gama de factores sociales afecta a cuáles de las opciones técnicas se seleccionan, y estas opciones dan forma a las tecnologías y, por lo tanto, a sus implicaciones sociales. De esta manera, la tecnología puede considerarse como un producto sociotécnico, modelado por las condiciones de su creación y uso.

En otras palabras, las tecnologías son el resultado de una serie de decisiones específicas tomadas por grupos particulares de personas en lugares específicos en momentos determinados para sus propios fines. Como tales, las tecnologías son cristalizaciones de la sociedad: llevan la huella de las personas y el contexto social en el que se desarrollan. En su diseño, difusión y reinención, podemos observar los concursos e intereses que forman el tejido subyacente de la vida social. Se deduce que las tecnologías reflejan y expresan nuestros tiempos, tanto como les dan forma.

Además, imaginamos nuestro futuro con y mediante herramientas y técnicas, y estas visiones se reflejan simbióticamente en ellas. Considere la frecuencia con la que las actuales especulaciones sobre las innovaciones futuras se describen como las que finalmente hacen que la ciencia ficción se haga realidad. Es como si ni siquiera pudiéramos comenzar a retratar futuros posibles sin pensar principalmente en tecnologías futuristas.

La era industrial, después de todo, ha entregado el primer tipo de robot mencionado anteriormente: el esclavo mecánico y sin mente que alivia a los técnicos-obreros-especialistas del trabajo físico. Pero es el segundo tipo, la máquina humanoide que posee conciencia, lo que ahora parece animar la inteligencia artificial contemporánea y la investigación robótica. Los proyectos actuales destinados a la creación de máquinas que son humanas nos dicen mucho sobre la cultura contemporánea. ¿Viviremos por siempre con la perdurable fantasía de las máquinas como nuestros sirvientes?.

Conclusión

Los robots del mañana, como mucha ciencia ficción, nos dicen más sobre nuestras concepciones del presente que sobre futuros probables. Mientras que la automatización en la era industrial fue diseñada para hacer el pesado trabajo físico de la fabricación, la economía de servicio contemporánea arroja desafíos mucho mayores. Gran parte de este trabajo requiere el procesamiento de información, habilidades de comunicación sofisticadas y sensibilidad emocional a las necesidades del cliente. Todo esto debe lograrse

a un ritmo acelerado, ya que las expectativas de productividad económica, que emplean cada minuto sabiamente, nunca han sido más altas.

En este contexto, los robots se nos presentan como herramientas milagrosas para ahorrar tiempo que harán nuestras vidas más fáciles, más rápidas, más eficientes y seguras. Son idealizados como asistentes personales que están diseñados para satisfacer nuestros deseos y fantasías. Si no todos podemos vivir la vida idealizada de un empleado de Google, de quien se tiene cuidado en cada una de sus necesidades dentro de los terrenos de su campus, entonces al menos podemos soñar con un robot que nos cocinará, limpiará, nos alentará a hacer ejercicio, monitoreará nuestros patrones de sueño y estado de ánimo, e incluso saber cómo nos sentimos antes que nosotros.

Intoxicado por este acuerdo, cada vez más actividades que alguna vez estuvieron fuera del mercado reciben un valor monetario y se lanzan hacia una solución técnica. En este contexto, es difícil dar un paso atrás y reflexionar sobre qué tipo de robótica queremos y para qué sirve. Esto es particularmente así porque los poderosos cybergurus de Silicon Valley definen cada vez más el futuro en términos predominantemente tecnológicos. En mi opinión, estas visiones futuristas son increíblemente conservadoras y ni siquiera comienzan a pensar con imaginación sobre relaciones sociales y formas de vida alternativas. El futuro en oferta es uno en el que todo cambia, siempre y cuando todo siga igual.

La automatización no debe venerarse como un fin en sí misma, ni tomarse como la doctrina divina del progreso tecnológico. Nos arriesgamos a olvidar el valor de nuestras relaciones sociales. No todo el trabajo de parto puede ser automatizado o acelerado, y tampoco deberíamos querer que sea así. Las preguntas no siempre deben ser cómo ahorramos tiempo con los robots, sino para qué queremos ahorrar tiempo.

CAPÍTULO 2: Aprendizaje Basado en Proyectos

2.1 El origen del método del proyecto

El proyecto es uno de los métodos de enseñanza estándar. Generalmente se considera un medio por el cual los estudiantes pueden a) desarrollar independencia y responsabilidad, y b) practicar modos de comportamiento social y democrático. El método del proyecto es un producto genuino del movimiento de educación progresista estadounidense. Fue descrito en detalle y delimitado definitivamente por primera vez por William Heard Kilpatrick en su ensayo, "El método del proyecto", que se hizo conocido en todo el mundo (Church & Sedlak (1976) y Cremin (1961).

En la década de 1970, experimentó un renacimiento notable, especialmente en Europa del Norte y Central. Muchos movimientos actuales de reforma educativa (el movimiento escolar integral, el movimiento para la educación comunitaria, el plan de estudios abierto y el aprendizaje práctico) hacen referencia al método del proyecto en lo que respecta a la implementación de sus programas. Lo mismo sucedió en Estados Unidos. ¿Cuál es el problema? En la educación vocacional e industrial, así como en otros campos de la educación estadounidense, el "proyecto" se considera uno de los mejores y más apropiados métodos de enseñanza. A pesar de una gran cantidad de libros y artículos sobre el tema, existen algunos puntos importantes de preocupación. En particular, la distinción conceptual entre el proyecto y otros métodos de enseñanza no está clara. La situación en Alemania es particularmente confusa. Por ejemplo, Pütt (1982) define el proyecto como un "dispositivo metódico", Stubenrauch (1971) como una "concepción didáctica", y Suin de Boutemard (1976) como una "idea contrafáctica" con la que se puede superar el sistema capitalista existente. Gran parte de esta confusión se atribuye al hecho de que la historia del método del proyecto, hasta la fecha, ha sido cubierta de manera superficial y contradictoria. Así, por ejemplo, los historiadores estadounidenses consideran al experto en agricultura Rufus W. Stimson con su "plan de proyecto casero" de 1908 como el primer pedagogo del proyecto y precursor de Kilpatrick (por ejemplo, Bleeke (1968); Kliebard (1986), mientras que los historiadores alemanes rastrean el origen del proyecto a los profesores

universitarios Charles R. Richards y John Dewey con sus programas de artes manuales e industriales de 1900, por ejemplo, Magnor (1976); Krauth (1985).

Sin embargo, recientemente, la investigación histórica ha logrado grandes avances en la respuesta a la pregunta de cuándo y dónde aparece el término "proyecto" - "progetto" en italiano, "projet" en francés, "projekt" en alemán y "proekt" en ruso. Utilizado en el pasado para denotar un dispositivo educativo y de aprendizaje. Según estudios recientes, el "proyecto" como método de instrucción institucionalizada no es un hijo del movimiento de educación industrial y progresista que surgió en los Estados Unidos a fines del siglo XIX. Más bien surgió del movimiento de educación en arquitectura e ingeniería que comenzó en Italia a fines del siglo XVI; Knoll (1989); Scholler (1993) ; Weiss (1982). La larga y distinguida historia del método del proyecto se puede dividir en cinco fases:

- 1590-1765: Los comienzos del trabajo del proyecto en las escuelas de arquitectura en Europa.
- 1765-1880: El proyecto como un método de enseñanza regular y su trasplante a América.
- 1880-1915: trabajo en proyectos de capacitación manual y en escuelas públicas en general.
- 1915-1965: Redefinición del método del proyecto y su trasplante de América a Europa.
- 1965-hoy: Redescubrimiento de la idea del proyecto y la tercera ola de su difusión internacional.

La idea de que el aprendizaje a través de proyectos comenzó trescientos años antes de lo que normalmente se supone abre nuevas perspectivas para su interpretación. Los proyectos ofrecen la oportunidad ideal para tratar cuestiones de continuidad y la difusión de innovaciones educativas. Estas preguntas son fundamentales para la reforma de la educación contemporánea, como se ilustra en el trabajo de Cuban (1990), Oelkers (1996) y otros.

El proyecto en las universidades técnicas europeas y americanas.

A finales del siglo XVIII, la profesión de la ingeniería (estrechamente relacionada con la arquitectura) se había establecido y se estaba incorporando a los nuevos colegios y universidades técnicas e industriales. Entre los ejemplos importantes se incluyen, en orden de su establecimiento: (a) la Escuela Central de Artes y Manufacturas en París (1829), (b) la Escuela Politécnica Ducal en Karlsruhe (1833) y el Instituto Federal de Tecnología de Suiza en Zurich (1854), y (c) el Instituto de Tecnología de Massachusetts en Boston (1864). Este trasplante del método del proyecto de Europa a América y de la arquitectura a la ingeniería tuvo una influencia importante en la forma en que el método del proyecto se usó y apoyó teóricamente.

Stillman H. Robinson, profesor de Ingeniería Mecánica en la Universidad Industrial Urbana de Illinois, pensó, alrededor de 1870, que la teoría y la práctica debían estar juntas: el estudiante debe ser un artesano para convertirse en ingeniero, Knoll, op.cit.; y Solberg (1968).

Esta visión asiló a Robinson de sus colegas de París, Karlsruhe y Boston, en donde el científico ingeniero era visto como ideal. Los estudiantes debían aprender a aplicar las leyes de la ciencia y la tecnología, y ser capaces de desarrollar máquinas, aparatos y turbinas. Para Robinson, esto era insuficiente; exigió a sus alumnos que realizaran el "acto completo de la creación". Esto implicó no solo la redacción de sus "proyectos" en el tablero de dibujo, sino que se extendió a la construcción en el taller. En su informe a la Junta de Fideicomisarios, Robinson, (1872) observó: "En la práctica, la instrucción consiste principalmente en la ejecución de proyectos, en los que el estudiante debe construir máquinas, o partes de ellas, de su propio diseño y de sus propios dibujos de trabajo" pg. 29. A través de este requisito de "construcción", Robinson quería lograr dos propósitos: permitir que los estudiantes se conviertan en ingenieros "prácticos" y ciudadanos "democráticos"; es decir, ciudadanos que creen en la igualdad de los hombres y la dignidad del trabajo.

Aprendizaje por proyectos en formación manual y artes industriales.

La concepción de Robinson, sin embargo, tenía una clara desventaja. Restringió la cantidad de tiempo que le quedaba a los estudiantes para estudiar y realizar investigaciones. Por lo

tanto, los ingenieros buscaron un enfoque alternativo. En 1876, esta alternativa llegó a través de la exhibición rusa en la Exposición del Centenario en Filadelfia. La exhibición también tuvo una poderosa influencia en John D. Runkle, Presidente del Instituto de Tecnología de Massachusetts y Calvin M. Woodward, Decano del Instituto Politécnico O'Fallon en la Universidad de Washington. Runkle y Woodward propusieron cambiar la capacitación en artesanías desde la universidad hasta el nivel secundario y usar el llamado "sistema ruso" como medio de instrucción. Woodward, en 1879, puso en práctica esta propuesta al fundar la primera Escuela de Capacitación Manual en St. Louis: Bennett (1937); Runkle (1876); Woodward (1887).

En la Escuela de Capacitación Manual, los alumnos trabajaron sucesivamente en el taller de carpintería, en el torno, en la herrería, en la fundición y en el taller de máquinas. Allí, de acuerdo con el sistema ruso, los estudiantes se familiarizaron con el arte de la artesanía en dos fases. Primero, al pasar por una serie de ejercicios básicos, aprendieron el "alfabeto" de herramientas y técnicas. Por ejemplo, en el taller de máquinas llenaban cubos, giraban tornillos y perforaban cilindros. Segundo, al final de cada unidad de enseñanza y año escolar, se les dio tiempo para desarrollar y llevar a cabo "proyectos" de manera independiente (Woodward, 1887). Woodward consideraba los proyectos como "ejercicios sintéticos". Las técnicas aprendidas anteriormente de forma aislada (es decir, en la construcción de tornos, máquinas de vapor o aparatos eléctricos) se aplicaron luego en contexto. Por lo tanto, la instrucción se diseñó para progresar sistemáticamente de principios elementales a aplicaciones prácticas o, en términos de Woodward, de "instrucción" a "construcción". Al final del tercer año, el curso de capacitación manual culminó en lo que se llamó el "proyecto de graduación". Como se estableció en la "Ordenanza que establece la Escuela de Capacitación Manual" de junio de 1879.

Al igual que Dewey, Richards pensó que la "construcción" y, en consecuencia, el trabajo del proyecto no debería ser el objetivo final del proceso educativo. Más bien, la construcción debe ser el punto de partida de la capacitación manual o, como llamó el nuevo tema, artes industriales, Burton (1929). Los niños deben trabajar con "totalidades naturales" antes de tratar con partes artificiales. A medida que desarrollaban una

comprensión de las tareas en su conjunto, estarían equipados para identificarse con su trabajo y reconocer y resolver los problemas identificados. En una suave crítica de Woodward, Richards (1901, pág. 102) observó que "cuando abordemos el problema del trabajo manual con este espíritu, reconoceremos que una buena secuencia de dificultades en el trabajo puede ser de menor importancia que la cuestión del motivo. o la importancia de un proyecto para el interés real del momento particular ". No se esperaba que los niños desarrollaran el plan completo y el diseño para cada cosa hecha, ya que esto solo daría como resultado "proyectos toscos" y "trabajo insatisfactorio". Al comentar sobre la ahora famosa frase de Dewey de que "La única forma de prepararse para la vida social es participar en la vida social", agregó Richards, op.cit.: "Donde el proyecto es un fin común que inspira a todos con una unidad de pensamiento y esfuerzo, ese trabajo es quizás el medio más natural y efectivo de llevar el espíritu y las condiciones de la comunidad a la escuela" pg. 256.

El concepto de aprendizaje natural y social de Richards se puso en práctica en la Escuela Horace Mann del Colegio de Maestros. Por iniciativa del maestro, por ejemplo, los alumnos de segundo grado decidieron llevar a cabo un proyecto indígena (cf. Richards, 1900). Leyeron el poema de Longfellow "Hiawatha", discutieron las costumbres y los rituales de los indios y visitaron el Museo de Historia Natural. Luego construyeron carpas, confeccionaron disfraces y tallaron arcos y flechas para vivir como indios por un día. Los alumnos adquirieron los conocimientos y habilidades que necesitaban para ejecutar el proyecto. Por lo tanto, la "instrucción" no, como con Woodward, precede al proyecto, pero se integró en el trabajo del proyecto "constructivo".

Psicologizando el Método del Proyecto por Kilpatrick

Kilpatrick basó su concepto de proyecto en la teoría de la experiencia de Dewey (Cremin, 1961; Knoll, 1993. Los niños debían adquirir experiencia y conocimiento resolviendo problemas prácticos en situaciones sociales. Cabe señalar que Kilpatrick fue fuertemente influenciado por Edward L. La psicología del aprendizaje de Thorndike, aún más que la teoría de aprendizaje de Dewey. De acuerdo con las "Leyes del Aprendizaje" de Thorndike, una acción para la cual existía una "inclinación" que procuraba una "satisfacción" y era más probable que se repitiera que una acción que "molestaba" y tenía lugar bajo la

"compulsión". De esto, Kilpatrick concluyó que la "psicología del niño" era el elemento crucial en el proceso de aprendizaje. Los niños tenían que poder decidir libremente lo que querían hacer; la creencia era que su motivación y éxito en el aprendizaje aumentaría en la medida en que persiguieran sus propios "propósitos".

Por su parte, Bruner (1983) investigó por qué los niños encuentran tan difícil el aprendizaje escolar. Descubrió que esto era porque los niños lo experimentaban como algo muy separado de sus vidas reales. Según Brooks y Brooks (1999), "su teoría del aprendizaje es esencialmente constructivista, un modelo de aprendizaje en el que el niño es visto como un agente activo en su propio aprendizaje, reteniendo, seleccionando y transformando información para construir el conocimiento que está formado por su identidad única. modo de ver e interpretar el mundo" pg. 31.

El mismo Bruner, también pensó que el aprendizaje del niño es un proceso, no meramente un producto, que puede ser acelerado o mejorado por procesos sociales y grupales.

El trabajo de Vygotsky (1978) es muy importante ya que enfatizó el papel de la "atmósfera/interacción social". Considera que los niños construyen su conocimiento a partir de la interacción social de sus contextos de aprendizaje con todas sus posibilidades y limitaciones. En este sentido los niños son únicos en lo que aportan a la experiencia de aprendizaje, pero tienden a recurrir a los mismos tipos de estrategia de aprendizaje. Esto significa que debemos pensar que los alumnos tienen diferencias individuales, por lo que los docentes deben prestar atención a la organización de sus aulas.

También deben considerar los "estilos de aprendizaje" de sus estudiantes, Dunn (2000); y los diferentes "perfiles de inteligencia" Gardner (1999). Como los profesores deben tener en cuenta los perfiles de inteligencia y los estilos de aprendizaje de sus alumnos y también deben considerar que tienen individuos, deben utilizar los métodos y enfoques de aprendizaje de idiomas modernos en sus aulas para crear un ambiente que preste atención a los alumnos con diferentes preferencias de aprendizaje. En el ambiente de aprendizaje, es esencial que la atmósfera de aprendizaje esté "centrada en el estudiante", de modo que los estudiantes en esta atmósfera deben realizar las actividades por sí mismos o, en otras palabras, deben asumir la responsabilidad de su propio aprendizaje Brooks & Brooks, 1999.

Durante más de 100 años, educadores como John Dewey han informado sobre los beneficios del aprendizaje práctico, práctico y dirigido por el estudiante. La mayoría de los maestros, sabiendo el valor de los proyectos atractivos y desafiantes para los estudiantes, han planeado excursiones, investigaciones de laboratorio y actividades interdisciplinarias que enriquecen y extienden el currículo. "Hacer proyectos" es una larga tradición en educación.

El aprendizaje basado en proyectos todavía está en la etapa de desarrollo. No hay suficiente investigación o datos empíricos para poder afirmar con certeza que el aprendizaje basado en proyectos es una alternativa comprobada a otras formas de aprendizaje. Sobre la base de la evidencia recopilada en los últimos años, el aprendizaje basado en proyectos parece ser un modelo eficaz para producir logros en el rendimiento académico, aunque los resultados varían con la calidad del proyecto y el nivel de participación de los estudiantes.

En síntesis, el desarrollo del término "proyecto", dentro de sus contextos conceptuales e históricos más amplios, extiende su interpretación habitual. Como resultado, la historiografía tradicional debe modificarse en los siguientes tres aspectos:

1. El "proyecto" es un concepto que data de los siglos XVII y XVIII, que pertenece a la misma categoría que el "experimento" del científico natural, el "estudio de caso" del jurista y el "ejercicio de mesa de arena" de el oficial de personal. Al igual que el experimento, el estudio de caso y el ejercicio de la mesa de arena, el método del proyecto tiene su origen en la profesionalización de una ocupación. Se introdujo en el plan de estudios para que los estudiantes pudieran aprender en la escuela a trabajar de forma independiente y combinar la teoría con la práctica. En contraste con el experimento, el estudio de caso y los ejercicios de mesa de arena, el método del proyecto no es una cuestión de estudios empíricos, hermenéuticos o estratégicos, sino de "construcción" (es decir, diseñar una casa, construir un área de juegos o producir una máquina).
2. Los dos modelos básicos del método del proyecto que todavía se utilizan en la actualidad ya se desarrollaron en el siglo XIX. Según el modelo anterior (por

ejemplo, Woodward), los estudiantes aprenden primero, en un curso de instrucción, las habilidades y los conocimientos que luego aplican de forma independiente y creativa en el proyecto práctico. De acuerdo con el modelo más reciente (por ejemplo, Richards), el proyecto se traslada desde el final de la unidad al centro de enseñanza, de acuerdo con la idea fundamental de la nueva psicología de que los "integrantes naturales" deben ser objeto de aprendizaje si se desarrollarán valiosos intereses y perspectivas. Aquí, el curso de instrucción no precede al proyecto, sino que está integrado en él.

3. A principios del siglo XX, surgió un movimiento entre los educadores progresistas estadounidenses (por ejemplo, Kilpatrick) que intentó reemplazar (a) la definición estrecha tradicional del proyecto por una nueva y amplia, y (b) "constructiva". La actividad con acción "intencional" como la característica crucial del método del proyecto. Esta nueva definición no pudo ganar importancia en los Estados Unidos, pero en otros países fue aceptada como una innovación y un logro verdaderamente democrático, con el resultado paradójico de que en Europa hoy en día predomina el concepto "estadounidense", mientras que en América, el concepto más estrecho, el enfoque "europeo" juega el papel principal.

La historia del método del proyecto deja en claro que el movimiento de educación progresista de principios de siglo representaba solo uno, y ni siquiera el movimiento de reforma internacional más importante en los tiempos modernos. A diferencia de Cremin (1961), por ejemplo, no podemos simplemente considerar el siglo XIX como "prehistoria" y el siglo XX simplemente como "historia posterior". Debemos, junto con Jurgen Oelkers (1996), ver la educación progresiva como parte de un desarrollo continuo, aunque diferenciado, que surja de necesidades sociales y educativas definidas y que se extienda desde el siglo XVII hasta el presente.

Solo desde esta perspectiva amplia, la educación industrial profesional y profesional como la educación en general puede ser percibida como una fuente fecunda de las prácticas educativas modernas y progresivas, por ejemplo, Knoll, 1993. Sin embargo, la historia del método del proyecto también ilustra cuán necesario es integrar el pensamiento actual sobre la reforma educativa en un contexto histórico. De lo contrario, como han observado

correctamente Cuban (1990), la reforma pasa de la iniciativa a la iniciativa sin una comprensión clara de por qué se disipan y desaparecen. Los resultados son frecuentemente decepcionantes y sin sentido. En el caso del enfoque del proyecto, Kilpatrick y sus seguidores convierten un método de enseñanza específico e indispensable en una filosofía general y borrosa de la educación Katz y Chard (1989).

2.2 Bases del ABP

En el ABP, el docente se ocupa de lo mejor que sabe hacer: orientar, dinamizar, aportar criterios, organizar el conocimiento, etc. En el ABP, el docente renuncia a ser la única fuente de conocimiento y pasa a ser un gestor del aprendizaje de sus alumnos.

Las últimas décadas han supuesto un importante esfuerzo por explicar que los contenidos del aprendizaje deben centrarse en desarrollar capacidades que la persona pueda utilizar a lo largo de su vida para aprender de forma constante: desarrollar la capacidad de transferencia de unos aprendizajes a otros, de generar una actitud flexible, creativa, lateral; dotarse de las herramientas que le permitan adaptarse al cambio y desempeñar un papel protagonista en su vida.

También, las que le permitan socializarse y establecer una red de relaciones amplia: habilidades de comunicación, escucha, empatía, liderazgo y cooperación. En definitiva, desarrollar competencias que les permitan ser protagonistas de su propio itinerario vital. Para ello se ha trabajado en la descripción de algunas competencias clave, o básicas que deberían ser preferenciales en la enseñanza obligatoria.

Algo que define las competencias es su carácter de utilidad, su aplicabilidad. La competencia, como la define el proyecto DeSeCo (Definition and Selection of Competencies), fue utilizado por la OCDE en los años noventa con el objetivo de definir aquellas competencias que todo ciudadano del siglo XXI debe adquirir para afrontar los retos de la sociedad en que vivimos, la define como “La capacidad para responder con éxito a las necesidades que plantea un contexto determinado”. Es una capacidad que se demuestra en el terreno de la realidad. Por lo tanto, existe una doble dimensión en el término competencia: por un lado, es necesario atender al ser competente en la medida de adquirir una capacidad determinada; por otro, tener competencia, en el sentido de que esa capacidad solo puede desarrollarse en la realidad.

No es posible demostrar una competencia si no se permite que los alumnos que la pongan en juego en la vida diaria. Este carácter práctico del aprendizaje competencial tiene mucha importancia en el ABP porque obliga a desterrar la idea de un aula cerrada al exterior que trabaja con simulaciones. Los proyectos utilizan la realidad para que los alumnos al analicen, la empleen como herramienta de aprendizaje e intervengan en ella.

El ABP diseñando a las sesiones

De acuerdo con Nuthall (2005), utilizar el ABP tiene sentido en la medida en que como docente se busca definir la enseñanza desde un marco distinto al de la enseñanza tradicional. Un modelo de enseñanza que se compromete con las necesidades formativas reales de los alumnos, que conecta el currículo con sus intereses, utiliza su forma de aprender, entrena habilidades de pensamiento de orden superior, no excluye el aprendizaje cooperativo, el intercambio de información ni conectividad, y tampoco la capacidad de comprometer a tus alumnos en el contexto en el que viven. Para hacerlo, no se teme a redefinir el papel como docente en un nuevo marco de aprendizaje.

Los tres ejes sobre los que construir este marco de enseñanza son:

1. El aprendizaje es un acto intencional y debemos atender a los intereses que provocan esa intención. Solo puede iniciarse un proyecto si la propuesta conecta directamente con los intereses y necesidades reales de los participantes.

Los alumnos se zambullen con gusto en un reto especialmente difícil, cuando conecta directamente con sus intereses: memorizan datos, indagan como resolver problemas complejos, plantean hipótesis, las validan y saben buscar ayuda en quienes consideran expertos en ello. Para que todo esto suceda lo único necesario es que aquello que quieres enseñarles conecte directamente con sus intereses concretos, que hable directamente de ellos en términos reales.

En un proyecto los protagonistas son las personas que lo llevan a cabo. Cuando un grupo se reconoce en la intención de actuar en una determinada dirección lo hace movido por su propio interés. Este es distinto para cada uno de los participantes en el proyecto: docentes, alumnado, familias, comunidad, expertos, etc.

Por tanto, la idea más importante que hay que tener en cuenta es que para que se pueda iniciar un proyecto educativo es necesario reconocer que tus intereses como

docente posiblemente difieran de los de los alumnos en relación con el tema que se va a tratar. Los alumnos son fundamentalmente sociales que desean sentirse protagonistas de la construcción de contenidos. Sus intereses están en la utilidad que dichos contenidos tienen en términos sociales y concretos para sus vidas.

2. El aprendizaje tiene sentido en la medida que permite conectar con la realidad y compromete a nuestros alumnos con ella. Los proyectos no trabajan sobre modelos, sino sobre situaciones reales.

La primera consecuencia de que se planifique la clase pensando en cómo conecta con los intereses de los alumnos es que las situaciones que se planifiquen se deben vincular con la realidad que ellos viven.

Algo común a todos los proyectos es que trabajan desde y para la realidad. No suplantando la realidad para recorrer el camino del aprendizaje, sino que se comprometen con la realidad directamente.

En el ABP no se hacen supuestos sobre una hipotética realidad de la que suponemos cifras y un problema por resolver. El ABP trabaja directamente con una situación concreta, con cifras reales y, de ser posible, en la que habitan los alumnos. Trabajar con supuestos irreales dificultaría mucho algunos de los elementos que son nucleares del ABP: partir de las necesidades e intereses y dar respuestas de acción al proceso de investigación desarrollado.

3. La estrategia de enseñanza busca crear experiencias educativas y no transmisión de contenidos. Los proyectos construyen experiencias educativas.

El reto como docente es provocar una experiencia educativa en los alumnos. Poner al centro en el concepto de experiencia compromete algunas condiciones del proyecto que se va a liderar y que responden a nuevos hallazgos sobre cómo se produce el aprendizaje desde las modernas teorías cognitivas y la neurociencia (Sousa, 2010, pág. 7):

- Debe incorporar a la persona en su totalidad, en todas sus dimensiones: racional, relacional, emocional y física.
- Se construye en la relación. Asume que el aprendizaje tiene una dimensión social fundamental.

- Se construye en contexto. Conecta directamente con la realidad contextual de la comunidad que aprende.
- Es subjetiva. Es una experiencia que vive el alumno y que incorpora a si forma de entender la realidad y su posición en ella. Pone el acento en la elaboración personal del aprendizaje y en cómo el alumno lo incorpora a sus estrategias mentales.
- Dota de las herramientas: toma de posición, procesos, rutinas de pensamiento e informaciones útiles para la vida de los alumnos.
- Enfrenta a la persona a una idea previa y la cuestiona en términos experienciales, con vista a reforzarla, mejorarla o modificarla.
- Se orienta al cambio. La acción educativa produce una experiencia educativa en el alumno si provoca un cambio personal y/o sociocomunitario al enfrentarse a ella.

Según Pillars (2011), el concepto de experiencia educativa es radicalmente opuesto al concepto de transmisión de contenidos. Una experiencia pretende que los contenidos sean herramientas para los alumnos, los interioricen en sus propios procesos de pensamiento creando opiniones, vivencias, emociones, herramientas, así como conjuntos de informaciones útiles y en contexto. La acción educativa produce una experiencia educativa en el alumno, si provoca un cambio personal y/o sociocomunitario al exponerse a ella.

El ABP y el aprendizaje de los alumnos

Los últimos años están siendo muy productivos en el conocimiento sobre cómo aprenden nuestros alumnos. A ello han contribuido dos líneas de investigación:

- Una de corte psicosocial: ¿cómo se ha adaptado la forma de aprender a los cambios que la sociedad de la información produce en los jóvenes?
- Otra biológica: ¿qué puede decir la neurociencia sobre el funcionamiento del cerebro, gracias a las nuevas tecnologías como la TAC (tomografía axial computarizada), la TEP (tomografía por emisión de positrones) o la RMF (resonancia magnética funcional).

El cerebro en un órgano plástico

Hasta hace unas décadas, los científicos pensaban que la práctica totalidad de la estructura del cerebro se desarrollaba en la infancia. Una vez que esta se había organizado, quedaba

poca opción al cambio. Sin embargo, los últimos estudios parecen desmentir estos supuestos. El cerebro es un órgano que tiene una gran plasticidad a lo largo de toda la vida y los cambios están íntimamente relacionados con el uso. El cerebro se adapta continuamente a su entorno.

El desarrollo de un área del cerebro gracias a la adaptación a un contexto determinado no asegura su permanencia. La plasticidad del cerebro responde, de forma dinámica, a su interacción con el contexto.

Los hallazgos en el estudio del cerebro invitan a concluir lo siguiente (Pérez Gómez, 2012, págs. 114-116):

- El cerebro está diseñado para modificarse en función de la experiencia personal
- El cerebro no es estático y cambia en función de las operaciones que lleva a cabo
- La reiteración de acciones en un contexto determinado modela circuitos neuronales que determinan nuestro conocimiento
- La plasticidad del cerebro no termina en la infancia, continúa a lo largo de toda la vida
- La plasticidad del cerebro funciona como un mecanismo de compensación, permitiendo que áreas no utilizadas se especialicen en funciones que requieren un esfuerzo funcional

El inconsciente y el aprendizaje. La importancia de las emociones

Los métodos tradicionales de enseñanza centran sus esfuerzos en ocuparse de la construcción racional del conocimiento. Las emociones, las relaciones y el cuerpo parecen ser desterrados a un segundo plano. Sin embargo la neurociencia parece contradecir esta visión cartesiana. Los estudios sobre el funcionamiento del cerebro apoyan esta idea: solo se aprende lo que emociona, solo se enseña lo que seduce.

El ciclo del aprendizaje experiencial: Kolb

Algunos años antes de que Gardner publicara su teoría de las inteligencias múltiples, David Kolb formulaba su teoría del aprendizaje basado en la experiencia, o ciclo de aprendizaje experiencial, que va a ser un importante punto de apoyo para el ABP.

Para Kolb el aprendizaje tiene que ver con cómo percibimos las experiencias y cómo la procesamos: Según él, hay dos formas básicas de percibir. Una mediante la experiencia

concreta, (EC), en la que captamos nueva información a través de los sentidos; y otra, por medio del pensamiento, es la conceptualización abstracta, (CA) en la que obtenemos nueva información pensando nuevas ideas, conceptos.

Por otro lado está cómo procesamos la información nueva. Según Kolb, hay dos formas distintas de procesar: mediante la observación reflexiva (OR), en la que damos sentido a lo que vemos pensando entre causa/efecto, actuando directamente y experimentando de forma activa para comprender la realidad. Es la experimentación activa (EA).

La parte de la teoría de Kolb (2015, págs. 135-137) que más interesa para llevar a la práctica el ABP es la propuesta de modelo de aprendizaje que llama Ciclo de Aprendizaje Experiencial y que recorre las cuatro formas de percibir y procesar antes descritas. Las cuatro etapas de este ciclo son:

- Primero hacemos algo. Tenemos una experiencia concreta (EC). Algo nos impresiona de tal forma que nos lleva a la necesidad de aprender.
- En segundo lugar, reflexionamos sobre esa experiencia de forma que relacionamos lo que hemos hecho con las consecuencias que ha producido. Es la observación reflexiva (OR).
- En tercer lugar, y fruto de las reflexiones realizadas, llegamos a conclusiones, generalizaciones, categorizaciones, planteamos hipótesis, etc. Es la conceptualización abstracta (CA).
- En cuarto lugar, comprobamos las conclusiones obtenidas en la práctica y modelamos nuestra forma de actuar en el futuro en relación con ellas. Es la experimentación activa (EA).

Cuando queremos llevar a cabo un proyecto, lo primero que tenemos que conseguir es que se produzca la necesidad de aprender. Es necesario utilizar la experiencia concreta (EC) y exponer a los alumnos a los estímulos, informaciones, vivencias, etc. Estos estímulos son los que obligarán a los alumnos a procesar esa información y establecer relaciones de causa y efecto; es la observación reflexiva (OR).

A partir de aquí se verán en la necesidad de completar información, resolver dudas, desarrollar teorías, experimentos, etc. Con todo ello, los alumnos abrirán distintas líneas de investigación que serán las que recorran el proyecto; es la fase de conceptualización abstracta (CA). Por último, se hará necesario que todo lo investigado por los alumnos sea

comprobado en la práctica o tenga consecuencias en el entorno cercano, sus vidas, sus compañeros, sus familias, la comunidad. Para ello se diseñan acciones concretas que ponen en práctica lo aprendido; es la fase de experimentación activa (EA).

Según Downes (2007), “el “conocimiento conectivo” requiere una interacción. Más concretamente, el conocimiento conectivo es el conocimiento de la interacción. Si Janet vota de cierta manera porque le dije que lo hiciera, se ha producido una interacción y se ha establecido una conexión. El conocimiento así observado no consiste en cómo votaremos Janet y yo, ni en cuántos de nosotros votaremos, sino en la observación de que existe este tipo de conexión entre yo y Janet” pg. 77. Este conocimiento puede no tener nada que ver con votar en absoluto. Más bien, podemos reconocerlo como parte de un patrón más amplio de interacción entre los dos.

Conocimiento social

El conocimiento social es para una sociedad lo que el conocimiento personal es para una persona. Es el resultado de las conexiones entre los miembros individuales de la sociedad, que no residen en ninguno de ellos, sino en una propiedad de la sociedad que trabaja en conjunto. Se producen numerosos casos de tales conexiones; Cuando algunas de esas conexiones se vuelven importantes y se activan con frecuencia a través del uso, se reconoce que forman una entidad distinta, produciendo un tipo distinto de conocimiento.

Aunque muchos casos de conocimiento social no se observan ni se destacan, se pueden aducir numerosos ejemplos. Por ejemplo, el conocimiento del "valor del trigo" en un momento dado es un tipo de conocimiento social; es el conocimiento que se obtiene a través de las conexiones de millones de compradores y vendedores de trigo en un mercado. Ningún individuo comprende el valor del trigo: cada uno toma decisiones para comprar o vender según sus propios conocimientos y necesidades. Es cierto que el trigo tiene un 'valor de mercado', pero, de nuevo, esta es una interpretación de ese conocimiento social: no se tienen en cuenta todos los casos de comercio de trigo, solo los expresados en términos financieros, y no todos. Los comerciantes son considerados (el niño que recibe trigo de su madre, por ejemplo).

La "mano invisible del mercado" de Smith (1976, pág. 910), no es más que una forma de ver tipos particulares de conocimiento social, específicamente, aquellos que pueden expresarse cuantitativamente, y sobre la base del razonamiento cuantitativo. El trigo puede

ser valorado no cuantitativamente, por su sabor, por ejemplo. Considera cómo la sociedad valora el chocolate, en comparación. El 'valor del trigo', visto desde una perspectiva conectiva, es una consideración de la interacción entre todas las afirmaciones relativas al 'valor' y todas las afirmaciones relativas al 'trigo', y una interpretación de esas afirmaciones. Que hoy expresemos el valor del trigo en términos económicos dice tanto sobre la importancia del valor financiero en la sociedad actual como lo dice sobre el trigo.

Según Surowiecki (2005, pág. 23), el conocimiento social no es simplemente la agregación y el promedio del conocimiento individual (como si pudiera existir algo así: considere cómo, al adivinar los pesos, usamos un medio como promedio, mientras que al elegir a los líderes usamos un modo como promedio). Es por eso que dicha agregación no es necesariamente confiable: una agregación que se considera independientemente de las conexiones entre entidades es como un conteo que se considera independientemente de la pertenencia a un conjunto.

La programación de las sesiones para el ABP

¿Qué objetivos y contenidos se van a poder trabajar para este proyecto? ¿Cómo va a influir en el aprendizaje de los alumnos? ¿Qué metas de comprensión pretende el profesor que consigan sus alumnos? ¿Qué conceptos, destrezas, actitudes espera poder observar al finalizar el mismo? ¿Cómo se controla que el papel del profesor sea el adecuado en cada momento del proceso?

En la mayoría de las escuelas, la programación es un ritual heredado de las corrientes conductistas de la enseñanza y las teorías burocráticas de la organización. Este modelo de planificar la enseñanza no responde a una forma de entender el aprendizaje flexible, contextualizado, social y multidimensional. Morín, desde el enfoque del pensamiento complejo, invita a cambiar el concepto de programa por el de estrategia. La estrategia no pretende una anticipación de lo que va a suceder, permite rodeos, improvisación. Según Morín, Motta y Roger (2003) “La estrategia se despliega en las situaciones aleatorias, utiliza el alea, el obstáculo, la diversidad para alcanzar sus fines. El programa solo puede tolerar una dosis débil y superficial de errores en su funcionamiento. La estrategia saca provecho de sus errores” pg. 25.

Desde el ABP la planificación didáctica es un proceso dinámico y colaborativo. La planificación se hace a lo largo de todo el proyecto. Tiene como referencia aquellos contenidos y objetivos que como docente se decide abordar desde este enfoque metodológico. Además, cada fase del proyecto te invita a redactar nuevos objetivos parciales y los recursos que se van a emplear para perseguirlos. En síntesis, y según Vergara (Aprendo porque quiero, 2016, pág. 51), la planificación en ABP se realiza de la siguiente manera:

1. Se contempla un suceso, acontecimiento o eje temático, que pueda dar origen al inicio de un proyecto. Es la primera de las fases del proyecto: la ocasión. Puede suceder de forma previa al inicio del curso o durante el mismo, con motivo de algún acontecimiento especial.
2. Se analiza la potencia que tiene la ocasión para trabajar contenidos de referencia curricular en relación con las distintas materias y áreas de conocimiento.
3. Se analiza la oportunidad que puede suponer desarrollar el proyecto en relación al centro y al contexto comunitario (análisis estratégico).
4. Se planifican las acciones que permitan presentar la propuesta de los alumnos.
5. Se negocian los objetivos que docentes y alumnos ponen encima de la mesa para acometer el proyecto.
6. Se planifica conjuntamente una primera fase de investigación que aborda esos objetivos describiendo actividades, tareas, responsabilidades, recursos y plazos de ejecución.
7. Se evalúa esta fase de investigación y se proponen nuevas acciones que desarrollan o profundizan en el tratamiento del proyecto.

Desde una óptica clásica de la planificación, cuando se redactan los objetivos debe quedar perfectamente clara cuál es la conducta que se espera observar en el alumno. Esta manera de formular objetivos estuvo muy de moda a partir de los años setenta del siglo pasado y aún hoy es común que la redacción de un objetivo describa conductas observables. Una “visión ancha” de los objetivos debería entenderlos como algo dinámico, como un instrumento al servicio del aprendizaje. Los objetivos no son, exclusivamente, la descripción de una conducta prevista en el alumno. Son la dirección a la que se dirige el

proyecto, los resultados esperados por el docente. Son vectores que orientan la acción que pueden cambiar o renegociarse, fruto de los caminos que recorra.

La evaluación es un momento de reflexión en el aprendizaje. Es el momento en que detenerse y valorar qué hemos aprendido, cómo lo hacemos, cómo podemos mejorar nuestras competencias y, por tanto, dirigir mejor nuestra acción hacia el objetivo que nos planteamos.

La evaluación ofrece herramientas para la reflexión. Ofrece datos para contrastar la adquisición de capacidades, competencias, recursos comunicativos, sociales, etc.; está al servicio del aprendizaje y del proyecto que lo dirige. También aporta datos sobre nuevas necesidades de aprender y los caminos por emprender, individual y colectivamente, en el proyecto.

Evaluar, contrariamente a calificar, es un acto colaborativo. La evaluación es un espacio en el que alumnos y docentes pueden expresar su interpretación de lo vivido en el proceso educativo. Los datos que aportan los instrumentos de evaluación permiten el diálogo. Los resultados son interpretados y contrastados. El significado de los mismos tiene utilidad en la medida que permite a cada cual reflexionar sobre su práctica y orientar acciones futuras. La evaluación tiene sentido en la medida en que orienta la acción. La calificación es un acto final en el que el docente etiqueta al alumno. Esto no tiene sentido en términos de aprendizaje. El aprendizaje necesita procesos que orienten la acción de forma operativa, poniendo de manifiesto qué se ha aprendido y para qué sirve; cómo ha contribuido al proyecto que se desarrolla y qué utilidad tiene en términos personales para cada alumno. El ABP incorpora la evaluación con una visión amplia que acompaña todo el proceso. Liderar un proyecto te obliga a incorporar la práctica reflexiva, que supone la evaluación, para conducir el proyecto.

En resumen

Aprendemos para algo concreto. El cerebro está preparado para adaptarse a las necesidades de aprendizaje. Es capaz de cambiar la función de áreas neuronales que han dejado de tener utilidad para permitir que esto suceda. También es capaz de hacer que zonas encargadas de funciones que son especialmente relevantes para el organismo aumenten de tamaño.

Los límites entre el yo y el contexto no están marcados férreamente. Ya no es posible hablar de un cerebro que procesa la información que proviene del exterior y da respuestas adecuadas. El entorno forma parte inseparable de cómo construimos el conocimiento hasta el punto de que podemos decir que interviene en el propio proceso cognitivo.

Frente al modelo de aprendizaje transmisivo emerge imparable la exigencia de que lo que se aprende suponga una experiencia vital, útil y contextualizada. Hasta el punto que hemos pasado de hablar, de transmitir contenidos a vivir en experiencias educativas.

La consecuencia de todo ello es que los modelos de enseñanza, que diseccionan el saber en materias inconexas y lo ofrecen a los alumnos como algo inamovible y alejado de sus vidas, no producen los resultados esperados. Es necesario indagar estrategias y métodos que partan de los intereses de los alumnos, lo pongan en relación con los contenidos y destrezas que son relevantes en términos educativos, y que todo ello se ponga al servicio de un proyecto común.

En el ABP, alumnos y docentes asumen una estrategia de reflexión y acción sobre su propia realidad cercana. Los docentes indagan sobre sus recursos, el papel que desempeñan y las posibilidades que tienen que hacer más efectiva su labor de mediar en el aprendizaje de los alumnos. Estos descubren sus intereses de aprendizaje en torno a temas que necesitan de las herramientas que ofrecen las distintas áreas curriculares e inician un proceso de investigación sobre ellas. También deciden acciones que revierten sobre ellos mismos y la comunidad donde viven.

Solo cabe buscar estrategias que nos pongan en camino. El método solo es una dirección. Morín, 2002 op.cit., nos dice que “el método es obra de un ser inteligente que ensaya estrategias para responder a las incertidumbres”, pg. 25. Proyectar señala una dirección en el aprendizaje. Las fases por las que el grupo viaja, los recursos que utiliza y las soluciones que va dando a cada momento en la construcción de su aprendizaje van dibujando el método. Lo único estable es la intención y la acción. Aquello que te mueve a aprender y para lo qué lo haces.

2.3 El ABP paso a paso

I. cómo nace un proyecto

- Piensa que esta ocasión puede ser provocada y diseñada previamente por el equipo docente
- Analizar qué posibilidades existen para trabajar contenidos curriculares del área con esta propuesta
- Interrogarse qué otros objetivos educativos se podrían trabajar en relación con procesos de orden superior
- Pensar si es el mejor momento para lanzar este proyecto y analizar sus fortalezas y debilidades

II. Primeros pasos del proyecto: crear la intención

- No solo con descubrir que una ocasión puede ser excelente proyecto aseguras que tus alumnos se comprometan con él. Se debe activar la “inteligencia del deseo”.
- Busca llevar a la primera persona de tus alumnos el tema tratado. Para ello debes diseñar una acción que conecte con ellos directamente. En este momento, aléjate de visiones globales del eje temático y piensa qué dice de ellos el tema que quieres tomar como núcleo del proyecto.
- Diseña espacios para que los alumnos puedan expresar libremente sus primeras impresiones, lo que han sentido o pensado con las actividades que has realizado.
- Crea espacios para acordar las condiciones en que se producirá el aprendizaje. Alumnos y docentes deben negociar las condiciones deben negociar las condiciones que para cada uno son importantes a la hora de decidir emprender el proyecto compartido.

III. Diseño del proyecto

Tras reconocer lo que el grupo sabe sobre el tema, identifica sus dudas y sus motivaciones. La siguiente tarea será decidir qué quiere saber el grupo sobre el tema. Es importante orientar el inicio de la fase de investigación hacia las demandas que realizan los alumnos. Para hacerlo, la rutina de trabajo será la siguiente:

- Recoger el **conocimiento del grupo** sobre el tema tratado (docente y alumnos)
- Expresar aquellos **aspectos que los alumnos desean conocer** sobre el tema (alumnos)

- Diferenciar entre los aspectos controvertidos del tema, que son objeto de **opinión**, y aquellos problemas que necesitan ser resueltos sobre el tema y que son objeto de **investigación** (alumnos)
- Identificar qué dudas surgen sobre el tema y **qué conocimientos deben movilizar los alumnos para resolverlas** (docente)
- **Formular preguntas generadoras y retos concretos asociados a lo expresado** en esta fase del proyecto que permitan abrir líneas de trabajo o investigación (docentes y alumnos).

IV. La estrategia

- El proyecto está planteado. Los alumnos han elaborado sus dudas e intereses en relación con el proyecto, y el profesor, ha orientado el tema, de forma que se ha convertido en una ocasión de aprendizaje conectada con el currículo. Ahora debemos hacer operativo el proceso de investigación.
- Invita a los alumnos a que formulen líneas de investigación sobre aspectos parciales del proyecto. Ofrece materiales para que puedan realizar sus propuestas y suscita el debate sobre ellas. Es el momento de pedir al grupo que organice un plan de trabajo. Emplea distintas rutinas de pensamiento para provocar un análisis en profundidad de cada propuesta realizada por los alumnos.
- Ayudar a organizar las líneas de investigación, poniendo en relación aquellas que están conectadas. Planificar las tareas que se han de realizar en un tiempo determinado. Diseñar los agrupamientos y comprometer a los alumnos en actividades de aprendizaje concretas.
- Para hacerlo, se dispone de herramientas de trabajo cooperativo, también de los recursos que ofrece el pensamiento creativo, las tecnologías y otros.
- Hay algunas ideas que se deben tener en cuenta para facilitar el proceso del proyecto:
 - Poner el acento en aquello que sabemos que es importante y utilizar la duda como herramienta
 - Conectar todo con el currículo
 - Asesorar en lo relacionado con las fuentes de información
 - Ofrecer métodos y procesos para resolver problemas científicos, sociales...

- Apoyar institucionalmente la actividad investigadora de los alumnos
- Comprometerse con el proyecto y hacer que esto lo vean los alumnos

V. La acción

- Llega un momento en el desarrollo del proyecto en que es necesario preguntarse: ¿qué hacemos con todo lo estudiado? Es la ocasión de mostrar el trabajo y hacer que tenga efectos en la comunidad, en el centro y en las vidas de los alumnos.
- El proyecto haber nacido con el encargo concreto de realizar algún producto. Si esto no ha sido así, hay que provocar al grupo para que decida qué hacer con ello.
- Es momento de demostrar la potencia que ha desplegado el grupo. Buscar que la producción sea visible, compartida con el resto de la comunidad educativa y el entorno comunitario. Visibilizar el proyecto haciendo que los resultados sean algo de lo que los alumnos y el profesor se sientan orgullosos.
- Algunas ideas para desarrollar la acción pueden ser:
 - Trabajar en el territorio o campo, interviniendo en él directamente.
 - Organizar eventos, jornadas temáticas, demostraciones, etc.
 - Crear construcciones: propuestas de mejora,
 - Realizar visitas como una intervención solidaria.

VI. La arquitectura

- Crear una arquitectura para el proyecto sitúa a los alumnos en las tareas concretas que están realizando y los compromisos asumidos. Incluye tanto resultados positivos como los errores que han servido para aprender cosas nuevas.
- Además de la utilidad que tiene para el propio grupo, crear una arquitectura permite hacerlo visible al resto del centro escolar y la comunidad.
- Recabar y procesar la información debe ser una tarea de todos los alumnos, y puede organizarse en distintos soportes, tanto físicos como virtuales: paneles, blogs, videos, texto, etc.

VII. La evaluación

1. La evaluación es un proceso de reflexión sobre las competencias adquiridas en el proyecto. Esta reflexión invita a que los alumnos respondan tres preguntas:
 - ¿qué he aprendido?
 - ¿cómo afecta mi vida?
 - ¿qué decido hacer con ello?
2. No se debe limitar la evaluación a la calificación. Esta, desprovista de una visión amplia de la evaluación, es un acto etiquetado.
3. La evaluación es tóxica en la medida que se aleja de la narrativa del proyecto, de la utilidad para el evaluado, y es utilizada solo para etiquetar a los estudiantes y no como herramienta para decidir y actuar.
4. La evaluación, como proceso de reflexión tiene una dimensión descriptiva, que se centra en analizar los resultados del aprendizaje, y una dimensión narrativa, que busca analizar el valor de lo aprendido y orienta nuevos aprendizajes.
5. Para integrar la evaluación en el propio aprendizaje, se dispone de instrumentos como los portafolios y rúbricas.
 - Un portafolios es un conjunto de documentos que aporta el alumno con las evidencias de su propio aprendizaje. Se propone que el portafolio incluya al menos dos apartados: el diario de aprendizaje y las evidencias de aprendizaje.
 - Una rúbrica es una tabla de doble entrada en la que se detallan los criterios sobre los que queremos centrar la evaluación y una escala que describe los niveles de logros esperados para este criterio. Es muy útil que los alumnos y docentes la tengan previamente, de forma que puedan servir de referencia para la reflexión. También como base a las evidencias que el alumno presenta al hacer su propia evaluación.
 - Existen múltiples recursos para ayudar a reflexionar sobre lo aprendido que evidencian cómo el proyecto ha modificado la forma de comprender la realidad y de situarse en la de los alumnos. Entre ellos están los recursos simbólicos y herramientas de autoevaluación como las dianas.

Implantado en ABP

A lo largo de todo el proyecto es necesaria la creación de una arquitectura que permita el seguimiento del proyecto por parte de todos –alumnos, profesores y comunidad-. Por último, se espera de los profesores que apliquen fórmulas de evaluación, que no solo recojan los resultados de aprendizaje en términos de adquisición de conocimientos, sino que conviertan la arquitectura en una herramienta para devolver al grupo como material prospectivo: un nuevo lienzo sobre el cual volver a iniciar nuevas preguntas, nuevos proyectos, nuevas acciones.

Todas estas tareas están muy lejos de una forma de trabajo tradicional en la que el profesor es quien marca de forma exclusiva los tiempos, toma las decisiones y acapara la mayor parte de las producciones verbales.

Así descritas, las competencias que se esperan del docente que decide experimentar con el ABP pueden ser inabarcables.

¿Con qué herramientas se cuentan para cambiar la forma de enseñar? ¿Cuáles son los elementos de los que a partir que el ABP suponga un cambio efectivo en el proceso de enseñanza y aprendizaje?

Afortunadamente, no se trata de un asunto de aptitudes. De lo que se trata es de generar un cambio de actitud.

El ABP es una forma de construir aprendizaje que se centra en las personas puestas en relación. Es la relación de trabajo que se crea en el grupo la que abre la puerta a una intención de investigación y acción. La que permite sentir y expresar las conexiones de cada tema con la vida e intereses de cada persona: alumno, docente, comunidad, conocimiento, compromiso con la realidad y con sus miembros. Es la relación la que permite generar un contagio colectivo que mantenga el proyecto como un elemento identitario. Algo con lo que sus componentes se identifican y que les sirve para algo concreto.

Para que la relación de los miembros del grupo tenga ese valor instrumental en el aprendizaje es necesario el reconocimiento de los siguientes aspectos:

- La diversidad de las personas que lo componen –intereses, aptitudes, actitudes.
- Sus distintas posiciones en él –alumno, profesor, experto, voluntario, agente comunitario.

- Los niveles de participación de cada componente de la comunidad escolar en el proyecto.
- La escucha como actitud facilitadora de todo el proceso.

El ABP es una forma de construir aprendizaje que se centra en las personas puestas en relación.

En el desarrollo de un proyecto, las piezas clave son las personas que lo componen. Es imprescindible situarlas en un plano de negociación:

- Los docentes tienen sus intereses curriculares a la hora de promover un proyecto. Han analizado la potencia de la ocasión planteada y han decidido que sería una buena idea aprovecharla al máximo. Creen que puede ser una herramienta valiosa para alcanzar objetivos de aprendizaje con sus alumnos.
- Los alumnos reciben – o protagonizan- una propuesta de investigación y acción, movidos por sus intereses concretos. Sus motivaciones para participar en el proyecto hay que entenderlas en términos de posición en el grupo, identidad, compromiso e interés con la finalidad de la propuesta. Todo ello modela sus intereses.
- Pero el grupo no está aislado. Se inserta en un centro educativo que a su vez forma parte de una comunidad más amplia: la colonia, la comunidad. El proyecto afecta de una u otra forma al contexto donde se inserta. El resto de las aulas que se ven afectadas, el centro educativo, los padres de familia, amigos, expertos a quienes se pide su colaboración, voluntarios, asociaciones o servicios sociales que desarrollan iniciativas que tienen relación con la temática y son movilizados por el grupo que desarrolla el proyecto, o bien, se ofrecen directamente por sus propios intereses, en la medida que conectan con la temática tratada, como prevención, valores, igualdad, solidaridad, etc.

Estos tres elementos se sitúan como protagonistas del proyecto y son la base sobre la que se edifica. La herramienta para armar el proyecto es generar un espacio para la negociación de todos los agentes implicados. Es necesario hacer explícitas las motivaciones de todos ellos y negociar sobre la base de los intereses compartidos.

A partir de ahí se despliegan las habilidades de los docentes para orientar el desarrollo del proyecto. Lo hacen en la dirección que les permita trabajar los objetivos de aprendizaje pretendidos. Para ello, buscan dinámicas grupales, recursos creativos, materiales multimedia, relaciones en la red, entre otros elementos.

A la hora de planificar el trabajo con los alumnos se organizan grupos de trabajo cooperativo en los que la composición y la dinámica responden a la tarea que se va a realizar. Según cobra vida propia el proyecto, la actividad exige adaptar el tiempo y el espacio a la misma. Comienza a tener sentido trabajar fuera del aula en muchas ocasiones, ya que haciéndolo así todo resulta más sencillo.

Los alumnos comienzan a percibir que están trabajando sobre un proyecto de forma transversal a diversas clases, con distintos profesores, y la frontera del tiempo escolar y no escolar es cada vez más débil. Las personas o fuentes de quienes pueden conseguir información son diferentes y muchas de ellas están fuera del plantel escolar. Aprenden dentro y fuera del centro escolar. Los integrantes de las familias pueden incorporarse en partes del proyecto. La herramienta más valiosa para armar un proyecto es el consenso sobre la intención de emprenderlo. A partir de ahí, solo es necesario cuestionar las fronteras que delimitan artificialmente el aprendizaje.

2.4 El ABP y la programación

La computación se ha vuelto más generalizada y los sistemas integrados se están convirtiendo en una parte natural de nuestras vidas. Si bien la informática aplicada proporciona muchas herramientas para otras disciplinas, los ingenieros de software desempeñan un papel central en la resolución de problemas, incluidos los desafíos ambientales (Frenkel, 2009). La educación ofrecida a los estudiantes debe prepararlos para la fuerza laboral de una manera más holística que simplemente transmitir datos técnicos, y resalta la importancia de las habilidades sociales como el trabajo en equipo y la resolución de problemas, así como los atributos tales como sentido de la responsabilidad social.

Los constructivistas ven el conocimiento como algo que no se puede copiar de lo que dijo un maestro, lo definen como único para aquellos que lo han construido y, como consecuencia, promueven modelos de instrucción de aprendizaje activo centrados en el alumno. Muchos de estos puntos de vista se derivan del trabajo de Dewey, quien escribió

que "probablemente el error más grande y más común que cometemos es olvidar que el aprendizaje es un incidente necesario para enfrentar situaciones de la vida real" (Dewey, 1967). Según Dewey, la experiencia personal no puede ser sustituida ni por los materiales de aprendizaje más sofisticados.

De acuerdo con Norman (1992), los instructores deben proporcionar solo ayuda limitada en forma de orientación para permitir que los estudiantes desarrollen conocimientos específicos de dominio y habilidades efectivas para resolver problemas. Mientras los estudiantes se involucran en el problema de manera independiente, se les guía para encontrar sus propias estrategias de pensamiento y formas de trabajo que mejoren sus habilidades de aprendizaje auto dirigido.

Barrows (1996), describe cinco pautas para los maestros que desean utilizar este enfoque en sus clases:

1. El maestro debe proporcionar una pregunta de conducción a la que los alumnos busquen respuestas, sin ningún resultado predeterminado.
2. Aprender los objetivos y objetivos necesarios para solucionar el problema.
3. Los estudiantes deben abordar el problema a través de investigaciones constructivas.
4. Deberían trabajar de manera autónoma.
5. Los proyectos deben ser realistas para que los estudiantes puedan conectarse con situaciones auténticas y aprovechar sus experiencias pasadas.

En el aprendizaje basado en proyectos, los estudiantes tienen más libertad para elegir la tarea en la que trabajarán y el dominio se conoce al menos parcialmente de antemano. Autores como Barron et al. (1998), han sugerido combinar el aprendizaje basado en problemas y en proyectos de manera que se proporcione a los estudiantes un problema que actúe como marco del proyecto y ayude a los estudiantes a formar un conocimiento inicial, que puede desarrollarse aún más en un proyecto:

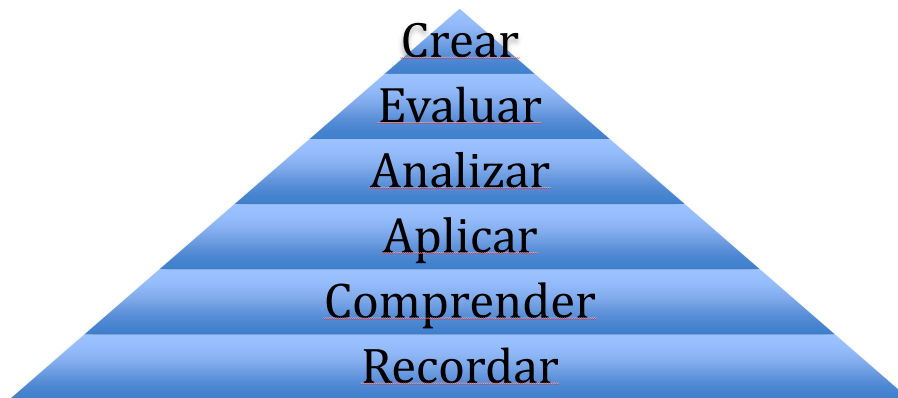
Por ejemplo, al comenzar con un problema simulado, los estudiantes desarrollan un nivel de conocimiento y habilidades compartidas que los prepara para emprender proyectos reales. Al seguir el problema con un proyecto, es probable que los estudiantes desarrollen niveles más flexibles de habilidades y comprensión.

En lo que se refiere al Aprendizaje Basado en Proyectos usando el Raspberry PI, se busca que los alumnos alcancen un nivel de aprendizaje más profundo que vaya de acuerdo con las habilidades que el estudiante debería tener en el siglo 21.

Existen seis competencias básicas que se pretenden alcanzar al concluir el curso:

1. Dominar el contenido académico fundamental
2. Pensar de forma crítica y resolver problemas complejos
3. Trabajar de forma colaborativa
4. Comunicarse de forma efectiva
5. Aprender cómo aprender
6. Desarrollar una actitud académica

Tomando en cuenta la Taxonomía de Bloom, que se muestra a continuación, el ABP usando el Raspberry Pi, debería alcanzar el nivel más alto de la taxonomía.



Al finalizar el curso se espera que:

- La creación final sea un proyecto de aplicación de los contenidos abordados en las sesiones
- Los estudiantes piensen de manera crítica y trabajen de forma colaborativa para resolver un problema complejo
- Los estudiantes desarrollen la habilidad de aprender de forma independiente
- Los estudiantes desarrollen la habilidad de comunicarse de forma efectiva

- Los proyectos aumenten en los estudiantes el deseo y el compromiso por el aprendizaje y desarrollen una mentalidad académica positiva
- Los estudiantes usen su conocimiento no solamente para operar sistemas sino también analizar algoritmos, computación gráfica y redes de computación en sus proyectos.
- Los estudiantes persistan en el desarrollo de sus proyectos a pesar de los retos que se les presentan.
- Creemos que el Raspberry Pi puede ser incorporado de forma sencilla en proyectos en muchos cursos de ciencia así como en cursos STEM.

El aprendizaje basado en proyectos ha demostrado ser efectivo en los campos STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics).

En el curso que se propone en el presente trabajo, se buscan formas de implementar plataformas de computadora de una sola placa, como lo es el Raspberry Pi, a fin de brindar experiencias de aprendizaje basadas en proyectos flexibles, enriquecedores y abiertos que brinden una exposición significativa al equipo y desarrollo de software.

En este tipo de cursos, El currículo inicialmente solo estaba enfocado en el hardware, con estudiantes que aprendían teoría básica de circuitos y creaban proyectos compuestos por componentes discretos (resistencias, condensadores, circuitos integrados básicos, etc.) implementados en placas de pruebas.

En la presente propuesta, se incluyen los conceptos de sensores, señales y procesamiento de señales al enseñar programación y electrónica. Muchos laboratorios, ejercicios de tareas y actividades implican interpretar las señales generadas mediante el uso de sensores y circuitos de creación del estudiante, interpretar esas señales mediante la programación y tomar decisiones de diseño basadas en esas interpretaciones.

Se pretende enseñar elementos de ingeniería de software simultáneamente con ingeniería de hardware para habilitar inmediatamente ejercicios de laboratorio que involucren ambos tipos de actividades.

Semana	Actividad
Semana 1	Programación, inputs, outputs, control
Semana 2	Señales de programación

Semana 3	Feedback control, proyecto final
Semana 4	Proyecto final

Item	Costo Aproximado
Raspberry Pi 3	890 pesos
Accesorios (Extensión USB, eliminador, carcasa, adaptador/conector monitor)	499 pesos
Teclado / mouse	100
SD tarjeta	519
Camara Raspberry Pi Noir V2.1 8mp 1080p Pi 3 B Noir	1199
Monitor	A Préstamo
Total:	

La esencia del aprendizaje de las ciencias no es solo recordar y comprender el concepto encontrado por el científico. Más que eso, el aprendizaje de las ciencias proporciona experiencias de aprendizaje directas y significativas que pueden aplicarse en las actividades diarias. Los medios en el aprendizaje de las ciencias se pueden adquirir a través de la alfabetización en ciencias de los estudiantes, lo cual es beneficioso en la actividad de resolución de problemas. La alfabetización en ciencias necesita una comprensión del concepto científico, la capacidad de aplicarlo en base a una perspectiva científica y el pensamiento científico sobre las evidencias (OCDE, 2010).

El aprendizaje de las ciencias en el currículo 2013 ha dado una referencia en la elección de modelos de aprendizaje apropiados para el enfoque científico. Esos modelos de aprendizaje incluyen Aprendizaje basado en proyectos. La selección del modelo de aprendizaje se da a los maestros al considerar las características del material de aprendizaje.

La implementación del ABP en el aprendizaje de las ciencias se puede mejorar el resultado del aprendizaje cognitivo (Baran & Maskan, 2010), moldear actitudes y comportamientos amigables con el ambiente (klinik, 2010); (Tseng & Chang, 2013), habilidades de procesos científicos (Ozer & Ozkan, 2012), y el aprendizaje efectivo (Cook, et al., 2012; Movahedzadeh, et al., 2012). El ABP es más apropiado para el aprendizaje interdisciplinario porque, naturalmente, involucra muchas habilidades diferentes, como lectura, escritura, matemáticas y ayuda a la construcción del conocimiento conceptual a través de la asimilación de otras materias diferentes (Capraro & Capraro, 2013) así que eso se espera construir en la alfabetización científica de los estudiantes.

Además de ABP, el aprendizaje hoy en día necesita seguir la tendencia en la era de la globalización, una de ellas es la integración de Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas (STEM). La relación entre las ciencias y la tecnología u otro conocimiento no puede separarse en el aprendizaje de las ciencias. STEM es la disciplina de la ciencia que se relaciona entre sí. Las ciencias necesitan las matemáticas como herramienta de análisis de datos, mientras que la tecnología y la técnica son la aplicación de las ciencias. Se espera que el enfoque STEM en el aprendizaje proporcione un aprendizaje significativo a los estudiantes a través de la integración sistemática del conocimiento, el concepto y las habilidades. Algunos beneficios del enfoque STEM son mejorar la habilidad de los estudiantes para resolver problemas, innovadores, inventores, pensadores independientes y lógicos, y alfabetización tecnológica (Stohlmann, Moore, & Roehring, 2012). La forma más completa de invertir todas las cuatro disciplinas es enseñándolas como una materia integrada. Por ejemplo, hay contenidos de tecnología, técnica y matemáticas en ciencias, de modo que el profesor de ciencias integrará T, E y M en S (Dugger, 2010).

El aprendizaje de STEM debe enfatizar algunos aspectos del aprendizaje (NRC, 2011), como: (1) plantear preguntas (ciencias) y definir problemas (ingeniería); (2) mejorar y usar el modelo; (3) planear y hacer investigación; (4) analizando e interpretando datos (matemáticas); (5) utilizando matemáticas, tecnología de la información, computación y computación del pensamiento; (6) explicaciones de construcción (ciencias) y solución de

diseño (ingeniería); (7) estar involucrado en argumentos basados en evidencias; (8) adquirir, evaluar y comunicar información.

La investigación sobre la integración de STEM en ABP a la alfabetización científica rara vez se realizó. Tseng, et al. (2013) reveló que el ABP integrado por STEM puede mejorar la motivación de aprendizaje de los estudiantes, crear un aprendizaje significativo, ayudar a los estudiantes a resolver el problema de la vida diaria y apoyar su futura carrera. En lugar de eso, STEM en ABP también dio desafíos y motivó a los estudiantes porque los capacitó para pensar de forma crítica, analítica y mejorada en la capacidad de pensamiento de orden superior (Capraro, et al., 2013). Con el aprendizaje de STEM, los estudiantes tienen conocimientos de ciencias visibles y tecnología que se pueden ver leyendo, escribiendo, observando y haciendo ciencias como su habilidad para vivir en la sociedad y resolver el problema de la vida diaria relacionado con STEM.

El Consejo Nacional de Investigación (2011) declaró que en el aprendizaje de STEM, los estudiantes tuvieron la oportunidad de aprender ciencias, matemáticas y técnicas al resolver problemas aplicados en un contexto real. En el salón de STEM, se exige a los estudiantes que resuelvan problemas de la vida real y que participen en tareas mal definidas para que tengan un resultado bien definido en su grupo (Han & Capraro, 2014). La educación de STEM se convierte en la prioridad para resolver los problemas globales del problema de la vida real actual, como el calentamiento global, la contaminación del aire y el agua, el agua potable y la seguridad alimentaria (Reeve, 2015).

1. Marco teórico

1.1 Proceso de enseñanza y aprendizaje

La característica más importante es que los alumnos tomen un papel activo en el proceso de aprendizaje, en el que construyen el conocimiento a partir de su propia experiencia, y de la reflexión sobre dicha experiencia, bajo la dirección y guía del profesor. Este papel activo se orienta a desarrollar en los alumnos la capacidad de investigar y aprender por cuenta propia y el interés y compromiso por mantenerse actualizados a lo largo de su vida profesional.

1.2 Características del proceso de enseñanza y aprendizaje.

El proceso de enseñanza y aprendizaje de la propuesta enriquece de manera significativa el aprendizaje de los alumnos al incorporar los siguientes elementos:

- Conocimientos relevantes y significativos
- Actividades que promueven la colaboración
- Autogestión del aprendizaje por parte de los alumnos
- Evaluación y retroalimentación frecuentes del progreso de los alumnos
- Orientación a comportamientos fundamentados en la ética

1.3 Técnicas didácticas

Estrategias didácticas

Definición de estrategia didáctica

El término estrategia tiene sus orígenes en el ámbito militar y significa “el arte de dirigir las operaciones militares”. Sin embargo, con el desarrollo del paradigma cognitivo, así como el desarrollo del constructivismo, el concepto de estrategia se transformó, creativamente, al ámbito educativo dentro del marco de las propuestas de enseñar a pensar y de aprender a aprender. Por ende, las estrategias son, a partir de este enfoque, elemento esencial del proceso de enseñanza y aprendizaje. Son el sistema de actividades (acciones y operaciones) que permiten la realización de una tarea con calidad requerida debido a la flexibilidad y adaptabilidad a las condiciones existente (Ferreiro, 2010).

Del mismo modo, Ferreiro define a las estrategias didácticas -o también conocidas como estrategias de enseñanza o instruccionales- como el sistema de acciones y operaciones tanto físicas como mentales, que facilitan la interactividad del sujeto que aprende con el objeto del conocimiento, y la relación de ayuda y cooperación con otros compañeros durante el proceso de aprendizaje (interacción) para realizar una tarea. Las estrategias didácticas constituyen herramientas de mediación entre el sujeto que aprende y el contenido de enseñanza que el profesor emplea para lograr determinados aprendizajes.

En palabras de Monereo (1999) las estrategias didácticas “son siempre conscientes e intencionales, dirigidas siempre a un objetivo relacionado con el aprendizaje”, es decir, [...] “la estrategia se considera como una guía de las acciones que hay que seguir” pg. 27.

Se puede decir que, en el aula la buena utilización de las estrategias didácticas o también conocidas como estrategias de aprendizaje, favorece en los alumnos la toma consciente de decisiones, porque facilita la construcción de un aprendizaje significativo. Sobre esta perspectiva, Monereo et al., (1999) explican que el uso correcto de las estrategias de aprendizaje ayuda a que los estudiantes establezcan relaciones significativas entre lo que ya saben (sus conocimientos previos) y la nueva información (las características y los objetivos de la tarea que deben realizar). De igual forma, ayudan a que el alumno seleccione de manera menos aleatoria cuales son los procedimientos más apropiados para llevar a cabo la tarea propuesta. De esta manera, el alumno no solo aprende cómo emplear determinados procedimientos, sino por qué y cuándo puede utilizarlos.

Para Hernández Poveda, (2001) “Las estrategias didácticas son las grandes herramientas con las que cuentan la maestra o el maestro y el niño y la niña (de cualquier edad y nivel escolar). Acuden en su ayuda cuando tiene que comprender un texto, construir conocimiento, resolver un problema, servir de mediador ante sus compañeros de clase, participar y aprender” pg. 71.

Evidentemente, las estrategias didácticas deben ser entendidas como el conjunto de acciones que realiza el docente con una clara intención pedagógica. Siguiendo la línea de

Bixio,1999, en Boggino, (2004), es fundamental tomar en cuenta los modos en que el profesor se posicione ante dichas estrategias, porque de él depende el ligado de condicionantes que configuran situaciones con diversas peculiaridades que pueden promover el desarrollo de la significatividad de los aprendizajes en los alumnos o todo lo contrario.

Por su parte, el mismo Ferreiro (2010) manifiesta que las estrategias didácticas, sin más, guían y orientan la actividad mental del alumno, para que este aprenda significativamente. Una estrategia didáctica es buena en la misma medida en que desata una secuencia de operaciones mentales que permitan al alumno organizar, decodificar, integrar, recuperar y elaborar óptimamente la información conforme a su estructura mental, para su aplicación o empleo.

Sin embargo, cabe resaltar que la estrategia, por buena que sea, no va a surtir efecto si el docente carece de la habilidad necesaria para su desarrollo en clase. Se requiere como en todo, conocer por qué y para qué emplear esa estrategia, cómo desarrollarla creativamente y, desde luego, cuándo y dónde. Asimismo, el autor menciona que la aplicación de estrategias didácticas implica entre otras cosas:

- Una selección previa, cuidadosa, que tenga muy presente su adecuación a las características biopsicosociales del grupo, la intención para la cual es seleccionada, su duración, las condiciones que exige, su aplicación, así como los recursos necesarios.
- Un empleo creativo de las mismas. Las estrategias de enseñanza son instrumentos de mediación que, como tales, exigen tener muy presente la intención con la que se aplican, lograr la reciprocidad necesaria para la construcción del conocimiento y hacer posible la trascendencia del aquí y el ahora.
- Una valoración posterior acerca de cómo se aplicó, como reaccionó el grupo, el tiempo, los resultados y concluir respecto de su eficiencia.

La misma Hernández Poveda (2001) precisa que, en materia de enseñanza, las estrategias didácticas promueven el trabajo en equipo, ayudan a la evaluación y a la autoevaluación. Las estrategias favorecen la participación genuina de los estudiantes y mejoran los hábitos de estudio. Además, las estrategias se entrelazan con un conjunto de acciones que facilitan

al estudiante desarrollar su repertorio de estrategias cognitivas. Asimismo, las estrategias didácticas contribuyen a crear un clima para el desarrollo de un aprendizaje profundo, dinámico y sobre todo funcional en la vida, convirtiéndose en algo significativo para el sujeto.

Materiales didácticos

La adecuada selección y valorización de los materiales educativos por parte del docente es un punto clave para optimizar el desarrollo de los procesos de E-A, dado que son herramientas que permiten establecer la estrategia didáctica pertinente para lograr los objetivos planteados, es decir, propiciar la construcción de aprendizajes significativos en los alumnos. En términos de Ogalde y Bardavid (1992), los materiales didácticos son aquellos recursos o medios que facilitan el proceso de enseñanza y aprendizaje dentro del ámbito educativo. Los materiales didácticos estimulan la función de los sentidos en los estudiantes para acceder de manera más sencilla a la información, además ayudan al desarrollo de destrezas, habilidades, valores y actitudes. Por lo tanto, es esencial que el docente conozca la amplia gama de los materiales didácticos y el que hacer educativo de los mismos.

En este contexto, es indispensable que el profesor tenga la habilidad de seleccionar el material didáctico que más se adecúe a sus objetivos de aprendizaje, también el docente debe conocer las ventajas y desventajas de los materiales de enseñanza para emplearlos adecuadamente, imprimiéndoles vida y significación, de tal forma que aporte al alumno una gama de experiencias y le facilite la aplicación de su aprendizaje a la vida real.

Hoban, James D. Finn y Edgar Dale, Ogalde y Bardavid, (1992) explican que, en términos generales, la utilización adecuada de éstos en el proceso de enseñanza y aprendizaje puede aportar las siguientes ventajas:

- Proporcionar una base concreta para el pensamiento conceptual y, por lo tanto, reducen las respuestas verbales sin significado de los alumnos.
- Tienen un alto grado de interés para los estudiantes.
- Hacen que el alumno construya un aprendizaje significativo.
- Ofrecen a los estudiantes una experiencia real que estimula su actividad.
- Desarrollan la continuidad de pensamiento.

Aprendizaje basado en proyectos

Un proyecto es un trabajo que se lleva a cabo para crear un servicio o producto mediante la realización de una serie de tareas conectadas y debidamente secuenciadas. Con esta técnica, los alumnos exploran un problema práctico, de solución desconocida, y trabajan para encontrarla aplicando conocimientos relevantes de una o varias materias de su programa curricular. Durante el desarrollo de un proyecto, los estudiantes deciden qué conocimientos les son útiles, organizan el trabajo, seleccionan las mejores herramientas tecnológicas y científicas para llevarlo a cabo y, finalmente, presentan y defienden el resultado ante un grupo o comité evaluador.

El aprendizaje basado en proyectos ofrece a los alumnos la posibilidad de desarrollar la capacidad de administrar y llevar a cabo procesos de mejora o de generar nuevos conocimientos en la búsqueda de soluciones innovadoras.

Los alumnos que trabajan con la técnica de proyectos desarrollan la capacidad de:

- Participar en equipos interdisciplinarios
- Resolver problemas complejos
- Ofrecer explicaciones claras, precisas y científicamente fundamentadas
- Aplicar el conocimiento técnico de una disciplina a la solución de situaciones reales
- Organizar, planear y administrar el tiempo y los recursos
- Formular objetivos, metas y propósitos para iniciar y concluir un proyecto dentro de unos límites, recursos y esquemas determinados
- Utilizar el pensamiento crítico en la valoración de la información para la toma de decisiones
- Actuar responsablemente
- Proponer soluciones innovadoras

Para lograr estos objetivos, el profesor supervisa continuamente los avances de los proyectos, se mantiene atento a la evolución de los mismos y se comunica con los alumnos frecuentemente para ofrecerles retroalimentación.

CAPÍTULO 3.: Metodología

El objetivo de la investigación es elaborar una propuesta pedagógica con base en actividades dentro de un salón, que a través del uso del Raspberry Pi atienda las necesidades educativas de los alumnos y genere propuestas prácticas a la agricultura familiar, teniendo como base teórica la pedagogía del Aprendizaje Basado en Proyectos.

Para alcanzar este objetivo se decidió hacer una investigación utilizando el enfoque metodológico de tipo cualitativo.

La investigación de tipo cualitativa, según Hernández y colaboradores (2014), “se orientan a aprender de las experiencias y puntos de vista de los individuos, valorar procesos y generar teorías fundamentadas en las perspectivas de los participantes” pg. 365; de ahí el interés y la importancia de la inmersión en el trabajo de estudiantes e investigadores que estuviesen trabajando esta área de tecnología. El mismo Hernández propone elegir un contexto o ambiente donde se lleve a cabo el estudio, pues, aunque los planteamientos cualitativos son más generales, deben situarnos en tiempo y lugar.

La metodología empleada tiene la finalidad de favorecer el desarrollo de los procesos educativos e influir en la innovación de la didáctica y práctica pedagógica presentando el Raspberry pi en beneficio de los alumno. Para ello, se empleó el método inductivo de ir de lo particular a lo general, a través de la observación del trabajo docente con la finalidad de conocer su forma de trabajo, y la relación que guarda con el entorno inmediato.

3.1 Método

Se decidió hacer uso del método cualitativo ya que se adecua a mi investigación por lo siguiente:

- Explora los fenómenos en profundidad, de ahí que hicimos una revisión documental del material disponible de tecnología agrícola y el uso del Raspberry Pi.
- Se conduce básicamente en ambientes naturales, por lo que decidimos adentrarnos directamente con docentes, investigadores y estudiantes que trabajan el tema.
- No se fundamenta en la estadística, esto nos permite dirigir los resultados hacia la realización de la propuesta didáctica. En su proceso analiza múltiples realidades subjetivas, además de ofrecer amplitud en el estudio y contextualiza el fenómeno.

- Desarrolla un proceso inductivo (explorar y describir, y luego generar perspectivas teóricas), van de lo particular a lo general. El investigador procede dato por dato, caso por caso, hasta llegar a una perspectiva más amplia.
- Analiza múltiples realidades subjetivas
- Entre las bondades que ofrece están: profundidad de significados, amplitud, riqueza interpretativa y contextualiza el fenómeno.

Algunas consideraciones del enfoque cualitativo:

- Aunque ciertamente hay una revisión inicial de la literatura, ésta puede complementarse en cualquier etapa del estudio y apoyar desde el planteamiento del problema hasta la elaboración del reporte de resultados.
- Con frecuencia es necesario regresar a etapas previas.
- La inmersión inicial en el campo significa sensibilizarse con el ambiente o entorno en el cual se llevará a cabo el estudio, identificar informantes que aporten datos y nos guíen por el lugar, adentrarse y compenetrarse con la situación de investigación, además de verificar la factibilidad del estudio.
- En el caso del proceso cualitativo, la muestra, la recolección y el análisis de datos son fases que se realizan prácticamente de manera simultánea.
- En la mayoría de los estudios cualitativos no se prueban hipótesis, éstas se generan durante el proceso y van refinándose conforme se recaban más datos o son un resultado del estudio
- El enfoque se basa en métodos de recolección de datos no estandarizados ni completamente predeterminados. Ni se efectúa una medición numérica, por lo cual el análisis no es estadístico. La recolección de los datos consiste en obtener las perspectivas y puntos de vista de los participantes (sus emociones, prioridades, experiencias, significados y otros aspectos subjetivos). Define los datos cualitativos como descripciones detalladas de las situaciones, eventos, personas, interacciones, conductas observadas y sus manifestaciones.
- Por lo anterior, el investigador cualitativo utiliza técnicas para recolectar datos, como la observación no estructurada, entrevistas abiertas, revisión de documentos,

- discusión en grupos, evaluación de experiencias personales, interacción e introspección con grupos o comunidades.
- Evalúa el desarrollo natural de los sucesos, es decir, no hay manipulación ni estimulación con respecto a la realidad.

Algunas consideraciones sobre el diseño del proceso de investigación cualitativa:

- En el enfoque cualitativo, el diseño es el “abordaje” general que se utilizará e el proceso de investigación

Diseño investigación-acción:

- Su finalidad es resolver problemas cotidianos e inmediatos (Álvarez-Gayou, 2003); (Merriam, 2009) y mejorar prácticas concretas.
- Su propósito fundamental se centra en aportar información que guíe la toma de decisiones para programas, procesos y reformas estructurales.
- La investigación-acción pretende esencialmente, “propiciar el cambio social, transformar la realidad y que las personas tomen conciencia de su papel en ese proceso de transformación”, (Sandín, 2003, pág. 161). (Elliot, 1990)
- El mismo Elliot conceptúa la investigación-acción como el estudio de una situación social con miras a mejorar la calidad de la acción dentro de ella.
- La investigación-acción construye el conocimiento por medio de la práctica, Sandín.
- La investigación-acción envuelve la transformación y mejora de una realidad (social educativa, administrativa, etc.). De hecho, se construye de ésta.
- Parte de problemas prácticos y vinculados a un ambiente o entorno
- Implica la total colaboración de los participantes en la detección de necesidades (ellos conocen mejor que nadie la problemática a resolver).
- Las tres fases del diseño de investigación-acción son: observar (construir un bosquejo del problema y recolectar datos), pensar (analizar e interpretar), y actuar (resolver problemas e interpretar mejoras).

3.2 Técnica

Rojas (1989) define a las técnicas de investigación como un procedimiento que se da a través de la práctica para obtener información y solucionar problemáticas, con la implementación de diferentes instrumentos de aplicación.

Siguiendo las líneas de investigación de tipo cualitativo, se trabajó de la siguiente manera:

- Primera etapa: Se utilizó la literatura al inicio del estudio con el objetivo de ser auxiliar en las definiciones, así como justificar y documentar la necesidad de realizar el estudio. Se realizó una investigación de tipo documental mediante la lectura y análisis en tesis, revistas científicas, revistas e internet, visitas a museos, exposiciones de tecnología; con el objetivo de conocer que es la robótica, su aplicación en la agricultura, y el desarrollo de ese campo en la pedagogía y la agricultura. De acuerdo con Moreno (Moreno, 2000), la investigación documental recopila la información necesaria para la investigación de fuentes de datos confiables como libros, revistas especializadas, estadísticas, archivos, etc. Además, Rojas señala que es necesario llevar a cabo determinados procedimientos que permiten organizarla y sistematizarla para facilitar su uso, para lo cual es conveniente realizar una serie de acciones que tienen que ver con la búsqueda, descripción, catalogación, sección, organización, análisis e interpretación de cualquier tipo de documentos. Por ello, para realizarla es necesario seguir algunos pasos que mencionan Ballén, Pulido y Zúñiga (2007) tales como: selección y delimitación de la investigación; recopilación de la información; organización de la información por temas o puntos de interés; análisis de la información; redacción de una monografía con los datos más importantes encontrados, pg. 365.
- Segunda etapa: Habiendo descubierto el aparato Raspberry Pi, me doy a la tarea de hacer una inmersión en el campo de trabajo para conocer uso práctico y la aplicación del Raspberry Pi, con el objetivo de conocer y entender su aplicación en la agricultura; esta etapa implicó unirme a un equipo multidisciplinario de robótica agrícola en la Facultad de Agricultura y Ciencias de la Vida, específicamente en el Departamento de Electrónica de la Universidad de Maribor, de enero a junio del 2017; durante ese periodo realicé visitas a 4 empresas agrícolas en Holanda. Dentro

de ese periodo me integro a un grupo de estudiantes que están utilizando este dispositivo para la creación de proyectos agrícolas. Esta aproximación se llevó a cabo en el segundo momento de la investigación, justo cuando fue necesario hacer contacto con la población que está desarrollando la tecnología e interés. En esta etapa se observa y describe la forma de trabajo de los docentes, investigadores y estudiantes del Departamento de Ingeniería en la Facultad de Agricultura y Ciencias de la Vida de la Universidad de Maribor, que permiten la intervención educativa.

- Tercer etapa: como siguiente etapa, vuelvo a la Universidad Autónoma Chapingo, y considerando las características económicas, sociales y culturales de nuestro país, me doy a la tarea de construir la propuesta pedagógica.
- Cuarta etapa: estructuración y armado de la propuesta pedagógica.

3.3 Procedimiento

La recuperación bibliográfica de la información hizo posible reconocer que existen distintas formas y estilos para abordar el proceso de enseñanza, aprendizaje y desarrollo de proyectos con el uso del Raspberry Pi.

Esto nos llevo a reflexionar sobre la importancia de realizar planeaciones didácticas considerando aspectos adecuados al contexto en el cual se trabaja.

De tal forma, al haber concluido con el trabajo de campo, comienza la siguiente etapa que fue la recopilación de toda la información, y tomando en cuenta las características sociales, económicas y culturales de nuestro país se procedió a conformar los contenidos y la metodología de la propuesta pedagógica.

CAPÍTULO 4: Investigación de aprendizaje basado en proyectos en la educación de ingeniería agrícola en la Universidad de Maribor

Resumen

Este trabajo describe las actividades realizadas en la estancia de investigación como parte del Doctorado en Ciencias en Educación Agrícola Superior de la Universidad Autónoma Chapingo durante el año académico 2017 en la Facultad de Agricultura y Ciencias de la Vida de la Universidad de Maribor.

La agricultura es una de las industrias que se beneficiará en gran medida en el futuro mediante el uso de plataformas robóticas avanzadas. Actualmente, tales soluciones de uso general aún no están disponibles comercialmente, pero hay partes individuales disponibles (por ejemplo, navegación por satélite RTK, sensores inteligentes para la medición de cloroformo, etc.), que generalmente forman parte de dispositivos más grandes y mucho más costosos. Una de las razones es la complejidad de la actividad de los robots agrícolas en la naturaleza, que es el resultado de eventos impredecibles y cambiantes que se pueden encontrar. El desarrollo de tales dispositivos es crucial si queremos ser parte de los productores de productos agrícolas de alta tecnología que conoceremos en los próximos años. Por lo tanto, estamos solicitando la aplicación para preparar a una nueva generación de estudiantes para su mayor competitividad en el mercado laboral y su papel principal en el desarrollo de nuevos dispositivos.

Teniendo como base teórica el Aprendizaje Basado en Proyectos (PBL), me integré al equipo de trabajo en esa facultad, que consistió en diseñar y desarrollar un robot agricultor que cumpliera las pruebas y retos del concurso Field Robot Event 2017 a llevarse a cabo en la Universidad de Harper Adams, en el Reino Unido. El objetivo fundamental del concurso es diseñar y desarrollar un robot que permita aportar al desarrollo de estos para ser usados en labores agrícolas de pequeños productores.

Inicialmente el proyecto estuvo programado para ser desarrollado entre los meses de febrero a junio de 2017 para participar en el concurso Field Robot Event a llevarse a cabo en el mes de junio de 2017 en Harper Adams University, Reino Unido. Pero debido a que el proyecto no quedó finalizado a tiempo, se decidió participar hasta el siguiente año, en el

mismo concurso en la Universidad de Hohenheim, Alemania, del 12 al 14 de Junio de 2018.

La intervención tuvo lugar en las instalaciones de la Universidad de Maribor con profesores y 8 estudiantes de la Facultad de Agricultura y Ciencias de la Vida.

El grupo se dividió en cuatro equipos de trabajo: diseño, construcción, programación y sensores. Cada equipo estuvo conformado por 2 estudiantes. Un estudiante de cada equipo asumió el rol de gerente de proyecto del área correspondiente. Se desarrolló un laboratorio, además de que el robot final queda al servicio de los estudiantes de la facultad con el fin de que los estudiantes que trabajan su tesis, que permitirá puedan realizar prácticas, pruebas, adecuaciones y mejorar, realizar sesiones de capacitación y aprender cómo obtener información del campo, procesarla dentro del robot y procesar esos datos para realizar alguna tarea o función.

La dinámica de trabajo consistió en que los estudiantes coordinados por un profesor investigador tendrían que diseñar, construir el robot agrícola y participar en el concurso. Mi participación consistió en la observación participante durante todo el proceso, registro de datos y análisis para evaluar si el ABP tiene incidencia significativa sobre la forma en la que aprenden los alumnos y los resultados obtenidos en el proceso de enseñanza y aprendizaje; siendo de corte cualitativo por lo que también nos interesó el conocer la percepción de los participantes sobre esta metodología.

Como parte de la investigación, se realizaron varias entrevistas a lo largo del proceso para evaluar el impacto de estas técnicas en el aprendizaje de ingeniería. Las entrevistas evalúan la adquisición de competencias específicas y genéricas, así como el grado de satisfacción de los estudiantes con respecto al uso de estas metodologías de aprendizaje.

Los resultados de las entrevistas y la percepción de los profesores muestran que el PBL fomenta la motivación de los estudiantes y mejora sus resultados. No solo adquieren una mejor capacitación técnica, sino que también mejoran sus habilidades transversales. También se señala que esta metodología requiere más dedicación por parte de los profesores que los métodos tradicionales.

Palabras clave: aprendizaje activo; Aprendizaje en base a proyectos; Trabajo en equipo; Diseño satelital

4.1 Introducción

En los últimos años, se ha producido una transformación en los métodos de enseñanza y aprendizaje en las universidades europeas, con el objetivo de aumentar el aprendizaje activo (Johnson, 1998), (Prince, 2004). La transformación se debe principalmente a la creación del nuevo Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) (Ministros de Educación de la Unión Europea, 1999). El modelo propuesto por el EEES implica la transición de un sistema educativo basado en la enseñanza a un sistema basado en el aprendizaje, lo que convierte al alumno en el centro del proceso educativo.

La aplicación de estos nuevos modelos beneficia particularmente a la educación en ingeniería, porque la capacitación en ingeniería tiene un componente de práctica esencial. El PBL mejora no solo la adquisición de competencias específicas de cada materia por parte de los estudiantes, sino también el desarrollo de competencias genéricas como comunicación, trabajo en equipo, liderazgo, etc., que son cada vez más valoradas en el campo profesional.

Este trabajo describe las actividades de innovación educativa realizadas en educación en ingeniería, en el año académico 2017/18 en la Universidad de Maribor.

Estas actividades de innovación se han integrado a lo largo de los dos últimos semestres del grado de Ingeniería en Biosistemas de la Facultad de Agricultura y Ciencias de la Vida. Los estudiantes en este semestre no han estado expuestos al Proyecto de Aprendizaje Basado anteriormente, y después de completar su grado de cinco años, generalmente pasan directamente a la industria.

4.2 Descripción de las actividades

El objetivo principal de las actividades realizadas es el de brindar a los estudiantes una capacitación lo más completa posible, que abarca tanto el aprendizaje de ingeniería como la adquisición de habilidades genéricas y la madurez. Además, todas las actividades tuvieron como objetivo acercar a los estudiantes a las tecnologías actuales y al modo de trabajar en la industria de la programación y robótica.

Las actividades en la Universidad de Maribor fueron diseñadas para dar cubrir el proceso completo del diseño, construcción y puesta en marcha del robot agricultor. El proyecto no formó parte de una asignatura formal dentro del plan de estudios.

Tiene como objetivos de aprendizaje:

- Comprender las relaciones entre los elementos físicos y químicos de campo y un robot.
- Comprender el proceso de recolección de datos del medio ambiente, su procesamiento y respuesta ante esos datos.
- Ser capaz de diseñar un robot, identificando diferentes posibilidades de diseño, siendo creativo, gestionando datos imprecisos y haciendo frente a los retos propuestos en el concurso.
- Comprender las fases de integración y validación en un proyecto de robot agricultor.
- Ser capaz de redactar informes técnicos de buena calidad.
- Poder presentar y defender eficazmente la obra.
- Poder utilizar documentación técnica y la realización de una programación y presupuesto.
- Ser capaz de gestionar el tiempo de trabajo.
- Poder colaborar con otros compañeros eficazmente.

El propósito del proyecto propuesto es continuar el desarrollo de un robot agrícola estudiantil. En el marco de la convocatoria anterior, un grupo de estudiantes diseñó y construyó una nueva plataforma móvil, que es, por un lado, lo suficientemente potente para tareas agrícolas básicas y por otro es adecuada para adquirir nuevos conocimientos en agricultura, ingeniería mecánica, informática y, por último, electrónica. Sin embargo, dado que este es un problema complejo y un proyecto más grande, un grupo de estudiantes no pudo desarrollar el software en un período de cinco meses en la medida en que el robot funcionaría de manera autónoma de manera rápida, confiable y robusta. Por lo tanto, continuamos con el proyecto en el marco de una nueva licitación, con el objetivo de despertar el interés de la nueva generación de estudiantes de tecnología agrícola. Queremos presentarlos de una manera interesante e instructiva a los problemas de la agronomía y resolverlos de una manera creativa a través de un intercambio interdisciplinario de conocimiento.

El problema que resolvemos en el proyecto es cómo desarrollar un robot que trabaje en el campo de forma completamente autónoma. En este contexto, es necesario desarrollar todo

el hardware y software necesarios. Como parte del nuevo proyecto, nos enfocaremos principalmente en la actualización de software de robots (por ejemplo, con los datos de un sensor LIDAR multicanal completamente nuevo), con el desarrollo de nuevos algoritmos de localización y navegación que funcionarán con el soporte de uno o más sensores LIDAR de múltiples canales y soporte de visión por computadora detección de malas hierbas estructuras conocidas basadas en escenas digitales.

Seleccionamos un enfoque de aprendizaje inverso para resolver el problema. Primero se presentará a los estudiantes con un problema real de navegación autónoma en superficies cultivadas (sin usar navegación RTK y usando los dispositivos de radar más avanzados) y el problema de la detección de cultivos / plagas. A esto le seguirá una visión general de los equipos potencialmente útiles que se pueden utilizar para lograr el objetivo, todo esto con el fin de encontrar nuevos procedimientos para la navegación autónoma y la detección de objetos que también sean adecuados en condiciones naturales complejas.

El objetivo es desarrollar un robot que pueda realizar una navegación autónoma entre los tipos de cultivo. Tal robot podrá ubicarse en el campo y planear su camino a una nueva ubicación en la superficie de trabajo, con el apoyo del último sensor LIDAR multicanal. Tal robot debe ser capaz de separar el recorte de las escenas de la escena, que es un requisito previo para un procesamiento posterior, como, por ejemplo, control mecánico de malezas, tratamiento con fitosanitarios, etc.

Cabe señalar que el robot debe tener tres características fundamentales:

a) Robot autónomo. Para el cumplimiento de los requisitos generales, fue necesario desarrollar un robot de modo autónomo, ya que en todas las etapas del concurso estos deben actuar de forma autónoma, incluido el estilo libre. Conducir por cualquier control remoto durante la tarea no está permitido en ningún momento. Esto incluye la dirección, el movimiento y todas las funciones que producen movimiento o acción en la máquina. La única excepción es la función de parada y arranque para las correcciones manuales de la máquina.

Durante el inicio, el robot se coloca al principio de la primera fila. La línea de inicio está marcada con una línea de cruz blanca. Cualquier parte del robot no debe exceder la línea blanca en el inicio. Para señalar el inicio y el final de una tarea, habrá una clara señal acústica. Después de la señal de inicio, el robot debe comenzar dentro de un minuto. Si el

robot no se inicia dentro de este tiempo, tendrá una segunda oportunidad después de que todos los demás equipos terminen sus carreras, pero después de una reparación básica, debe ser devuelto al “parque fermé” tan pronto como sea posible. Si el robot falla dos veces, el robot será excluido de la lista de tareas.

b) Controlador de arranque y parada

Todos los robots deben estar equipados y conectados a un controlador remoto “start”/”stop”. Se permiten pantallas remotas adicionales, pero sin la interacción del usuario, por ejemplo. ordenador portátil. De preferencia, el control remoto es un dispositivo con dos botones claramente marcados “start” y “stop”. Alternativamente, la codificación se puede hacer con colores verdes y rojos claros.

Se permite usar un interruptor basculante con la posición on/off con retención, si “on” y “off” están claramente marcados con texto en el control remoto.

Cualquier botón del control remoto no puede tocarse durante más de un segundo a la vez. En otras palabras, un botón, que se debe presionar todo el tiempo, no está permitido. El control remoto puede contener otros botones o controles que no sean las entradas “start/stop” requeridas/permitidas, pero no se puede usar ningún otro botón en ningún momento durante cualquier tarea.

Antes de comenzar cualquier tarea, el control remoto debe colocarse en la mesa que se encuentra en el borde del campo. Un miembro del equipo puede tocar las entradas “start” y “stop” del control remoto. La posible pantalla remota también debe colocarse en la misma mesa.

El control remoto debe presentarse a los miembros del jurado antes de la ejecución. Un miembro del jurado observará el uso del controlador remoto “start/stop” durante la ejecución de la tarea.

En cada tarea, el robot debe iniciarse utilizando la entrada de “inicio” del controlador remoto, no presionando ningún botón en el mismo robot.

Durante cualquier tarea, mientras el robot se detiene en el campo utilizando el control remoto, se le permite usar cualquier botón del mismo robot, por ejemplo, para cambiar el estado del sistema de navegación.

Mientras el robot está detenido y un miembro del equipo puede estar en el campo, además de rotar el robot, el miembro del equipo puede tocar los botones y otros dispositivos de

entrada montados en el robot. Otros controladores remotos, además del controlador “start/stop”, están estrictamente prohibidos para ser utilizados en cualquier momento.

c. Corrección manual del robot.

Un miembro del equipo puede ingresar al campo después de que el mismo miembro del equipo haya presionado el botón “detener” del control remoto y el robot se haya detenido por completo (sin movimiento). Se recomienda instalar algún indicador en el robot para ver si el robot está en el modo STOP antes de ingresar al campo para evitar la descalificación.

El operador “start”/”stop” también es responsable de las correcciones del robot eventualmente manuales. Debido a que puede ser difícil para él/ella monitorear el comportamiento del robot desde una gran distancia, otro miembro del equipo puede estar dentro del área de 2 m entre una cinta textil roja y el área de la planta de cultivo (vea la imagen 1 y 2 en el final de este documento). Este segundo miembro del equipo podría dar instrucciones al operador, pero esta persona de apoyo es solo un observador y en ningún caso se le permite ingresar al área de la planta de cultivo o interactuar con el robot.

Después de dejar el control remoto en la mesa, el operador puede girar, no mover, el robot en el campo. La única excepción para moverse es dentro de la fila, donde el robot puede necesitar volver al camino si una rueda o pista del robot ha chocado con el tallo de la planta de maíz, para evitar un mayor daño de las plantas. El transporte del robot solo se permite después de errores de navegación significativos para devolverlo a la última posición y orientación correctas.

En el promontorio, solo se permite la rotación para darle al robot una nueva orientación, no se permite ni mover ni transportar.

Los estudiantes desarrollarán las siguientes habilidades y características del robot:

1. Navegación básica.

Los robots deben navegar de forma autónoma. En tres minutos, el robot debe navegar a través de largas hileras curvas de plantas de maíz (imagen 1 al final de este texto). El objetivo es cubrir la mayor distancia posible. En el promontorio, el robot tiene que girar y regresar en la fila adyacente. No habrá plantas desaparecidas en las filas. Esta tarea tiene que ver con la precisión, la suavidad y la velocidad de la operación de navegación entre las filas.

Condiciones de campo

Se colocan piedras aleatorias a lo largo del camino para representar un escenario de campo realista. Las piedras no superan los 25 mm del nivel medio del suelo. Las piedras pueden ser pequeñas piedras (diámetro <25 mm) colocadas en el suelo y grandes rocas que empujan (máx. 25 mm) fuera del suelo, ambas están instaladas. En otras palabras, se requieren habilidades definidas por la distancia al suelo de la máquina y para superar pequeños obstáculos. Una cinta textil roja de 50 mm de ancho se coloca en el campo a 2 metros de las plantas.

2. Navegación avanzada

Para esta tarea, los robots están navegando de forma autónoma. En condiciones reales de campo, el crecimiento de la planta de cultivo no es uniforme. Además, a veces las filas de cultivo ni siquiera son paralelas.

Los robots alcanzarán la mayor distancia posible dentro de los 3 minutos mientras navegan entre hileras rectas de plantas de maíz, pero los robots deben seguir un determinado patrón de trayectoria predefinido a través del campo (imagen 2 al final de este texto). Además, en algunas ubicaciones, faltarán plantas (huecos) en uno o ambos lados con una longitud máxima de 1 metro. No habrá espacios en las entradas de la fila.

El robot debe conducir los caminos en un orden dado. El código del patrón de trayectoria a través del campo de maíz se realiza de la siguiente manera: S significa “inicio”, L significa giro de la mano “izquierda”, R significa giro de la mano “derecha” y F significa “finalizar”. El número antes de L o R representa la fila que se debe ingresar después del turno. Por lo tanto, 2L significa: Ingrese a la segunda fila después de un giro a la izquierda, 3R significa: Ingrese a la tercera fila después de un giro a la derecha. El código para un patrón de ruta, por ejemplo, puede darse como: S - 3L - 2L - 2R - 1R - 5L - F.

El código del patrón de ruta se pone a disposición de los competidores 15 minutos antes de colocar todos los robots en el “parque fermé”. Por lo tanto, los equipos no tendrán la oportunidad de probarlo en el campo del concurso.

3. Detección selectiva

Para esta tarea, los robots están navegando de forma autónoma. Los robots detectarán parches de malezas representados por tees de golf rojos y azules. Puede encontrar más

detalles sobre los tees al final de este documento (Apéndice B). La tarea 3 se lleva a cabo en el área utilizada en la tarea 2 con filas rectas. Sin embargo, se requiere una navegación simple por filas y el robot tiene que activar el promontorio y regresar en la fila adyacente. Habrá nueve (9) parches de malezas en

total con tres parches en cada uno de los tres primeros entre el espacio entre filas. El final del espaciado de la tercera fila es la línea de meta para esta tarea 3.

Las malezas son objetos representados por tees de golf azules y rojos distribuidos entre las filas en el suelo. Las malezas se colocan como parches de malezas en un área cuadrada de 25 cm x 25 cm. El número total de malezas es de 10 por parche de malezas, pero existen diferentes combinaciones con respecto al número de tees rojos y azules. Las tees se encuentran en el suelo con solo la cabeza o la parte superior visible (1 a 2 cm). Los parches de malezas están ubicados en una banda centrada de 25 cm de ancho entre las filas. Los robots pueden conducir a través o sobre ellos sin penalización. No hay malezas ubicadas dentro de las filas y en los promontorios. Un ejemplo posible se ilustra en la imagen 3.

El jurado registra y evalúa la señalización de la siguiente manera:

- Verdaderos positivos (señales correctas, detección correcta)
- Falsos positivos (señales erróneas, pero detección de malezas) - Falsos negativos

(No hay señales con malezas o señales sin malezas)

+ / más 6 puntos, + / más 2 puntos

- / 2 puntos negativos.

El daño de la planta por el robot dará como resultado una penalización de 1 punto por planta.

4. Deshierbar el suelo

Para esta tarea, los robots están navegando de forma autónoma. Los robots eliminarán las malezas de tres (3) parches de malezas representados por tees de golf rojos (Apéndice B). Probablemente se necesita una herramienta activa de suelo ocupado para tener éxito en esta tarea. Con el fin de minimizar la energía utilizada, la herramienta debe estar activa solo en los puntos de malezas. Además, la cantidad de tierra alejada de las manchas también debe minimizarse. La tarea 4 se lleva a cabo en el área utilizada en la tarea 2 con filas rectas. Sin embargo, no se dará una secuencia de ruta específica como en la tarea 2 y el robot debe activar el promontorio y regresar a la fila adyacente. Los tres parches de malezas se

colocarán uno en cada uno de los tres espacios de la primera fila. Por lo tanto, el final del espaciado de la tercera fila es la línea de meta para esta tarea.

5. “Freestyle”

Los equipos están invitados a dejar que sus robots realicen una operación de estilo libre. Se requiere creatividad y diversión para esta tarea, así como un rendimiento orientado a la aplicación. Un miembro del equipo tiene que presentar la idea, la realización y tal vez comentar el rendimiento del robot ante el jurado y la audiencia. La tarea de estilo libre debe estar relacionada con una aplicación agrícola. Los equipos tendrán un límite de tiempo de cinco minutos para la presentación, incluido el rendimiento del robot.

El jurado evaluará la (i) idea agronómica, la (ii) complejidad técnica y (iii) el rendimiento del robot.

Sólo su muy alta motivación y compromiso con el proyecto lo hicieron posible. El diseño completo de varios subsistemas se realizó con la participación de los estudiantes, a saber: el diseño general (dos estudiantes) el chasis y los motores (dos estudiantes), la programación (dos estudiantes), el sistema de sensores (dos estudiantes).

Algunos estudiantes pudieron participar en la fase inicial del proyecto, más enfocados en el diseño; otros en la fase de adquisición, fabricación y validación, que tienen una interacción directa con las industrias donde se realizan las pruebas.

La participación en proyectos internacionales permite la internacionalización de la enseñanza, promueve el interés de los estudiantes y aumenta su motivación.

4.3 Metodología ABP

ABP es un modelo de aprendizaje que organiza el aprendizaje en torno a los proyectos.

Thomas (2000) enumera cinco aspectos que deben considerarse en proyectos de ABP:

- Los proyectos son centrales, no periféricos al currículum.
- Los proyectos se centran en preguntas o problemas que llevan a los estudiantes a encontrar los conceptos y principios centrales.
de una disciplina.
- Los proyectos involucran a los alumnos en una investigación constructiva.
- Los proyectos son impulsados por los estudiantes a un grado significativo.
- Los proyectos son realistas, no como la escuela.

Además, la metodología PBL enfatiza actividades que:

- son a largo plazo,
- están centrados en el estudiante,
- se basan en el aprendizaje colaborativo en equipo,
- están integrados con las prácticas del mundo real,
- tener resultados productivos,
- Tiene un impacto en habilidades como la autogestión, equipo-Trabajo, liderazgo, gestión del tiempo, comunicación. y resolución de problemas,
- Utilizar herramientas de base tecnológica.

3.1. Implementación de metodología PBL.

Al comienzo del proyecto cada, los estudiantes deben elegir una de las cuatro áreas del proyecto y trabajar con una pareja.

Asistir a las reuniones quincenales y presentar sus avances, dudas, y aportaciones a los otros equipos.

Cada pareja es responsable del diseño del subsistema correspondiente. Esto requiere que todos los estudiantes estudien su subsistema y cómo integrarlo en todo el sistema; por lo tanto, es necesario que ellos negocien con los otros miembros del equipo, ya que las decisiones sobre cada subsistema afectan los requisitos y el diseño de otros subsistemas, lo que afecta el diseño y el rendimiento final del sistema. Transmitir las relaciones entre subsistemas es siempre una tarea difícil en las clases teóricas, pero los estudiantes con este ejercicio lo entienden muy bien.

Con esta metodología de aprendizaje, los estudiantes realizan un trabajo similar al desarrollado en diferentes empresas y agencias agrícolas en las etapas preliminares de un proyecto.

La evaluación del desempeño de los estudiantes es una de las tareas más difíciles en los cursos de PBL Dutson (1997). Cuando se trata de trabajo en equipo, a menudo es difícil identificar el esfuerzo y los resultados de cada estudiante. En este proceso no existió una evaluación a los alumnos de manera formal, pero se llevaron a cabo las siguientes acciones:

- Monitoreo de grupos en el aula: al menos 1.5 h / semana de trabajo en equipo se realizan en el aula con un profesor que supervisa y guía a los estudiantes en su trabajo.
- Presentaciones regulares a lo largo del semestre donde cada grupo presenta su Análisis de Misión y diseño de Subsistemas. Cada presentación se evalúa y, si se detectan errores significativos, se deben corregir para la presentación final.
- Se entregan varios entregables a lo largo del plazo del proyecto.

El proyecto se realiza en 80 h de trabajo en clase (incluidas las clases teóricas centradas en el proyecto, las presentaciones orales y las clases de trabajo en equipo), durante 20 semanas.

4. Resultados

Las entrevistas y cuestionarios realizados a lo largo del proyecto (al principio y al final del proceso) para evaluar el efecto de PBL, no solo en el conocimiento técnico de los estudiantes, sino también en competencias transversales o genéricas.

La primera entrevista se distribuyó al comienzo del curso y la última una vez que terminó el proyecto.

En cuanto al tipo de preguntas, se pueden agrupar en cuatro bloques diferentes:

1. Cuestiones técnicas sobre el tema.
2. Preguntas sobre la autoevaluación del aprendizaje.
3. Preguntas sobre el tema en general.
4. Preguntas sobre el modelo de PBL.

Preguntas

1. Aplicar el balance térmico de un satélite para calcular las temperaturas.
2. Determinar los sensores necesarios para la actitud del satélite.
3. Entender el sistema de estabilización pasiva por giro y aplicarlo a un satélite particular
4. Entender el sistema de estabilización pasiva por gradiente de gravedad y aplicarlo a un satélite en particular
5. Comprender y dimensionar las necesidades de gestión y archivo de datos en un espacio

misión

6. Dimensionar el sistema de comunicación de una nave espacial.

7. Comprender las interrelaciones entre los diferentes subsistemas de un
astronave

8. Comprender cómo la integración de los subsistemas de una nave espacial debe ser
hecho

9. Entender cómo funciona el EPS

10. Entender cómo funciona el DHS

11. Comprender cómo funciona el ACS con la rueda de reacción 12. Realizar un análisis
de una misión espacial

4.1. Preguntas técnicas sobre el tema.

Esta sección contiene los resultados de las encuestas realizadas para analizar la autopercepción los estudiantes tienen sobre su conocimiento de los aspectos técnicos de la materia.

De acuerdo con estos resultados, se puede afirmar que los estudiantes de PBL se sienten más seguros de su conocimiento técnico.

4.2. Preguntas sobre la autoevaluación del aprendizaje.

Esta sección contiene los resultados de la encuesta realizada para analizar la autoevaluación de los estudiantes tienen sobre algunas competencias genéricas que la metodología de PBL debería mejorar.

Es interesante ver que para algunas preguntas, como la segunda (Resolver problemas) o la tercera (Síntesis),

4.3. Preguntas sobre el tema en general.

Los estudiantes con PBL muestran un mayor interés en la materia que los estudiantes Otros estudios basados en datos de auto informe han señalado que la mayoría de los estudiantes involucrados en PBL están de acuerdo en que los proyectos ayudan a motivarlos e indican un mayor interés en los temas involucrados (Thomas, 2000).

4.4. Preguntas sobre la metodología PBL.

Los resultados muestran que los estudiantes consideran que la metodología de PBL requiere más trabajo de ellos, como también lo han señalado otros autores (Mason, 2004). Como se explica en la Sección 5, los estudiantes tienen dificultades para enfrentar el proyecto porque sus experiencias de aprendizaje anteriores se han basado en el enfoque determinista de la ciencia de la ingeniería Dym (2005). El cambio es difícil para ellos porque tienen que desarrollar nuevas habilidades y adaptar sus estilos de aprendizaje.

Además, los estudiantes a veces invierten demasiado esfuerzo en el proyecto y realizan mucho más trabajo del necesario para cumplir los objetivos del proyecto. Este es un problema que los instructores han tratado de corregir por varios medios, como limitar la cantidad de páginas en los informes.

Sin embargo, aunque los estudiantes sienten que tienen que trabajar más duro, lo recomendarían a otros estudiantes porque entienden que aprenden más que con las metodologías tradicionales y desarrollan competencias genéricas que no se adquieren con las metodologías tradicionales.

4.5. Limitaciones de la investigación.

Hay algunas deficiencias inherentes a este tipo de investigación porque la metodología de PBL no es obligatoria. Dado que los estudiantes de PBL participan voluntariamente, pueden estar más motivados e interesados en la materia que los estudiantes tradicionales. Por lo tanto, no se puede declarar que los resultados descritos anteriormente solo son causados por el PBL en sí mismo, pueden ser causados por una interacción entre la metodología PBL y la predisposición del estudiante. Otra limitación de la investigación es que todos los datos son auto informados, lo que significa que puede haber sesgo en las respuestas de los estudiantes.

La percepción de los instructores de la implementación del PBL y sus resultados.

La preparación y la implementación del PBL han requerido un trabajo mucho mayor que la preparación y la entrega de cursos tradicionales, como se ha señalado en la literatura , Dutson op.cit.. Los profesores están acostumbrados a las metodologías tradicionales y el cambio a otras nuevas requiere la preparación de nuevo material, a pensar en nuevas formas de evaluar el desempeño de los estudiantes y, lo que es más importante, a aventurarse en un nuevo territorio que requiere un fondo que no siempre es adecuado plenamente

desarrollado en el mundo académico. En este caso, los profesores tenían una profunda relación profesional con la industria agrícola y robótica por trabajar en proyectos de ingeniería, y esto no era una gran carga. En otros casos, si los instructores no tienen suficiente experiencia con proyectos de ingeniería reales, esto podría ser un problema.

La carga diaria de trabajo de los instructores aumentó porque los estudiantes no habían trabajado antes en diseño ni en un PBL. Estaban acostumbrados a un enfoque epistemológico con preguntas sistemáticas, donde se aplican principios comprobados y conocidos para analizar un problema y alcanzar respuestas o soluciones verificables y "veraces".

El cambio de preguntas sistemáticas a modelos de diseño o síntesis entró en conflicto con los antecedentes de los estudiantes; El enfoque determinista de la ciencia de la ingeniería (Dym et al., 2005). Este cambio es difícil para los estudiantes que se sienten incómodos en el nuevo contexto y requieren una guía significativamente mayor de sus instructores. Además, para mejorar las habilidades de comunicación de los estudiantes y hacer que apliquen los fundamentos de ingeniería de manera rigurosa, es importante tener un seguimiento muy cercano del trabajo de los estudiantes. Esto requiere una mayor dedicación de las conferencias fuera del aula, en comparación con la requerida en la metodología tradicional.

Uno de los principales problemas que encontramos en nuestra escuela es una baja participación de los estudiantes en clase y una baja interacción con sus profesores. La metodología PBL ha demostrado mejorar esta interacción y es muy gratificante para los profesores.

Otro tema importante que descubrimos es la poca capacidad de comunicación de nuestros estudiantes. No se enfrentan a tener que escribir informes técnicos sobre el trabajo realizado, ni a realizar presentaciones orales. La experiencia de PBL ha demostrado que estas habilidades tienen que formar parte del plan de estudios.

El trabajo en equipo fue inicialmente difícil para los estudiantes, pero los resultados obtenidos en el PBL fueron buenos, con pocas excepciones.

La metodología de PBL ha permitido la aplicación de conocimiento para diseñar sistemas y sistemas de pensamiento, que han proporcionado a los estudiantes habilidades que no son

alcanzables con las metodologías de aprendizaje tradicionales. La percepción de los profesores es que los estudiantes obtienen un rendimiento significativamente mayor al pensar en las dinámicas del sistema, razonar sobre la incertidumbre, hacer estimaciones y ser creativos.

5. Conclusiones

Después de haber realizado la implementación del ABP impulsadas por la premisa de que, para alentar la motivación de los estudiantes y mejorar los resultados, es esencial tener un papel más activo en el aprendizaje, se puede afirmar que:

- Los estudiantes de PBL se sienten más seguros de su conocimiento técnico.
- El PBL aumenta la motivación, el interés en los temas temáticos y la satisfacción de los estudiantes.
- La metodología PBL mejora el aprendizaje de los estudiantes y mejora no solo su confianza en sus habilidades técnicas, sino también las habilidades transversales cada vez más demandadas en el mundo de los negocios, que los métodos clásicos no desarrollan.
- La metodología de PBL requiere más esfuerzo y dedicación de los estudiantes que la metodología clásica. Entonces, si esta u otras metodologías similares se implementan en varias asignaturas del mismo semestre, una coordinación adecuada de la carga de trabajo entre ellos debe hacerse.

- La metodología de PBL requiere más esfuerzo y dedicación por parte de los maestros que la metodología clásica. Como han señalado otros autores (Dutson, op.cit)., (Kamp , 2012), la metodología de PBL requiere la preparación de un nuevo material, una supervisión continua del desempeño de los estudiantes, nuevas formas de evaluación y una formación profesional, no solo académicos, en las áreas técnicas de los proyectos.

Los estudiantes también reciben con gran interés todo tipo de iniciativas que impliquen su participación activa en proyectos reales. Los proyectos internacionales permiten además la internacionalización de la enseñanza y alientan aún más la motivación de los estudiantes. También encontramos que trabajar con robots de demostración es muy motivador para los estudiantes y permite una transmisión más amplia de conocimiento. Sin embargo, la implementación de estas iniciativas implica mucho más trabajo para los profesores que participan en ellas.

En general, todas las experiencias educativas descritas en este documento representan una fuerte motivación no solo para los estudiantes, sino también para los profesores y el personal que participan en ellos.

Preguntas sobre la autoevaluación sobre competencias genéricas.
1. Relación entre teoría y práctica.
2. Resolviendo problemas
3. Síntesis
4. Comunicación oral.
5. Escritura.
6. Trabajo en equipo
7. Gestión del tiempo
8. Liderazgo
9. la creatividad

Preguntas generales sobre el tema.
1. Tu interés en el tema.
2. La relevancia que creas que el tema tendrá en tu formando como ingeniero
3. Nivel de dificultad de la asignatura que esperas (Pre) Nivel de dificultad de la asignatura (post).

Preguntas sobre la metodología PBL
1. ¿Crees que con esta metodología de aprendizaje aprendes más?
2. ¿Esta metodología te hace trabajar más duro?
3. ¿Crees que con esta metodología desarrollas habilidades que no adquieres con la clásica?
4. ¿Está satisfecho con los resultados considerando el trabajo realizado?
5. ¿Recomendaría elegir la opción de PBL a otros estudiantes?

FarmBEAST

Miembros del equipo:	Aljaz ZAJC, Benjamin ZALOZNIK, Erik RIHTER, Gasper FRIDRIH, Jakob SAFARIC, Jernej MLINARIC, Kristijan POLOVIC, Marcos MIZERIT, Peter BERNAD,
Capitán del equipo:	
Instructor (es):	Prof. dr. Miran LAKOTA doc. dr. Jurij RAKUN
Institución:	Faculty of Agriculture and Life Sciences, University of Maribor
Departamento:	Ingeniería de biosistemas
País:	Eslovenia
Email:	jurij.rakun@um.si
Webpage:	fkbv.um.si

La máquina			
W x L x H (cm):	52,7 x 65 x 50	Weight (kg):	35
Commercial or prototype:	Prototype	Número de llantas:	4
Concepto de transmisión / máx. velocidad (m / s):	0.5	Radio de giro (cm)	75
Tipo de batería / capacidad (Ah):	6	Potencia total del motor (W):	
Sensor(s) type(s) used:		5 LIDAR (single and multi channel), 2 x camera, IMU	

Descripción del software del sistema del controlador (análisis de datos del sensor, control de la máquina, etc.)
Linux Ubuntu, Robot Operating System

Descripción del hardware del sistema del controlador (controlador del motor, computadora, etc.)
Raspberry Pi 3 Model B (low level computer) + Intel NUC 7i7BNH (high level computer)

Breve descripción de la estrategia para navegación y aplicaciones.
Custom infield navigation algorithm based on LIDAR and IMU readings.

Estos son los patrocinadores y socios del equipo comercial (si los hay)
SMT, CLAAS, EMSISO

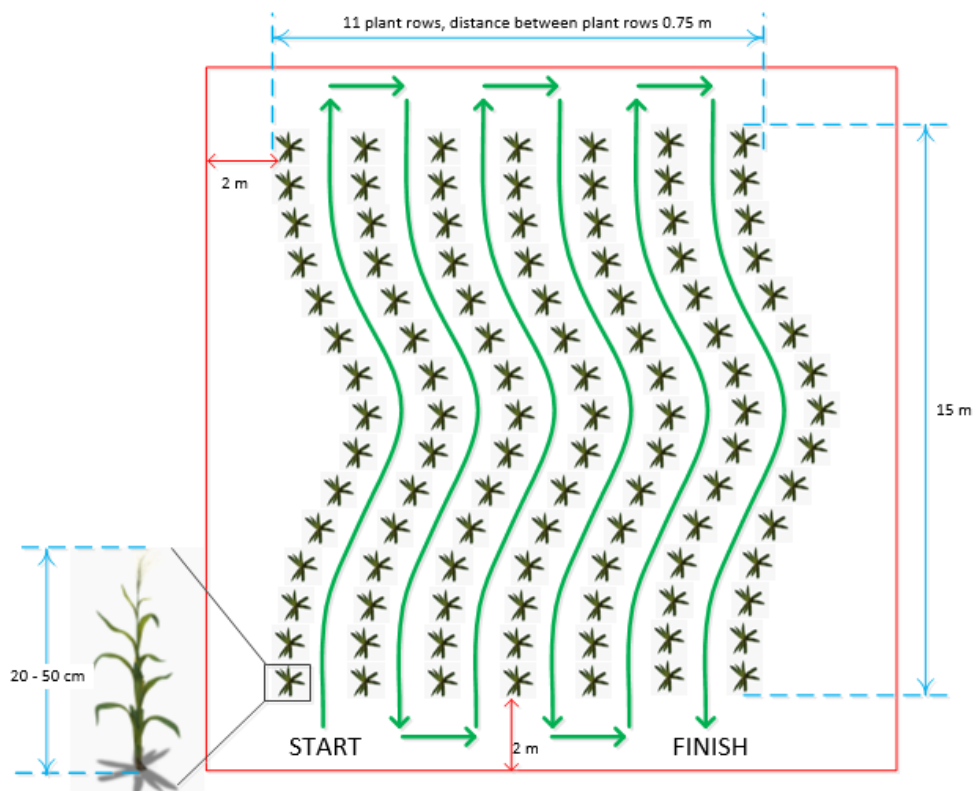


Imagen 1 - Dimensiones y patrón de filas para la tarea 1

CAPÍTULO 5: Propuesta

5.1 Propuesta

El curso se realizará con la finalidad de analizar elementos conceptuales de la función educativa del Raspberry Pi para colaborar en la formación de estudiantes a través de diversas actividades didácticas que permitan realizar una práctica agrícola.

Dicho curso se conforma de tres apartados: teoría, planeación de herramientas y práctica in situ. Las actividades serán realizadas con la finalidad de promover en los estudiantes el uso de la programación, diseño y construcción de proyectos agrícolas mediante el uso del Raspberry Pi.

Se pretende que los conceptos y temáticas sean analizados durante las sesiones; además de que se vinculen y documenten con la finalidad de observar el avance de cada uno de los participantes. El curso se dirige a participantes que se interesen en desarrollar aplicaciones agrícolas mediante el uso del Raspberry Pi.

5.2 Estrategias didácticas

Definición de estrategia didáctica

El término estrategia tiene sus orígenes en el ámbito militar y significa “el arte de dirigir las operaciones militares”. Sin embargo, con el desarrollo del paradigma cognitivo, así como el desarrollo del constructivismo, el concepto de estrategia se transformó, creativamente, al ámbito educativo dentro del marco de las propuestas de enseñar a pensar y de aprender a aprender. Por ende, las estrategias son, a partir de este enfoque, elemento esencial del proceso de enseñanza y aprendizaje. Son el sistema de actividades (acciones y operaciones) que permiten la realización de una tarea con calidad requerida debido a la flexibilidad y adaptabilidad a las condiciones existentes (Ferreiro, 2010).

Del mismo modo, Ferreiro define a las estrategias didácticas -o también conocidas como estrategias de enseñanza o instruccionales- como el sistema de acciones y operaciones tanto físicas como mentales, que facilitan la interactividad del sujeto que aprende con el objeto del conocimiento, y la relación de ayuda y cooperación con otros compañeros durante el

proceso de aprendizaje (interacción) para realizar una tarea. Las estrategias didácticas constituyen herramientas de mediación entre el sujeto que aprende y el contenido de enseñanza que el profesor emplea para lograr determinados aprendizajes.

En palabras de Monereo, (1999) las estrategias didácticas “son siempre conscientes e intencionales, dirigidas siempre a un objetivo relacionado con el aprendizaje”, es decir, [...] “la estrategia se considera como una guía de las acciones que hay que seguir “(p.23).

Se puede decir que, en el aula la buena utilización de las estrategias didácticas o también conocidas como estrategias de aprendizaje, favorece en los alumnos la toma consciente de decisiones, porque facilita la construcción de un aprendizaje significativo. Sobre esta perspectiva, Monereo et al., (1999) explican que el uso correcto de las estrategias de aprendizaje ayuda a que los estudiantes establezcan relaciones significativas entre lo que ya saben (sus conocimientos previos) y la nueva información (las características y los objetivos de la tarea que deben realizar). De igual forma, ayudan a que el alumno seleccione de manera menos aleatoria cuales son los procedimientos más apropiados para llevar a cabo la tarea propuesta. De esta manera, el alumno no solo aprende cómo emplear determinados procedimientos, sino por qué y cuándo puede utilizarlos.

Para Hernández Poveda (2001), “Las estrategias didácticas son las grandes herramientas con las que cuentan la maestra o el maestro y el niño y la niña (de cualquier edad y nivel escolar). Acuden en su ayuda cuando tiene que comprender un texto, construir conocimiento, resolver un problema, servir de mediador ante sus compañeros de clase, participar y aprender” pg. 71.

Evidentemente, las estrategias didácticas deben ser entendidas como el conjunto de acciones que realiza el docente con una clara intención pedagógica. Siguiendo la línea de Bixio (1999, en Boggino, 2004), es fundamental tomar en cuenta los modos en que el profesor se posicione ante dichas estrategias, porque de él depende el ligado de condicionantes que configuran situaciones con diversas peculiaridades que pueden promover el desarrollo de la significatividad de los aprendizajes en los alumnos o todo lo contrario.

Por su parte, Ferreiro (2010) manifiesta que las estrategias didácticas, sin más, guían y orientan la actividad mental del alumno, para que este aprenda significativamente. Una estrategia didáctica es buena en la misma medida en que desata una secuencia de operaciones mentales que permitan al alumno organizar, decodificar, integrar, recuperar y elaborar óptimamente la información conforme a su estructura mental, para su aplicación o empleo.

Sin embargo, cabe resaltar que la estrategia, por buena que sea, no va a surtir efecto si el docente carece de la habilidad necesaria para su desarrollo en clase. Se requiere como en todo, conocer por qué y para qué emplear esa estrategia, cómo desarrollarla creativamente y, desde luego, cuándo y dónde. Asimismo, el autor menciona que la aplicación de estrategias didácticas implica entre otras cosas:

- Una selección previa, cuidadosa, que tenga muy presente su adecuación a las características biopsicosociales del grupo, la intención para la cual es seleccionada, su duración, las condiciones que exige, su aplicación, así como los recursos necesarios.
- Un empleo creativo de las mismas. Las estrategias de enseñanza son instrumentos de mediación que, como tales, exigen tener muy presente la intención con la que se aplican, lograr la reciprocidad necesaria para la construcción del conocimiento y hacer posible la trascendencia del aquí y el ahora.
- Una valoración posterior acerca de cómo se aplicó, como reaccionó el grupo, el tiempo, los resultados y concluir respecto de su eficiencia.

Hernández Poveda (2001) precisa que, en materia de enseñanza, las estrategias didácticas promueven el trabajo en equipo, ayudan a la evaluación y a la autoevaluación. Las estrategias favorecen la participación genuina de los estudiantes y mejoran los hábitos de estudio. Además, las estrategias se entrelazan con un conjunto de acciones que facilitan al estudiante desarrollar su repertorio de estrategias cognitivas. Asimismo, las estrategias didácticas contribuyen a crear un clima para el desarrollo de un aprendizaje profundo, dinámico y sobre todo funcional en la vida, convirtiéndose en algo significativo para el sujeto.

5.2 Materiales didácticos

La adecuada selección y valorización de los materiales educativos por parte del docente es un punto clave para optimizar el desarrollo de los procesos de E-A, dado que son herramientas que permiten establecer la estrategia didáctica pertinente para lograr los objetivos planteados, es decir, propiciar la construcción de aprendizajes significativos en los alumnos. En términos de Ogalde y Bardavid (1992), los materiales didácticos son aquellos recursos o medios que facilitan el proceso de enseñanza y aprendizaje dentro del ámbito educativo. Los materiales didácticos estimulan la función de los sentidos en los estudiantes para acceder de manera más sencilla a la información, además ayudan al desarrollo de destrezas, habilidades, valores y actitudes. Por lo tanto, es esencial que el docente conozca la amplia gama de los materiales didácticos y el que hacer educativo de los mismos.

En este contexto, es indispensable que el profesor tenga la habilidad de seleccionar el material didáctico que más se adecúe a sus objetivos de aprendizaje, también el docente debe conocer las ventajas y desventajas de los materiales de enseñanza para emplearlos adecuadamente, imprimiéndoles vida y significación, de tal forma que aporte al alumno una gama de experiencias y le facilite la aplicación de su aprendizaje a la vida real (Ogalde y Bardavid, 1992).

Hoban, James D. Finn y Edgar Dale (en Ogalde y Bardavid, 1992) explican que, en términos generales, la utilización adecuada de éstos en el proceso de enseñanza y aprendizaje puede aportar las siguientes ventajas:

- Proporcionar una base concreta para el pensamiento conceptual y, por lo tanto, reducen las respuestas verbales sin significado de los alumnos.
- Tienen un alto grado de interés para los estudiantes.
- Hacen que el alumno construya un aprendizaje significativo.
- Ofrecen a los estudiantes una experiencia real que estimula su actividad.
- Desarrollan la continuidad de pensamiento.

- Planeación didáctica

La planeación didáctica nos apoyará en describir de manera específica las actividades de enseñanza a realizar con esta herramienta didáctica con un objetivo específico. Para la realización de la planeación didáctica del taller de Raspberry Pi como herramienta didáctica se seleccionará en esta propuesta varios temas; en un contexto pre-universitario contando con las facilidades de espacio y tiempo en un aula determinada. Tendrán los siguientes elementos:

- Número de planeación
- Objetivo
- Herramienta didáctica
- Grado escolar (en su caso)
- Aprendizajes esperados
- Número de sesiones
- Tema a trabajar
- Estrategias de enseñanza
- Número de estudiantes
- Material y equipo
- Instrumento de evaluación de los aprendizajes

Después de la planeación didáctica, se encontrará la tarjeta de trabajo correspondiente, con los siguientes elementos:

- Estrategias de enseñanza propuestas
- Etapa y número de sesión
- Objetivo por sesión
- Desarrollo por sesión

Estas tarjetas serán el producto final de esta propuesta y un material que se pueda entregar al docente del taller. También esta evaluación podrá arrojar información valiosa para observar si funciona este modelo o no, qué hay que adaptar, desechar u otra área de desarrollo a contemplar para su mejora y pueda cumplir su objetivo: la enseñanza de un aparato tecnológico que permita ser aplicado en proyectos productivos en la agricultura familiar.

Planeación didáctica

De acuerdo con Leyva (2012), la planeación didáctica es una herramienta que permite organizar de forma sistemática y coherente todos los contenidos y acciones educativas, para dar un tiempo a cada actividad y enlazar conocimientos a fin de trabajar en función de un aprendizaje significativo con los alumnos.

Por su parte, Alonso (2009) la define de la siguiente manera: “La planeación didáctica es diseñar un plan de trabajo que contemple los elementos que intervendrán en el proceso de enseñanza y aprendizaje organizados de tal manera que faciliten el desarrollo de las estructuras cognoscitivas, la adquisición de habilidades y modificación de actitudes de los alumnos en el tiempo disponible para un curso dentro de un plan de estudios”.

Además, Pansza, Pérez y Morán (1996) señalan lo siguiente:

Entendemos la planeación didáctica (instrumentación) como “la organización de los factores que intervienen en el proceso de enseñanza y aprendizaje, a fin de facilitar en un tiempo determinado el desarrollo de las estructuras cognoscitivas, la adquisición de habilidades y los cambios de actitud en el alumno”.

A partir de estas definiciones se reconoce que algunos autores consideran a la planeación didáctica como herramienta, otros como instrumento y otros más como acción, sin embargo, todos están de acuerdo en que ayuda a organizar el proceso educativo para promover eficiencia en la labor que se realiza dentro del aula. En este trabajo, se considera la planeación didáctica como instrumento porque establece los objetivos que se procura alcanzar con los alumnos, ya que orienta los procesos educativos para permitir que se desarrollen las actividades de forma eficiente. Asimismo, describe de forma puntual las actividades a realizar tanto dentro como fuera del aula, especificando estrategias y técnicas a trabajar para cumplir con los objetivos de alguna materia o programa educativo.

De acuerdo con Leyva (2012), existen tres tipos de planeación:

- Largo plazo (anual y semestral)
- Mediano plazo (bimestral y mensual)
- Corto plazo (semanal, quincenal y diaria)

Para realizar una planeación didáctica de cualquier plazo es necesario saber qué, por qué, a quién, y cómo enseñar. Para ello se deben considerar los siguientes aspectos, Guzmán, (2006, págs. 22-23)

- ¿Con quién o para quién planear?
- ¿Qué se pretende lograr?
- ¿Cómo se va a lograr?
- ¿Con qué se va a lograr?
- ¿Cuándo o en cuánto tiempo?
- ¿Dónde se hará?
- ¿Para qué planear?
- ¿Qué planear?

Teniendo estos aspectos en cuenta, se considerarán las necesidades que tenga la población atendida, los recursos que se puedan utilizar, y los posibles problemas que surjan. Con todo eso se puede comenzar a diseñar la planeación didáctica, que estará constituida en cuatro puntos diferentes que le darán cuerpo y sentido a la labor educativa:

Para Alonso, pp. 1-2, los componentes esenciales de un plan didáctico son:

- a) Los objetivos o propósitos
- b) La organización de los contenidos
- c) Las actividades o situaciones de aprendizaje
- d) La evaluación de los aprendizajes

Estos se van a llevar a cabo de acuerdo con la concepción que se tenga de aprendizaje, pues partiendo de ello se dará mayor prioridad a unos componentes que a otros, siempre teniendo en cuenta tiempos, materiales y aprendizajes esperados.

Para Morán (1987, pág. 159), los distintos momentos y la realización de la planeación permiten pensar en tres situaciones que se desarrollarán en la práctica educativa:

- Un primer momento, que es cuando el maestro organiza los elementos o factores que incidirán en el proceso, sin tener presente al sujeto (alumno), relativamente más allá de las características genéricas del grupo.

- Un segundo momento, en el que se detecta la situación real de los sujetos que aprenden y se comprueba el valor de la planeación como propuesta teórica, tanto en sus partes como en su totalidad.
- Un tercer momento, en el que se rehace la planeación a partir de la puesta en marcha concreta de las acciones o interacciones previstas.

Secuencia didáctica

Se entiende por secuencia didáctica todo acto que se realiza para organizar y planificar la práctica educativa dentro del ámbito escolar, es una forma diferente de plasmar la actividad educativa en comparación a la planeación, dado que es más específica.

Díaz , (2013, pág. 1) la define de la siguiente manera:

“Las secuencias constituyen una organización de las actividades de aprendizaje que se desarrollan con los alumnos y para los alumnos con la finalidad de crear situaciones que les permitan desarrollar un aprendizaje significativo...es un instrumento que demanda el conocimiento de la asignatura, la comprensión del programa de estudio y la experiencia y visión pedagógica del docente, así como sus posibilidades de concebir actividades “para” el aprendizaje de los alumnos”.

Por su parte García (2012) define a la secuencia didáctica como:

“...la organización y graduación planificada de las actividades que se presentan a los educandos, con la finalidad de que éstos sean capaces de resolver un conflicto cognitivo a través del despliegue de sus distintas inteligencias y competencias, las cuales se manifiestan en sus desempeños” pg. 12.

Además, esta debe ser flexible para responder a las necesidades del entorno de los sujetos con los que se trabaja y ordenada, de acuerdo con el tiempo y la manera en que se van a distribuir para que el alumno desarrolle un aprendizaje adecuado a sus necesidades reales. El objetivo de las secuencias didácticas es llevar el buen desarrollo de la clase para que el docente logre cumplir con los objetivos educativos que se han establecido en el programa. Cuando el docente desarrolla cada uno de los contenidos en tiempo y forma, garantiza que el alumno logre ampliar sus capacidades para llevar a cabo una tarea con un resultado satisfactorio.

Según Díaz (2013), una secuencia didáctica está conformada por tres momentos básicos que permiten el desarrollo adecuado de las actividades: inicio, desarrollo y cierre.

1. Inicio.

Este momento tiene el objetivo de poner armonía en el ambiente y generar confianza entre los integrantes. Aquí se da cuenta de los conocimientos previos de los estudiantes y las actividades que serán adecuadas para desarrollar. Es breve porque se pretende llamar la atención y motivar a los alumnos a aprender.

2. Desarrollo.

Es aquí donde se aplican estrategias que guíen al alumno para construir su aprendizaje, así como cumplir con los objetivos previstos en el programa, por lo regular es el momento más largo de todo el proceso. Esta enfocado en los saberes requeridos para el logro de los resultados de aprendizaje, los cuales pueden ser individuales y/o en equipos.

3. En este momento se comprueba si las estrategias que se implementaron fueron adecuadas, se hace una evaluación del material y de las estrategias, para verificar si el aprendizaje fue el esperado o si es necesario hacer modificaciones para obtener mejores resultados. Los cierres son también breves y sirven para resaltar los puntos esenciales del aprendizaje, para verificar lo aprendido o continuar o reorientar y para dejar un mensaje de la importancia de los logros alcanzados.

Se puede decir que en este momento va a existir una evaluación continua, debido a que el término de una actividad, una sesión, un periodo e incluso el curso debe existir una evaluación que sea pertinente para dar cuenta de si las actividades, estrategias y el trabajo docente fueron adecuados para que el objetivo principal se cumpliera.

Gine y Parcerisa, (2003), hablan de la importancia de la evaluación en los tres momentos: “...las actividades de evaluación deben estar presentes en todas las fases de la secuencia para diagnosticar cuáles son las ideas, concepciones y potencialidades de los educandos y educandas en la fase inicial, para detectar errores y obstáculos que dificultan el aprendizaje y estrategias adecuadas, en la fase de desarrollo, para conocer el progreso y la situación del educando o educanda en la fase final de la secuencia” pg. 59.

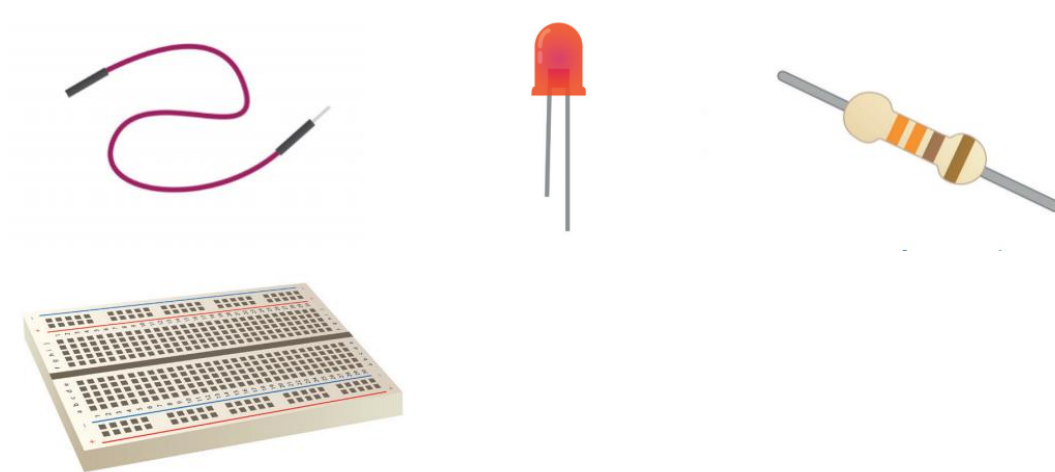
5.3 Primer Módulo

Tema 1

Entorno del curso

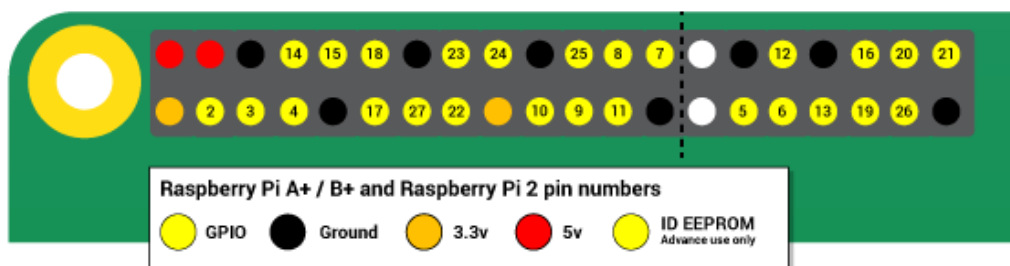
- ¿Por qué computación física?
- Construir un circuito simple usando Raspberry Pi
- Controlar una salida usando Scratch en Raspberry Pi
- Crear circuitos y programas más complejos

Material necesario:



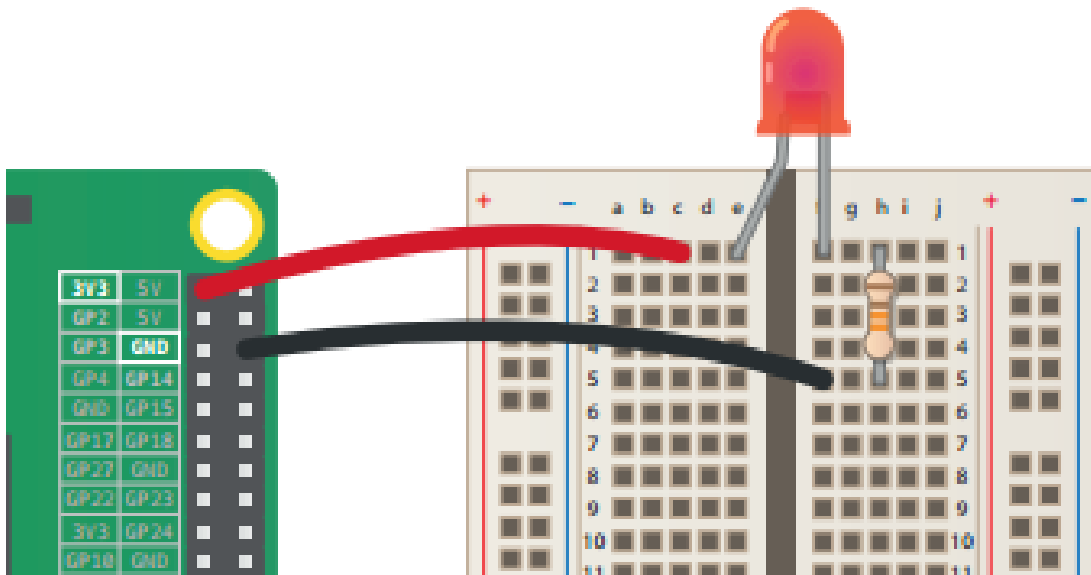
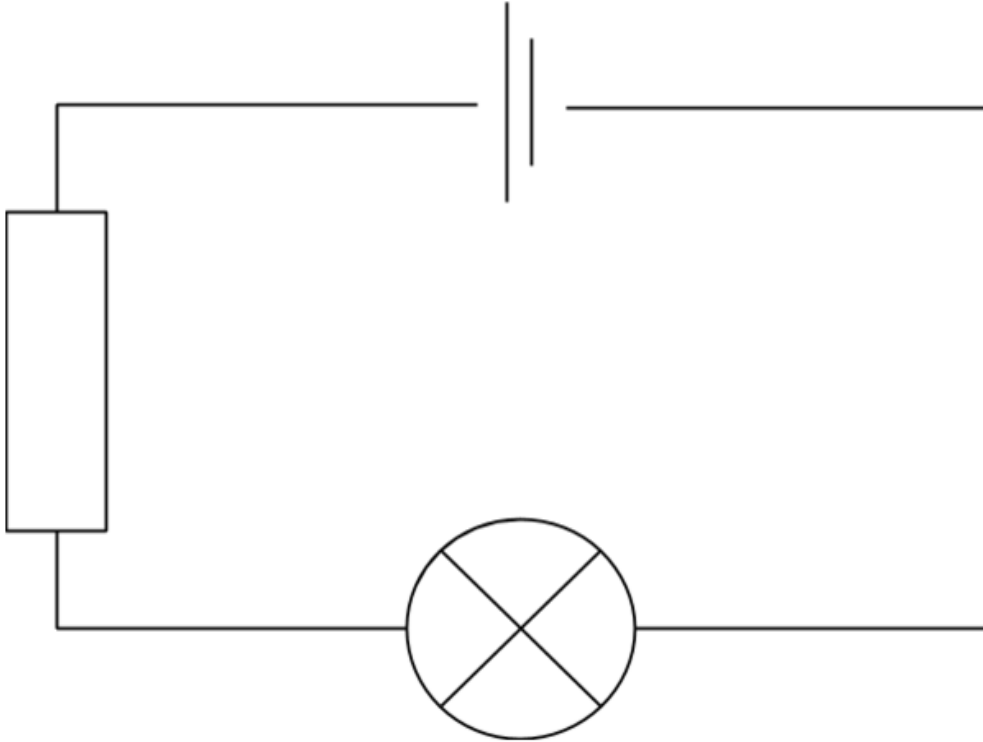
Computación física

Permite a los creadores conectar el mundo virtual con el físico, brinda oportunidad para comprometerse.

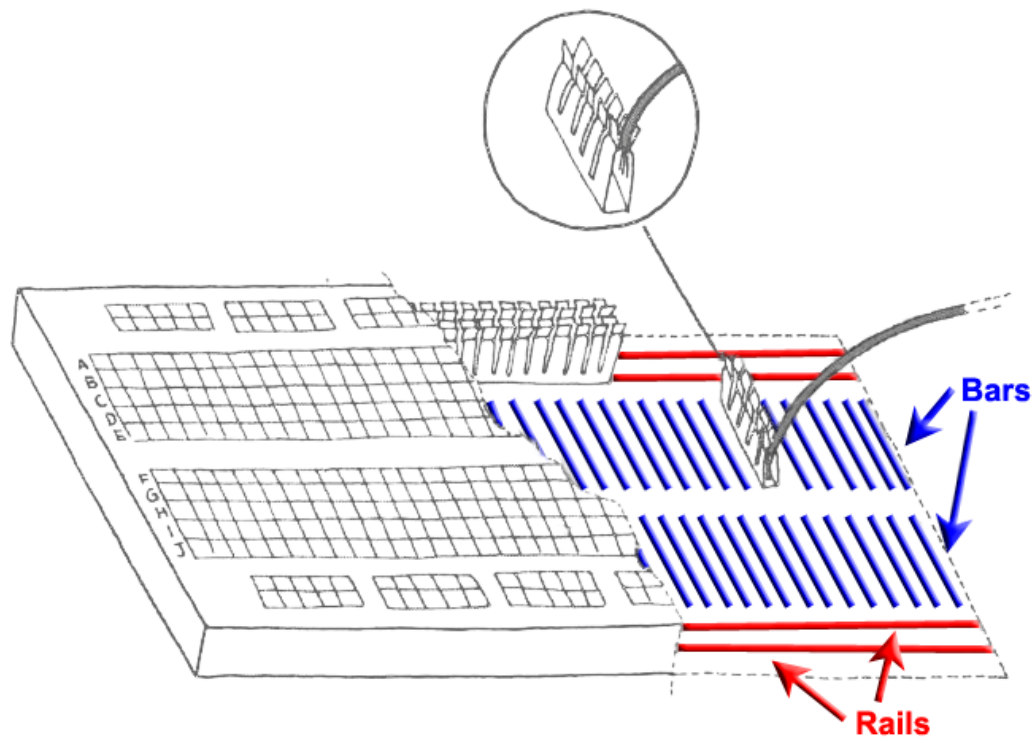


Circuito simple

El Raspberry Pi puede actuar como una fuente de poder para circuitos simples, se puede usar esta prueba para saber si nuestro hardware está trabajando.

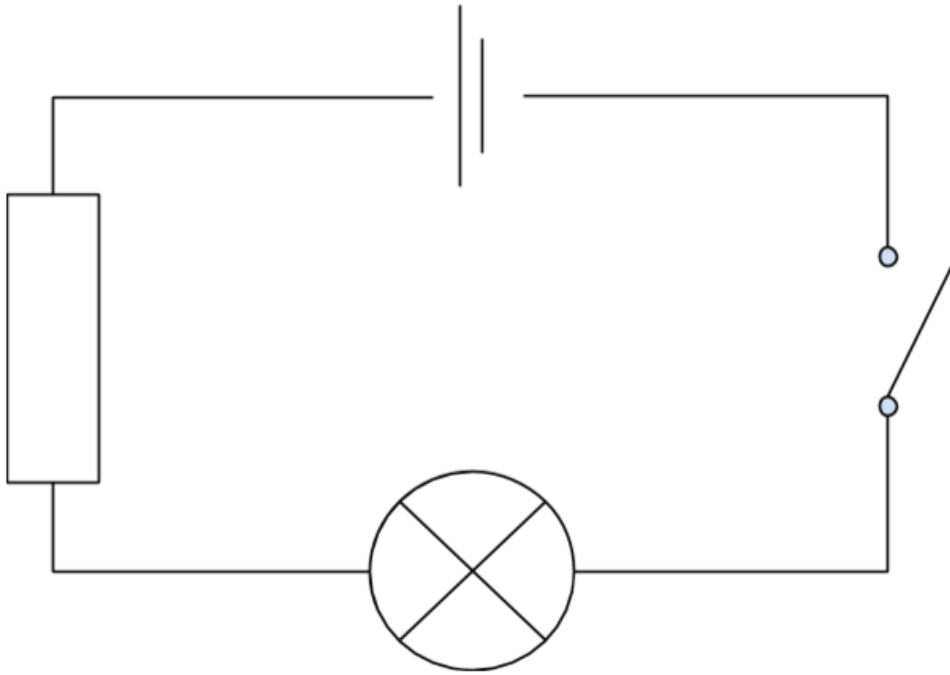


Dentro de la breadboard

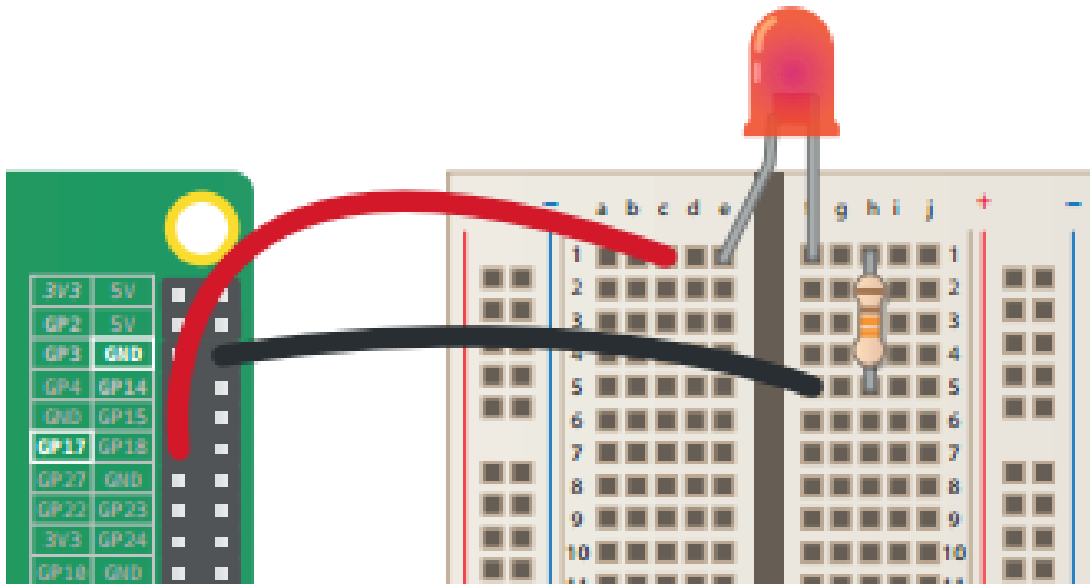


Encendido del circuito

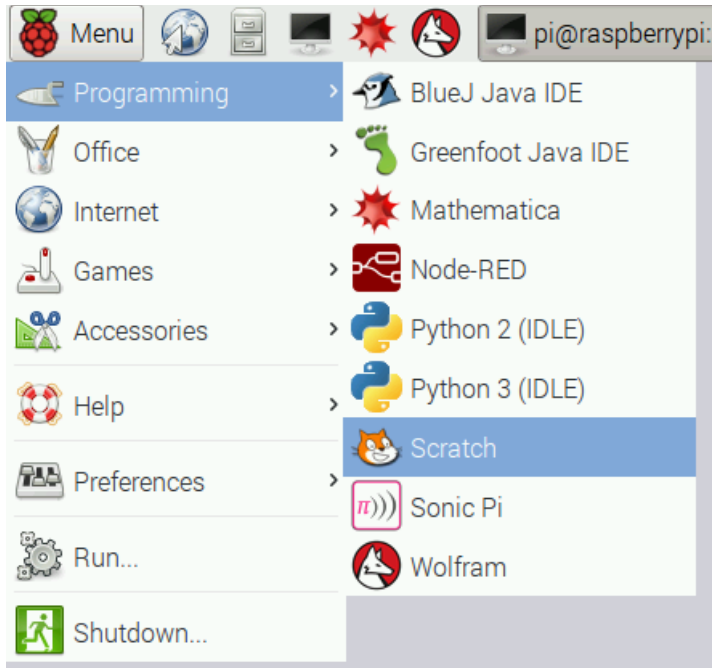
El Raspberry Pi puede actuar como un switch en el circuito, el cual puede ser controlado desde el software.



El Raspberry Pi puede actuar como un switch en el circuito , el cual puede ser controlado desde el software. Conecta la patita positiva del LED al pin GPIO 17 en el Raspberry Pi



Abrir Scratch y activar el servidor GPIO.



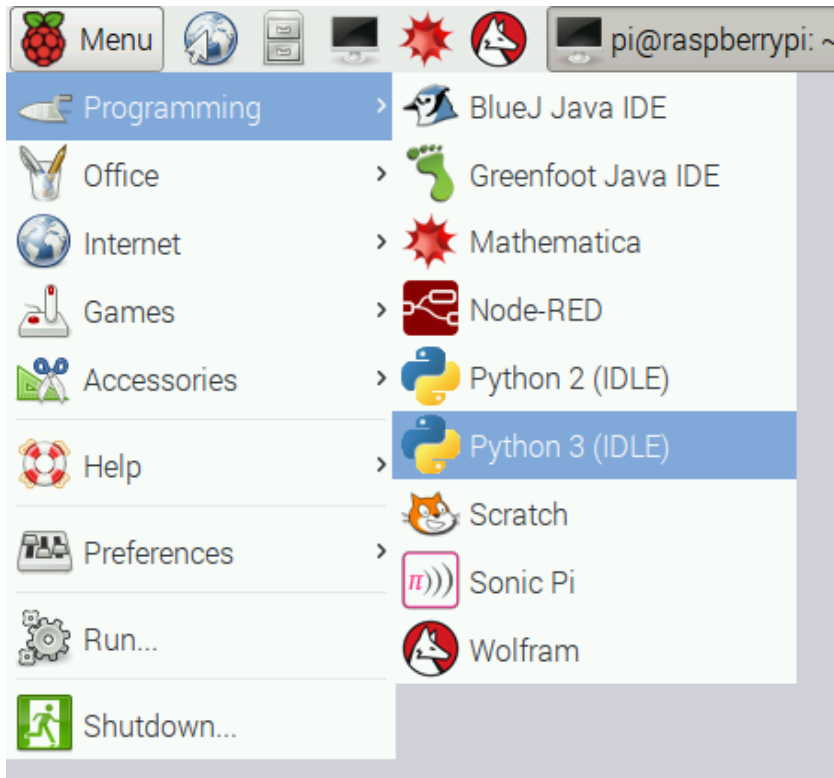
LED Intermitente

Instalar Pin (17) como (output) salida		config17out
Prender el pin 17		gpio17on
Apagar el pin 17		gpio17off
Pausa		
Loop (circuito sin fin)		

¿Puedes?:

- Flashear tu LED a diferentes velocidades, ¿qué tan rápido puedes flashear?
- Puedes hacer un punto (flash corto) espacio (flash largo) foco de alerta. S(...) O(-- -) S(...)
- Agregar más LEDS para crear un semáforo y programarlas en una secuencia apropiada
- Usar otra forma de salida (output) como un timbre o un motor
- Incorporar salidas físicas en otros proyectos scratch

Crear un archivo nuevo en Python 3



Ejemplo de Programas

```
# Flashing LED

from gpiozero import LED
from time import sleep
led = LED(17)
while True:
    led.on()
    sleep(1)
    led.off()
    sleep(1)
```

```
# Flashing LED

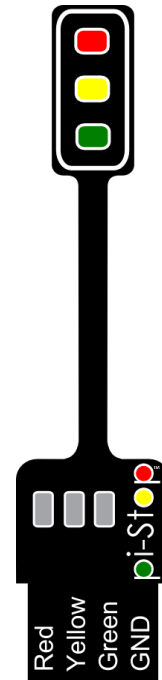
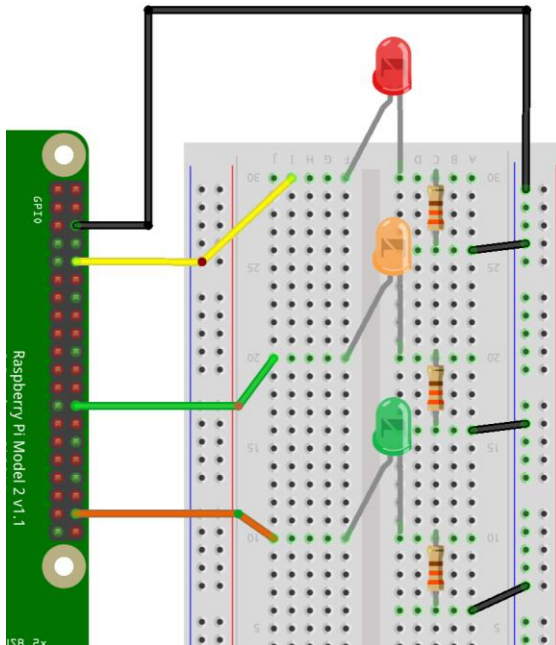
from gpiozero import LED
led = LED(17)
led.blink()
```

Intentar con otros valores en `led.blink()`, a ver qué pasa con los siguientes:

- `led.blink(5)`
- `led.blink(2, 0.5)`
- `led.blink(0.1, 10)`

Abstracción

Eliminar la complejidad para hacer un reto-tarea más accesible



```
# Traffic Lights
from gpiozero import TrafficLights
from time import sleep
lights = TrafficLights(21, 20 ,
16)
lights.red.on()
sleep(3)
lights.red.off()
lights.amber.on()
...
```

5.4 Segundo Módulo

Tema 2

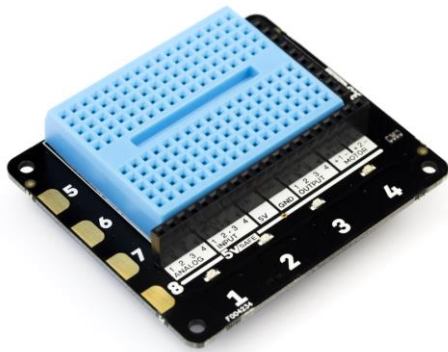
Haz que gire

Explorer Hat y Python

Lo que vas a aprender

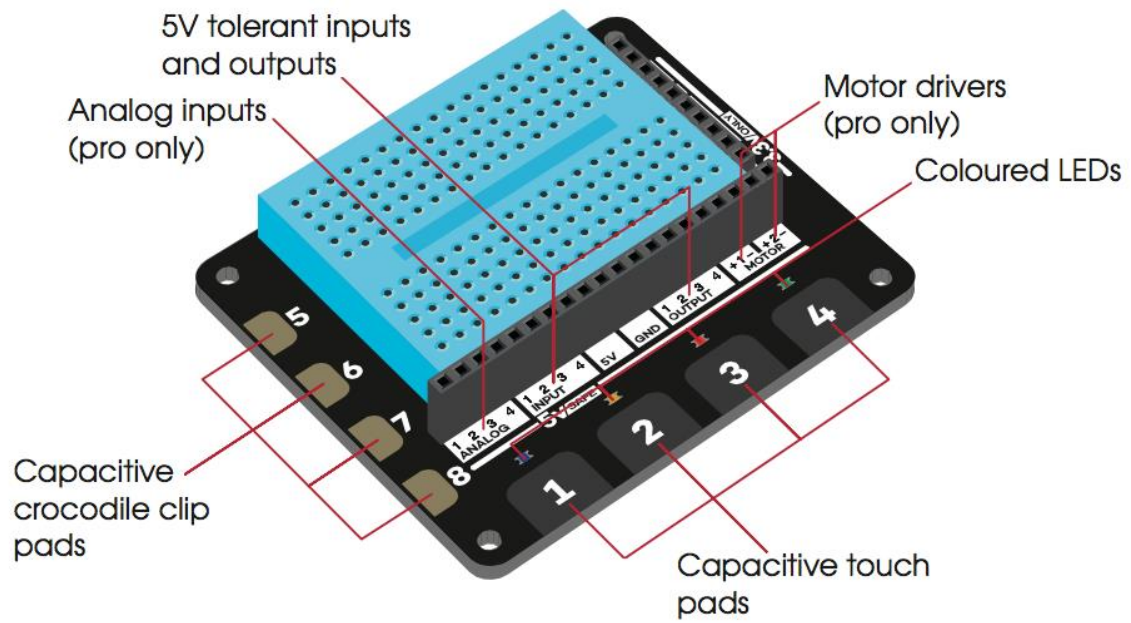
- ¿Qué es HAT?
- Prender y apagar LEDs con Python
- Cómo controlar motores
- Usar capacitive touch buttons para hacer que algo suceda
- Juntar todo esto y hacer un invento

Material



Explorer HAT Pro, Pimoroni

Dispositivo para integrar al board para computación física con Raspberry Pi.



Probando el Explorer HAT en Python

```
>>> import explorerhat
```

Debería desplegar el siguiente mensaje:

```
>>> explorerhat.light.red.on()
>>> explorerhat.light.red.off()

>>> explorerhat.light.red.toggle()
>>> explorerhat.light.red.blink(0.5, 0.2)
>>> explorerhat.light.on()
>>> explorerhat.light.off()
```

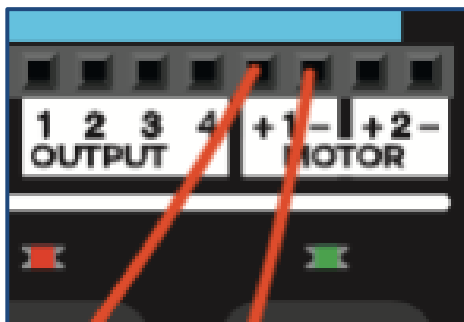
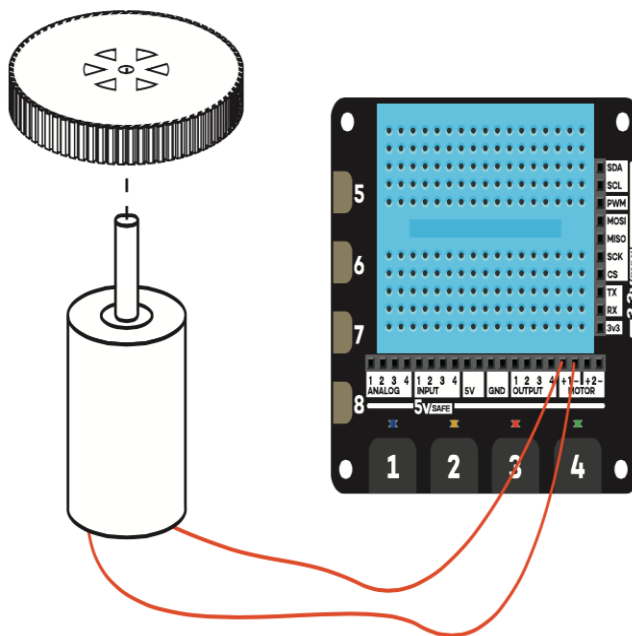
Retos y tareas

Jugar “amarillo”, “verde”, “azul”:

- Puedes prender estos LEDs?
- Abre una ventana nueva, por medio del menu File y crea una secuencia de luces.
- Qué actividades podrían hacer tus alumnos con esto?

Conectando un motor

El Explorer HAT Pro tiene un sistema de circuitos para controlar los motores de una manera más sencilla.



Codifícalo

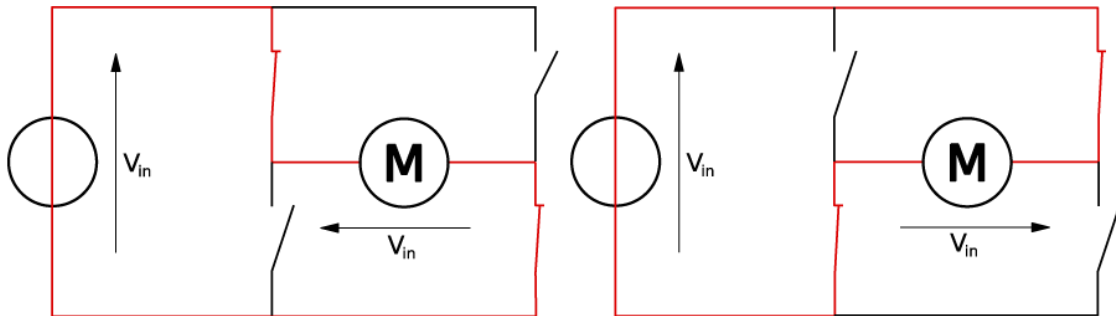
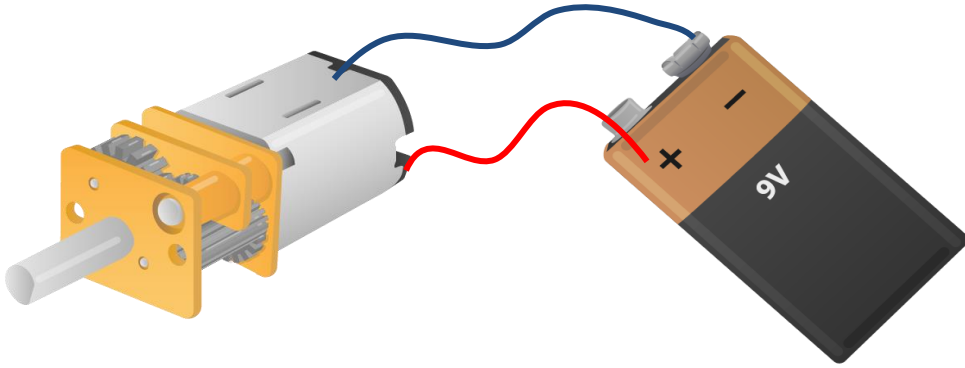
En un archivo nuevo de Python 3 escribe:

```
import explorerhat
from time import sleep

explorerhat.motor.one.forward(100)
```

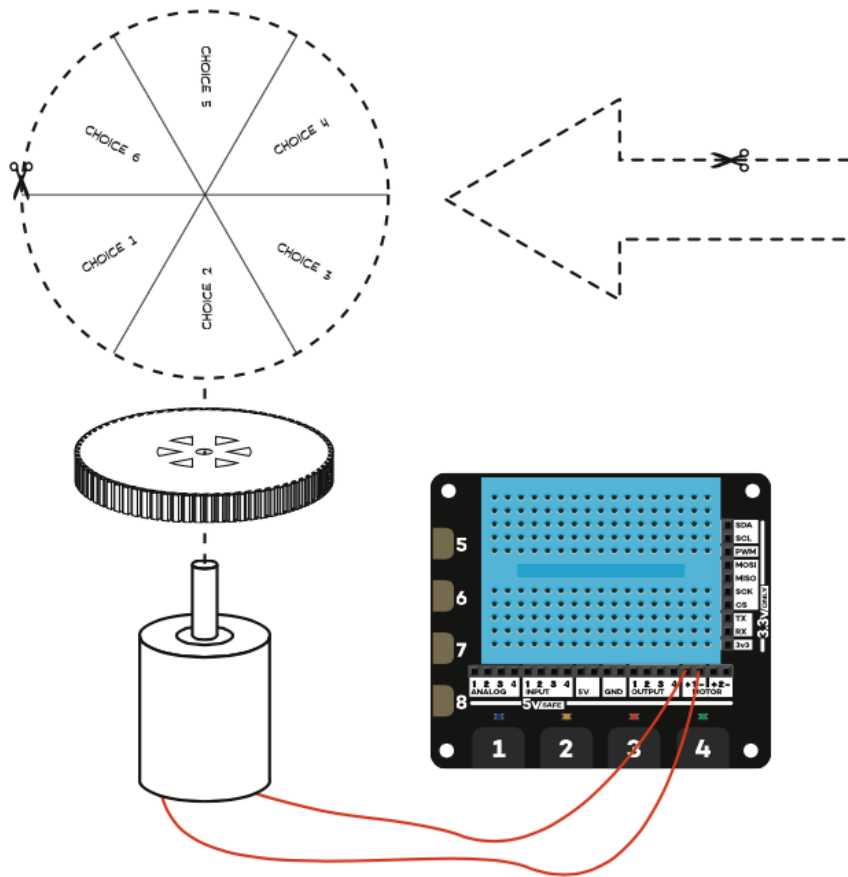
¿Por qué se requiere un Explorer HAT para esto?

El HAT tiene un puente-H. Aquí se muestra para qué:



```
import explorerhat
from time import sleep
from random import randint
def wheel (channel, event):
    duration = randint(1, 10)
    print(duration)
    explorerhat.motor.one.forward(100)
    sleep(duration)
    explorerhat.motor.one.stop()
explorerhat.touch.one.pressed(wheel)
```

Haz algo!



5.3 Tercer Módulo

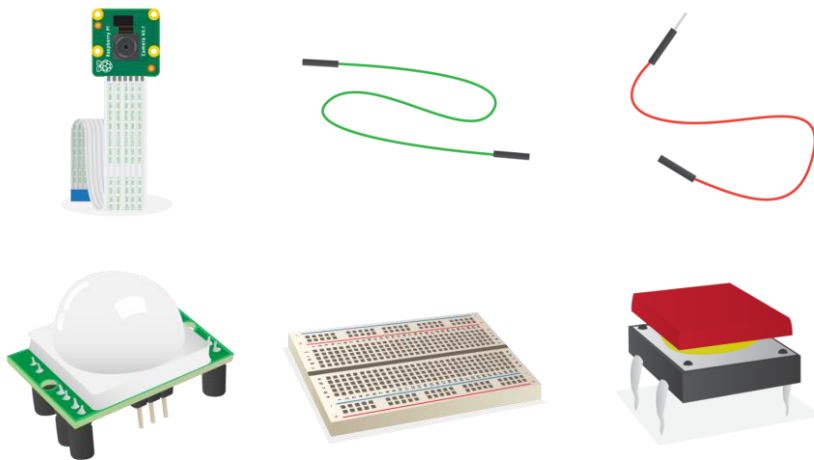
Tema 3

Raspberry Pi Cámara y otras entradas

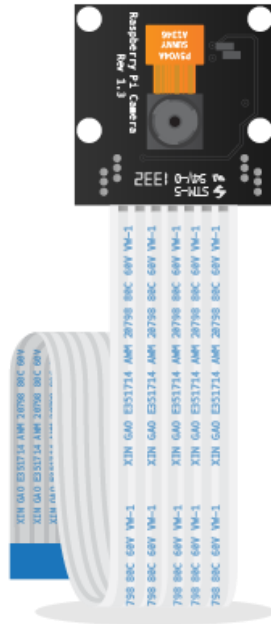
Lo que vas a aprender:

- Cómo conectar el modulo de la cámara
- Cómo usar Python para tomar fotos
- Cómo agregar componentes físicos a tu proyecto
- Cómo usar circuitos (loops) para repetir comandos

Vas a necesitar:

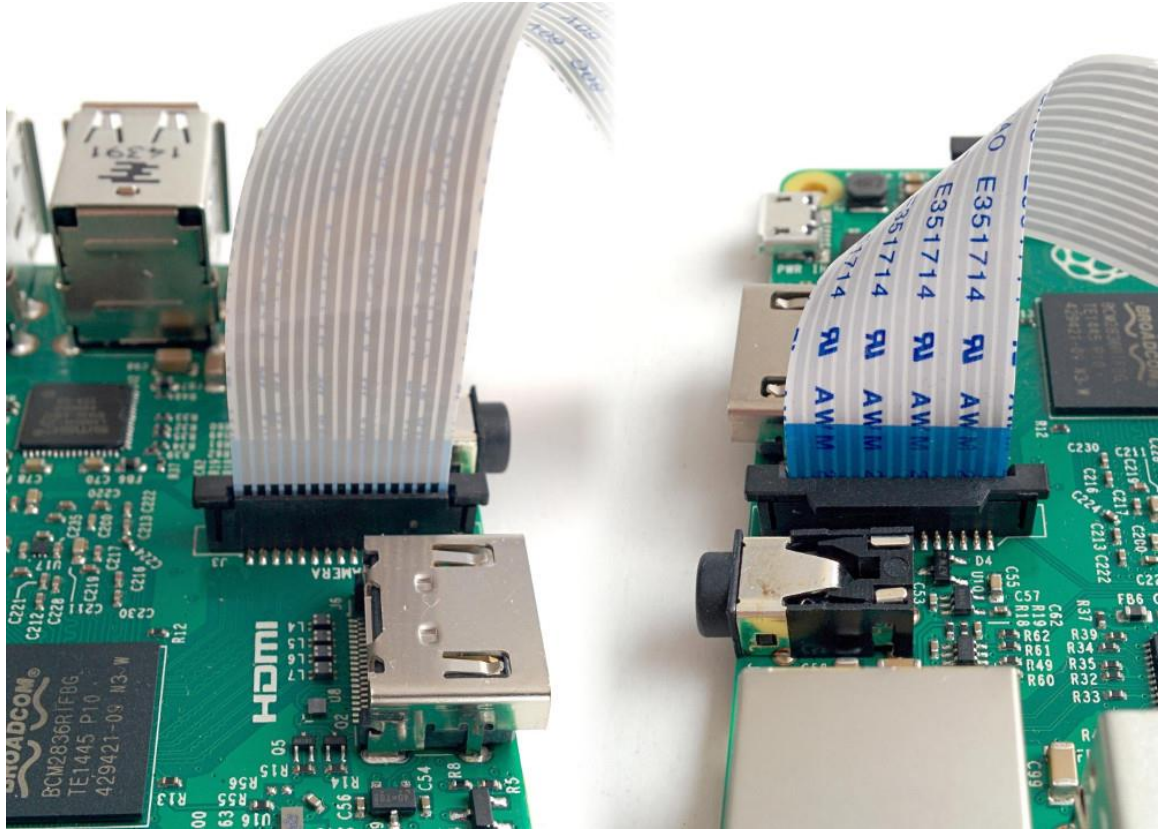


Modulo Cámara de Raspberry Pi



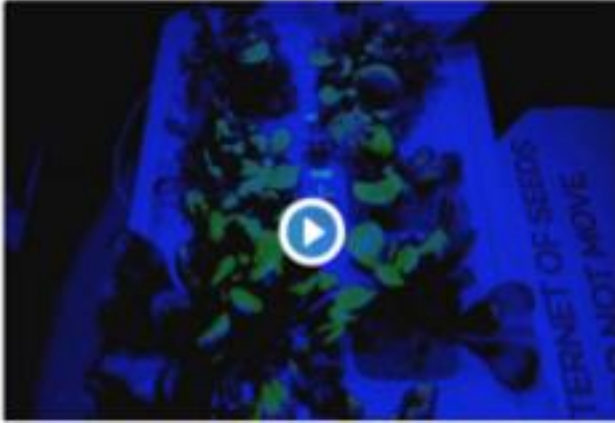
- 5Mpx
- Full HD
- Foto & video
- Línea de comandos
- Modulo Python
- Cámara Infra-roja

Conecta la cámara



¿Qué añade?

Fotografía secuencial



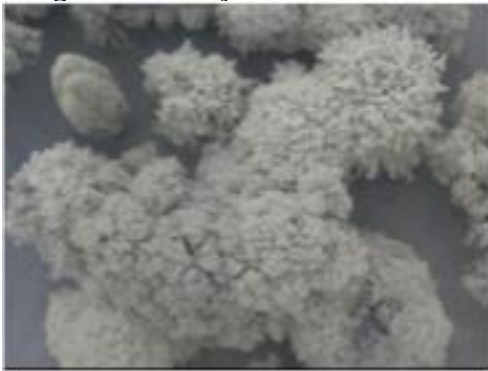
Grabación de alta velocidad



Sensor & Imágenes



Fotografía infraroja



Prueba tu cámara



```
pi@raspberrypi:~ $ raspistill -k
```

Ctrl + C para cerrar vista previa

```
pi@raspberrypi:~ $ raspistill -o image.jpg
```

Crea un archivo nuevo en Python 3



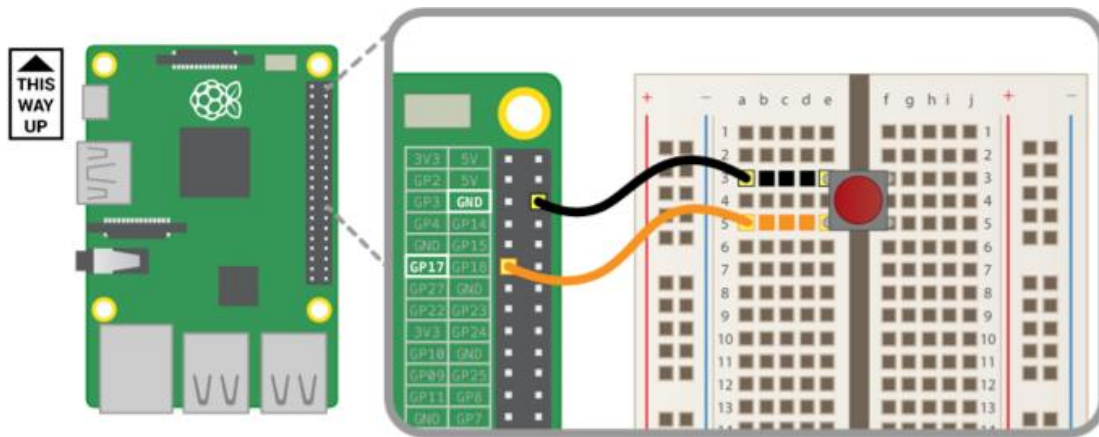
Tómate una selfie

```
## selfie.py
from picamera import PiCamera
from time import sleep

camera = PiCamera()

camera.start_preview(alpha=192)
sleep(3)
camera.capture("/home/pi/image.jpg")
camera.stop_preview()
```

Agrega un botón GPIO



Agrega un código para el botón del GPIO

```
## button.py
from picamera import PiCamera
from gpiozero import Button
from time import sleep

camera = PiCamera()
button = Button(17)

camera.start_preview(alpha=192)
button.wait_for_press()
sleep(3)
camera.capture("/home/pi/button.jpg")
camera.stop_preview()
```

Agrega una secuencia (loop)

```
## loop.py
from picamera import PiCamera
from gpiozero import Button
from time import sleep

camera = PiCamera()
button = Button(17)

camera.start_preview(alpha=192)
for i in range(5):
    button.wait_for_press()
    sleep(3)
    camera.capture("/home/pi/button{0}.jpg".format(i))
camera.stop_preview()
```

¿Cuál es la diferencia?

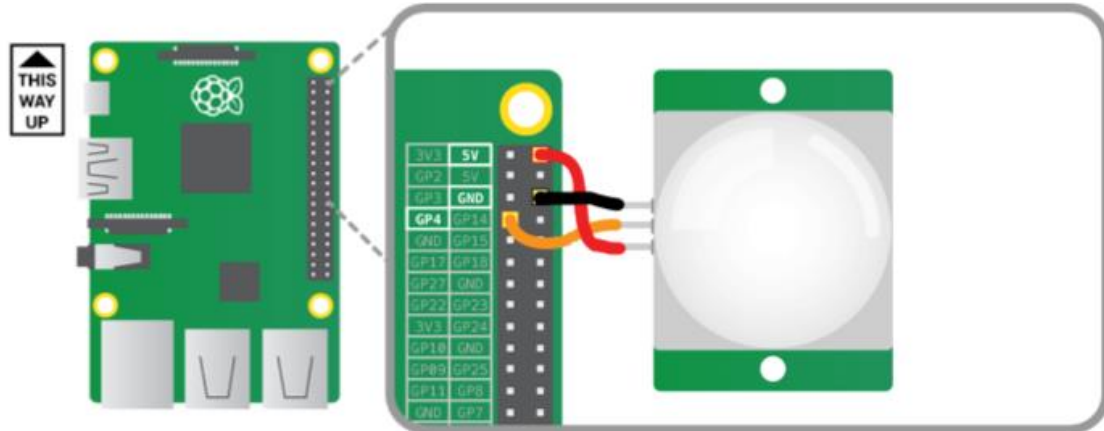
```
...

for i in range(5):
    button.wait_for_press()
    sleep(3)
    camera.capture("/home/pi/button{0}.jpg".format(num))
```

```
...

button.wait_for_press()
for i in range(5):
    sleep(3)
    camera.capture("/home/pi/button{0}.jpg".format(num))
```


Conectar un Sensor de Movimiento PIR



Botón → Sensor de movimiento

```
# button.py
from picamera import PiCamera
from gpiozero import Button
from time import sleep

camera = PiCamera()
button = Button(17)

camera.start_preview(alpha=192)
button.wait_for_press()
sleep(3)
camera.capture("/home/pi/button.jpg")
camera.stop_preview()
```

```
## motion.py
from picamera import PiCamera
from gpiozero import MotionSensor
from time import sleep

camera = PiCamera()
sensor = MotionSensor(4)

camera.start_preview(alpha=192)
sensor.wait_for_motion()
sleep(3)
camera.capture("/home/pi/pir.jpg")
camera.stop_preview()
```

Tomando una fotografía secuencial

```
##timelapse.py
from picamera import PiCamera
from time import sleep

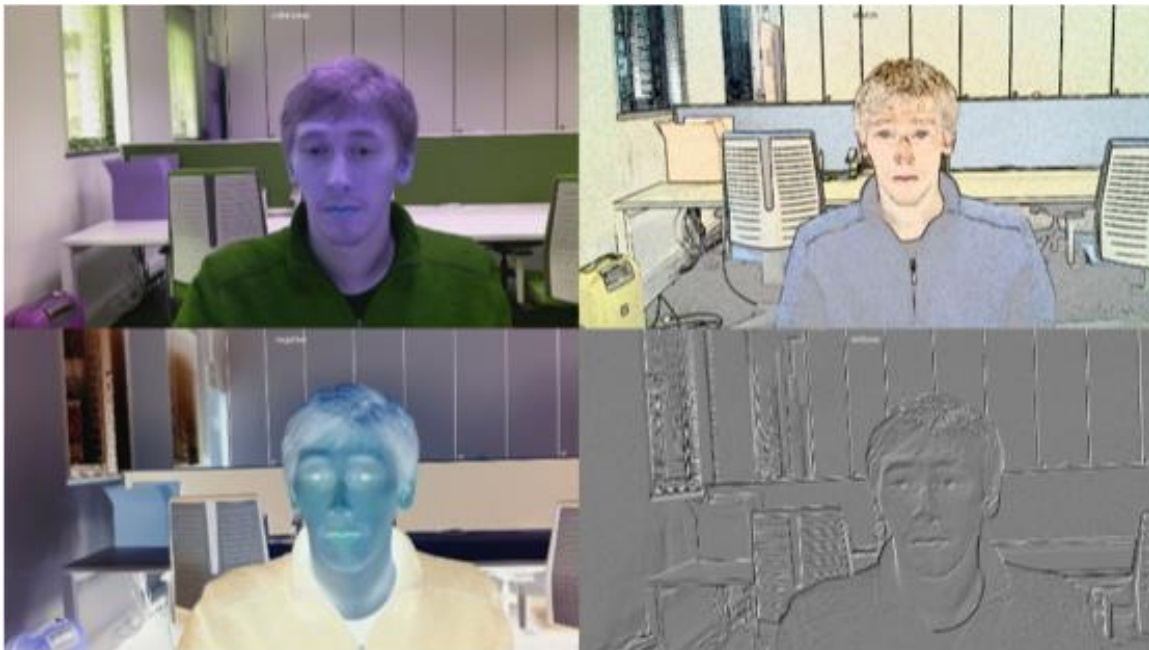
camera = PiCamera()
for num in range(1440):
    sleep(60)
    camera.start_preview(alpha=192)
    camera.capture("/home/pi/timelapse{0}.jpg".format(num))
    camera.stop_preview()
```

Tomando video

```
##video.py
from picamera import PiCamera
from time import sleep

camera = PiCamera()
camera.start_preview(alpha=192)
camera.framerate = 24
camera.start_recording('my_video.h264')
camera.wait_recording(15)
camera.stop_recording()
```

Efectos en la Picamera



Efectos en la Picamera

```
...  
  
camera.start_preview(alpha=192)  
button.wait_for_press()  
camera.image_effect = 'negative'  
sleep(5)  
camera.capture("/home/pi/negative.jpg")  
camera.stop_preview()
```

1. Inicia con selfie.py
2. “Guardar como” effect.py

Intenta otros efectos:

- Negativo
- Intercambio de colores
- Boceto
- Repujado

¿Qué sigue?

- Fotografía secuencial
- Animación “Stop motion”
- Cámara en la naturaleza
- Enviar a redes sociales
- Robótica

Soluciones para aula

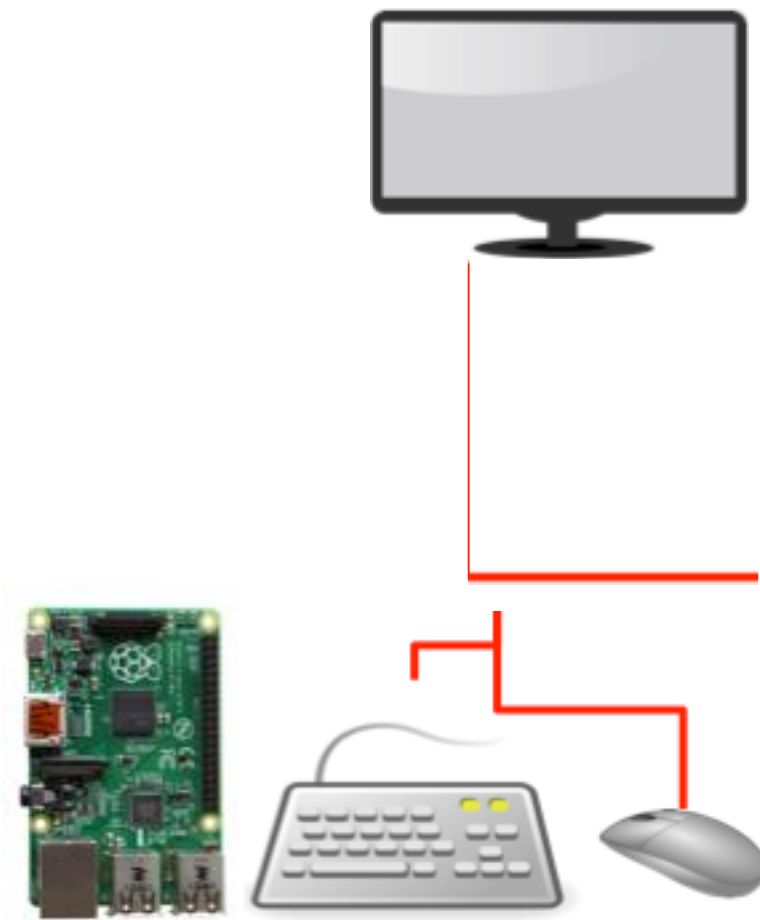
¿Cómo y por qué?

Muchas alternativas...

- Configuración tradicional
- “Configuración sin cabeza” Headless Setups
- PiNet

Configuración tradicional...

HDMI



Conclusiones

Esta tesis no fue escrita, fue vivida intensamente a lo largo de muchos meses y luego volcada en muchas hojas de papel que luego fueron seleccionadas para este escrito final.

El primer impacto fue leer, sentir, vivir la situación que vive el productor familiar en México, cultivando su tierra que no le alcanza ni para el autoconsumo. El estudiar este programa de doctorado dentro de la Univesidad Autónoma Chapingo me permitió no solamente conocer cuestiones teóricas dentro de las aulas, sino también acercame a las cuestiones técnicas del campo como la agroecología y sus prácticas, los invernaderos, los sistemas de riego a cielo abierto, y darme cuenta que en muchos casos los recursos naturales disponibles son utilizados de forma inadecuada por este sector agrícola. Otro aspecto no menos importante fue ver que el desarrollo tecnológico dentro de los programas de la universidad y su uso el este sector productivo en la agricura familiar es bajo; el país ha destinado la mayoría de sus recursos y programas a la agricultura extensiva, a pesar de que el mundo sigue siendo alimentado por la agriculutura familiar.

Retomando el dato que se presenta en la introducción de esta investigación, que señala que 26% de los productores agrícolas cuentan con lo más reciente en tecnología para el campo, me pregunté si desde la Educación Superior, se podría aportar algo para que esta situación pueda cambiar.

El gran progreso con la aparición de la cuarta revolución industrial, ha generado una infinidad de tecnologías en todos los ámbitos del quehacer humano. La cibernética nos invadió. Aún en la agricultura hay un significativo impacto de la gran producción en el campo, pero se limita en términos generales, a la producción extensiva, inversión grandes capitales y tecnología internacional.

Resultaría importante una intervención de diversos sectores, instituciones, capitales... Pero la educación con el aporte de nuevas tecnologías es indispensable.

Mi estancia doctoral en la Universidad de Maribor – Eslovenia, en la Facultad de Agricultura y Ciencias de la Vida me permitió acceder a una de estas pequeñas máquinas, computadoras y su uso tecnológico en función a una serie de actividades

agronómicas. Por su tamaño, versatilidad y multiplicidad de funciones, el Raspberry Pi, resulta una puerta de entrada a la tecnología agrícola, muy accesible económicamente, muy útil en diversos procesos productivos del campo y de fácil manejo para los alumnos, futuros técnicos – ingenieros, o productores familiares, en el campo mexicano.

A partir de allí, transité por diversos procesos, educativos y productivos relacionados y útiles en el aprendizaje de las ciencias agrícolas.

Teniendo como base teórica el Aprendizaje Basado en Proyectos con todas sus etapas y ventajas; su fundamento en el inconsciente, el aprendizaje, y la importancia de las emociones, fue uno de los pasos iniciales en este proceso. La importancia del trabajo en equipo, sus requisitos y ventajas fue otro elemento significativo. Fue una experiencia en in situ del proceso de Aprendizaje Basado en Proyectos y las políticas educativas desarrolladas en la enseñanza en la Unión Europea.

Un aspecto muy formativo para mí fue la visita al País de Gales con la Asociación sin fines de lucro “Raspberry Pi”, para el curso de capacitación auspiciado por Google Education, con profesores instructores y aprendices; viaje de estudio con alumnos de agricultura por tres días a Holanda en donde conocí de primera mano el desarrollo tecnológico de semillas, fertilizantes, producción y selección de plántulas usando tecnología robotizada, sistemas de comercialización y transporte de flores, etc.

Mei integración al equipo de trabajo en esa facultad, que consistió en diseñar y desarrollar un robot agricultor que cumpliera las pruebas y retos del concurso Field Robot Event 2017 a llevarse a cabo en la Universidad de Harper Adams, en el Reino Unido, tuvo como objetivo fundamental en el concurso es diseñar y desarrollar un robot que permita aportar al desarrollo de éstos para ser usados en labores agrícolas de pequeños productores. Pero debido a que el proyecto no quedó finalizado a tiempo, se decidió participar hasta el siguiente año, en el mismo concurso en la Universidad de Hohenheim, Alemania, del 12 al 14 de Junio de 2018.

Con todas estas experiencias y aprendizajes, se diseñó el curso sobre el funcionamiento y la utilización entre otras áreas del Raspberry Pi, que considero que

por su funcionalidad y facilidad de manejo puede ser muy útil a los estudiantes de agricultura en su futuro apoyo al productor familiar en el campo mexicano.

Creo así haber logrado el objetivo de este trabajo: Diseño de una propuesta pedagógica para utilizar el Raspberry Pi como herramienta didáctica para el desarrollo de proyectos dirigidos a la agricultura familiar.

Chapingo, Edo. de México, mayo del 2019.

Bibliografía

- Álvarez-Gayou, J. (2003). *Cómo hacer investigación cualitativa. Fundamentos y metodología*. México: Paidós Educador.
- Alonso Tejeda, M. (2009). La planeación didáctica. *Cuadernos de formación de profesores*, 3.
- Bleeke, M. (1968). *The project: from a device for teaching to a principle of curriculum*. University of Wisconsin. Madison: University of Wisconsin.
- Ballén, M., Pulido, R., & Zuñiga, F. (2007). *Abordaje hermenéutico de la investigación cualitativa. Teoría, procesos y técnicas*. Bogotá: Universidad Cooperativa de Colombia.
- Baran, M., & Maskan, A. (2010). The Effect of Project-based learning on pre-service physics teachers' electrostatic achievements. *Cypriot Journal of Educational Sciences*, 5, 243-257.
- Barron, B., Schwartz, N., & Vye, N. (1998). Doing with understanding: Lessons from research on problem-and project-based learning. *Journal of the Learning Sciences*, 7(34), 271-311.
- Barrows, H. (1996). Problem-based learning in medicine and beyond: A brief overview. *New Directions for Teaching and Learning*, 68, 3-12.
- Benett, C. (1937). *History of manual and industrial education 1870-1917*. Peoria: Bennet.
- Boggino, R. (2004). *El constructivismo en el aula: enseñanza por áreas*. Buenos Aires: Homo Sapiens.
- Brooks, J., & Brooks, M. (1999). *In search of understanding: The case of constructivist classrooms*. Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development.
- Brooks, R. (2002). *Flesh and machines*. New York: Pantheon.
- Brooks, R. (2002). *Flesh and machines*. New York: Pantheon.
- Bruner, J. (1983). *Child's talk: Learning to use language*. Oxford: Oxford University Press.
- Bryan, D. (2002). *Antropomorphism and robotics*. (Media Lab Europe) Retrieved April 7, 2017, from www.prism.ucd.ie/publications/pub2000/AISB02-Duffy.pdf
- Burton, W. (1929). *The nature and direction of learning*. New York: Appleton.
- Capek, K. (1922). *Werstands Universal Robot*. Praga: Prag&Leipzig.
- Capraro, R., & Capraro, M. (2013). *STEM Project based learning: An integrated science, technology, engineering, and mathematics (STEM) approach*. Rotterdam: Sense.
- Cremin, L. (1961). *The transformation of the school: progressivism in American Education, 1876-1957*. New York: Knopf.

- Cuban, L. (1990). Reformando una vez, otra vez y otra vez. *Educational Researcher*, 19(1), 3-13.
- Church, R., & Sedlak, M. (1976). *Education in the Unites States: An interpretative history*. New York: Free Press.
- Dewey, J. (1967). *The School and the Society*. Chicago: University of Chicago Press.
- Díaz Barriga, Á. (2013). *Guía para la elaboración de una secuencia didáctica*. México: IISUE UNAM.
- Díaz Barriga, F., & Hernández Rojas, G. (2002). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo*. México: McGrawHill.
- Downes, S. (2007). An Introduction to Conenctive knowledge. *Knowledge and Education, Exploring New Spaces, Relations And Dynamics in Digital Media Ecologies* (pp. 77-101). Innsbruck: Innsbruck University Press.
- Dugger, W. (2010). Evolution of STEM in the United States. *The 6th Biennial International Conference on Technology Education Research* (pp. 1-8). Australia: ITEEA.
- Dunn, R. (2000). Learning styles: Theory, research and practice. *National Forum of Applied Educational Research Journal*, 13(1), 3-22.
- Dutson, A. (1997). A review of literature on teaching engineering design through project-oriented capstone courses. *J.Eng.Edu.*, 17.
- Dym, C. (2005). Engineering design thinking, teaching and learning. *Journal Engineering Education*, 94, 103-120.
- Elliot, J. (1990). *La investigación-acción en educación*. Madrid: Morata.
- Fernandez-Armesto. (2004). *So you think you are human?* Oxford: Oxford Univerity Press.
- Ferreiro, R. (2010). *Estrategias didácticas del aprendizaje cooperativo. Método ELI*. México: Trillas.
- Ferreiro, R. (2010). *Estrategias didácticas del aprendizaje cooperativo. Método ELI*. México : Trillas.
- Frenkel, K. (2009). Computer science meets environmental science. *Commun. ACM*, 23-23.
- Fryer, D., & Marshall, J. (1979, April). The motives of Jacques de Vaucanson. *Technology and Culture*, 20(2), 257.
- García, J. (2012). Las secuencias didácticas, un área de encuentro entre las inteligencias múltiples . *Revista Actualizaciones Investigativas en Educación*, 1-30.
- Gardner, H. (1999). *Are there additional intelligences?* Englewood Cliffs, NJ: Education, information and transformation.
- Gimeno Sacristán, J. (1983). *Teoría de la enseñanza y el desarrollo del currículo*. Madrid: Anaya.
- Giné, N., & Parcerisa, A. (2003). *Planificación y análisis de la práctica educativa*. Madrid: GRAO.
- Good , J. (1972). Lecture at the Department of Machine Intelligence. University of Edimburg.
- Guest, R. (1823). *A Compendious History of the Cotton-Manufacture*. Manchester: Joseph Pratt.
- Guzmán, L. (2006). *Planeación didáctica: un recurso pedagógico*. México: UPN.

- Han, S., & Capraro, R. (2014). How science, technology, engineering and mathematics (STEM) project based learning (PBL) affects high middle and low achievers differently: The impact of student factors on achievement. *International Journal of DScience and Mathematics Education*, 13(5), 1089-1113.
- Hernández Poveda, R. (2001). *Mediación en el aula. Recursos, estrategias y técnicas didácticas*. San José, Costa Rica: EUNED.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2010). *Metodología de la Investigación*. México: McGrawHill.
- Hiler, K. (2013, october 28). The Automaton of Yesterday. *The New York Times*.
- Holland, O. (1997). Grey Walter: The pioneer of real artificial life. *Proceedings of the Fifth International Workshop on the Synthesis and Simulation of Living Systems* (pp. 34-42). Cambridge: MIT Press.
- (1952). *International News Fotos*.
- Johnson, D. (1998). *Active Learning: Cooperation in the College Classroom*. Edina, MN: Interaction Book Co.
- Kliebard, H. (1986). *The struggle for the American Curriculum, 1893-1953*. Boston: Routledge and Kegan Paul.
- Klinic, A. (2010). Can Project-Based Learning Close the Gap? *International Journal of Environmental and Science Education*, 5, 495-509.
- Kamp, A. (2012). The trail of six design projects in the delft bachelor aerospace engineering. *Proceedings of the 9th International CDIO Conference*.
- Katz, L., & Chard, S. (1989). *Engaging children's minds: The Project Approach*. Norwood: Ablex.
- Kawulich, B. (2005). La observación participante como método de recolección de datos. In F. Soto, & J. López, *Nuevas tecnologías, viejas esperanzas: las nuevas tecnologías en el ámbito de las necesidades especiales y la discapacidad*. Murcia: Universidad de Murcia.
- Keneth, C. (1943). *The Nature of Explanation*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Knoll, M. (1989). Transatlantic influences: The Project Method in Germany. *Curriculum history: presentations from the society for the study of curriculum history* (pp. 214-220). Lanham: University of America Press.
- Knoll, M. (1997). The project method: It's vocational education origin and international development. *Journal of Industrial Teacher Educator*, 34(3), 1-12.
- Kolb, D. (2015). *Experimental Learning*. New Jersey: Pearson Education.
- Krauth, G. (1985). *Vida, empleo y proyecto: una concepción histórica y estudio comparativo sobre la pedagogía social y didáctica: significado de la idea de proyecto en la reforma pedagógica*. Frankfurt: Lang.
- Lasoki, D. (1979). *Le Mecanisme du Fluteur Automate*. Buren, Netherlands: Frits Khuf.
- Leyva-Durán, J. (2012). La universidad en el Siglo XXI. *Educ. Educ.*, 15(2), 305-310.
- Mackenzie, D., & Wajcman, J. (n.d.). *The social shaping of technology*. Philadelphia: Open University Press Philadelphia.

- Magnor, N. (1976). *El método de proyectos: una conclusión filosófica de la educación teórica*. University of Osnabruck. Osnabruck: University of Osnabruck.
- Marchal, P. (1928, 09 20). "Eric" The exhibition robot. *The model Engineer and Light Machinery Review*, 59(1428), 275.
- Martin, R. (1928, 12). Mechanical men walk and talk. *Popular Science Monthly*, 113(6), 22.
- Menabrea, L. (2016, April 16). *Skecth of the analytical engine invented by Charles Babbage*. Retrieved March 14, 2018, from Biblioteque Universelle de Geneve: fourmilab
- Merriam, S. (2009). *Qualitative research: a guide to design and inplementation*. San Francisco: Jossey-Bass.
- Morán, P. (1987). Instrumentación didáctica. In Panza, *Fundamentación de la didáctica* (p. 159). México: Gernika.
- Moreno, C. (1999). *Estrategias de enseñanza y aprendizaje: formación del profesorado y aplicación en la escuela*. México: Graó.
- Moreno, M. (2000). *Introducción a la metodología de investigación educativa 1*. México: Progreso.
- Morín, E., Motta, R., & Roger, E. (2003). *Educación en la era planetaria*. Barcelona: Gedisa.
- National Research Council. (2011). *A framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts and Core Ideas*. Washington D.C.: The National Academies Press.
- (n.d.). Retrieved April 16, 2016, from Biblioteque Universelle de Geneve.
- (n.d.). Retrieved January 19, 2018, from <http://www.nytimes.com/2013/10/29/science/the-automatons-of-yesterday.html>
- Norman, G., & Schmidt, H. (1992). The psychological basis of problem-based learning: a review of the evidence. *Academic medicine*, 67(9), 557-565.
- Nuthall, G. (2005). The Cultural Myths and Realities of Classroom Teaching and Learning: A Personal Journey. *Teachers College Record*, 107(5), 895-934.
- Oelkers, J. (1996). *Reforma pedagógica: Una crítica de la historia de los dogmas*. Weinheim: juventa.
- Ogalde, I., & Bardavid, E. (1992). *Los materiales didácticos: Medios y recursos de apoyo a la docencia*. México: Trillas.
- Ozer, D., & Ozkan, M. (2012). The Effect of the project based learning on the science process skills of the prospective teachers of science. *Journal of Turkish Science Education*, 9(9), 131-136.
- Panza, E., Pérez, C., & Morán, P. (1996). *Fundamentación de la didáctica*. México: Gernika.
- Pérez Gómez, A. (2012). *Educarse en la era digital*. Madrid: Morata.
- Pillars, W. (2011). Teachers as Brain-Changers: Neuroscience and Learning". *Education Week*.
- Prince, M. (2004). Does active learning work? A review on the research. *J.Eng.Edu.*, 93(3), 223-231.
- Putt, H. (1982). *Proyecto de enseñanza y diseño de proyectos*. Essen: Nueva Escuela Alemana.

- Quiróz, M. (2003). *Hacia una didáctica de la investigación*. México: Castillo.
- Reeve, E. (2015). STEM Thinking! *Technology and engineering teacher*, 74(4), 8-16.
- Richards, C. (1901). how early may handwork br part of school work? *Proceedings of the National Education Association*, (pp. 100-107).
- Rojas, R. (1989). *Investigación social: teoría y praxis*. México: Plaza y Valdés.
- Runkle, J. (1876). *The Russian system of shop-work instruction engineers and mechanists*. Boston: Kingman.
- Scholer, W. (1993). *La Academia Royale de Arquitectura 1671-1793*. Koln: Bohlau.
- Sandín, M. (2003). *Investigación cualitativa en educación. Fundamentos y tradiciones*. Madrid: McGrawHill.
- Sartoti, M., & Castilla, M. (2004). *Educación en la diversidad ¿Realidad o utopía?* Buenos Aires: Ruedes.
- Smith, A. (1976). *An inquiry into Nature and Causes of Wealth of Nations* (Vol. I and II). (S. a. Campbell, Ed.) Oxford University Press.
- Solberg, W. (1968). *The University of Illinois, 1867-1894. An intellectual and cultural history*. Urbana: University of Illinois Press.
- Sousa, D. (2010). *Nueroscience Implications for the Classroom. mind, brain and education*. Bloomington, IN: Solution Tree Press.
- Stohlmann, M., Moore, T., & Roehring, G. (2012). Considerations for teaching integrated STEM education. *Journal of Pre-College Engineering Education Research*, 2(1), 28-34.
- Stubenrauch, H. (1971). *La escuela en la contradicción de los sistemas: de la educación teórica a la escuela*. Munchen: Junventa.
- Suin de Boutemard, B. (1976). Enseñanza por proyectos: Aprendizaje contra la escuela. 58-64.
- Suroweicki, J. (2005). *The wisdom of corwds*. Nwe York: Anchor Books.
- Thomas, J. (2000). *A review of research on project based learning*. San Rafael, Ca: The Autodesk Foundation.
- Tseng, K., & Chang, C. (2013). Attitudes towards science, technology, engineering and mathematics (STEM) in a project based learning (PBL) environment. *International Journal Technology and Design Education*, 23, 87-102.
- Velasco, M., & Mosquera, F. (2010). *Estrategias didácticas del aprendizaje colaborativo*. Santiado de chile: PAIEP.
- Vergara Ramírez, J. (2016). *Aprendo porque quiero*. Ciudad de México: SM.
- Vigotsky, L. (1978). *Mind in Society*. Cambridge, Mass: Harvard University Press.
- Vonnegut, K. (1952). *Player Piano*. New York: The Dial Press.
- Walter, G. (1950). An imitation of life. *Scientific American*, 182(5), 48-51.
- Walter, G. (1951). A machine that learns. *Scientific American*, 185(2), 60-63.
- Walter, G. (1953). *The living brain*. New York: The Norton Library.
- Wajcman, J. (2015). *The acceleration of life in digital capitalism*. Chicago: The University of Chicago Press.
- Weiss, J. (1982). *The making of technological man: The social origins of french engineering education*. . Cambridge: MIT Press.
- Wood, G. (2002). *Living dolls: a magical history of the quest for mechanical life*. London: Faber&Faber.

Woodward, C. (1887). The manual training school, comprising a full statement of its aims, methods and results. *Education*, 5, 614-626.