

Una Propuesta Académica para Educación Escolar en Ciencia e Ingeniería

Aprendizaje metacognitivo y significativo basado en proyectos y en indagación

Ing. Arturo J. Miguel de Priego Paz Soldán
www.tourdigital.net
Perú, marzo de 2015

Introducción

Los resultados de las evaluaciones de PISA 2012 muestran que los estudiantes peruanos de 15 años tienen problemas para leer y comprender textos, entender la ciencia y razonar matemáticamente, lo cual significa un atraso académico de casi cinco años con respecto a los estudiantes mejor educados¹. Otro reporte indica que Perú figura en el puesto 69 en innovación, 117 en educación y 82 en investigación y desarrollo, de entre 147 países². En competitividad está en el puesto 61 de entre 148 países: 106 en innovación, 124 en investigación y desarrollo y 119 en investigación científica³. Esta situación es paradójica considerando la apertura y cooperación académica, científica y tecnológica en todo el planeta. Los mejores sistemas educativos del mundo tienen una característica común y resaltante: la cooperación y trabajo en equipo entre los profesores y administradores junto con la libertad para planificar y ejecutar sus presupuestos en un clima de confianza y responsabilidad⁴. Esto sucede en países como Corea del Sur, Finlandia, Japón, Singapur y ciudades como Shangai y Hong Kong.

Los Estados Unidos de América (EE.UU.) están por debajo del promedio mundial, una situación que viene ocurriendo hace muchos años⁵. Para mantener su liderazgo económico, científico, industrial y tecnológico están aplicando políticas educativas enfocadas en las disciplinas STEM (acrónimo inglés de ciencia, tecnología, ingeniería y matemática) con el objetivo de alcanzar en menos de una década el nivel educativo de los mejores países^{6,7}. Recientemente publicaron estándares interestatales para ciencia y tecnología⁸ sobre la base de un marco de conceptos transversales, prácticas y fundamentos de la ciencia y de la ingeniería⁹. Quieren que sus estudiantes, al egresar de la escuela, puedan participar en debates, tomar decisiones informadas y continuar una carrera universitaria.

Entonces, queda claro que en el mundo podemos encontrar modelos educativos y ejemplos de mejoramiento de la educación, desde diferentes paradigmas, con diferentes recursos y tecnologías. Por ejemplo, EE.UU. opta más por la estandarización en materias STEM mientras que Finlandia por la personalización y elección de cursos. Asimismo, unos sistemas son competitivos mientras que otros son cooperativos, unos prefieren la tecnología mientras que otros eligen innovar pedagógicamente, unos son restrictivos y controladores mientras que otros brindan confianza y autonomía, etc.¹⁰

Independientemente de la política educativa, ha sido demostrado científicamente que una enseñanza eficaz y eficiente implica¹¹: conocer cómo piensan los estudiantes y reconocer los entendimientos previos y preconcepciones acerca del tema; enseñar con detalles y con muchos ejemplos prácticos incluyendo los fundamentos científicos; desarrollar las habilidades metacognitivas durante todo el periodo escolar.

¹ PISA 2012 Results: What Students Know and Can Do – Student Performance in Reading, Mathematics and Science (Volume I). OECD, 2013

² The Global Innovation Index 2013: The Local Dynamics of Innovation. Cornell University, INSEAD, and WIPO, 2013

³ The Global Competitiveness Report 2013–2014: Full Data Edition. World Economic Forum, 2013

⁴ Lessons from PISA for the United States, Strong Performers and Successful Reformers in Education. OECD, 2011

⁵ Science and Engineering Indicators 2012. National Science Board, 2012

⁶ A National Action Plan for Addressing the Critical Needs of the U.S. Science, Technology, Engineering, and Mathematics Education System. National Science Board, 2007

⁷ Preparing the Next Generation of STEM Innovators: Identifying and Developing Our Nation's Human Capital. National Science Board, 2010

⁸ The Next Generation Science Standards, 2013

⁹ A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas. National Research Council, 2012

¹⁰ Finnish Lessons: What Can the World Learn from Educational Change in Finland?

¹¹ How People Learn: Brain, Mind, Experience, and School: Expanded Edition. National Research Council, 2000

Específicamente para una educación de calidad en ingeniería y ciencias los profesores deben ser capaces de¹²: enseñar para los diferentes estilos de aprendizaje; identificar por qué funcionan solo ciertas pedagogías; orientar las carreras de los estudiantes; responsabilizarse por su propio aprendizaje; aprovechar las tecnologías de información; practicar la ingeniería y la ciencia; apasionarse por la educación; comprometerse en mejorar la vida académica; publicar, inventar, emprender; desarrollar pedagogías innovadoras y efectivas; trabajar en equipo (liderar, apoyar, cooperar); estar al día de los avances tecnológicos y educativos; comunicar los logros a nivel nacional; asumir riesgos razonables en la búsqueda de impactos significativos. Además, dado el actual dominio de la tecnología digital es importante que los profesores y estudiantes entiendan qué pueden hacer y cómo operan los sistemas digitales, sistemas de información y las herramientas de cómputo¹³.

Los adelantos de la ciencia e ingeniería del siglo XX pueden inspirar a los profesores y estudiantes con las historias tanto de los grandes descubrimientos e innovaciones como de las personas que las hicieron posibles¹⁴. Muchos problemas actuales tienen su origen en el uso descuidado de las tecnologías y por ello existen grandes retos que afrontar, necesidades que satisfacer y problemas para resolver con responsabilidad social y ambiental¹⁵.

Existen excelentes oportunidades para brindar educación de calidad mundial y mejorar el hábitat en cualquier pueblo del país y del planeta. Por ejemplo, *Qatar Foundation* apoya las iniciativas educativas escalables de impacto global; *Teaching Channel* muestra vídeos de excelentes profesores en el aula, mientras que *Euronews Learning World* brinda reportajes de innovaciones educativas en todo el mundo; *Edupedia*, *Intel Education* y *NASA Education* ofrecen guías y materiales didácticos para el aprendizaje basado en proyectos, mientras que la *National Academy of Engineering* mantiene información al día sobre la ingeniería y la educación en ingeniería. La *National Academies Press* brinda documentos escritos por equipos de expertos en ingeniería, ciencia, medicina y educación. Para la publicación y demostración de los logros existen revistas y congresos de educación, como *Frontiers in Engineering*, así como concursos escolares de ciencia, ingeniería, robótica, tecnología y programación¹⁶.

Especialmente, las mejores universidades del mundo brindan por Internet acceso a sus cursos grabados (*MIT OpenCourseWare*, *Stanford Online*, *Open Learning Initiative*), cursos masivos en línea (*Coursera*, *edX*, *Udacity*) y recursos para enseñanza y aprendizaje (Berkeley, Harvard, Stanford, MIT, Princeton). Por ejemplo, en *Foundations of Teaching for Learning*¹⁷, los profesores pueden aprender los roles profesionales y las responsabilidades de un profesor y cómo ser más eficiente y eficaz; qué dicen los investigadores sobre el comportamiento y pensamiento de los estudiantes y cómo aplicar este entendimiento en la enseñanza; y el diseño de la instrucción, actividades y evaluaciones de los objetivos de aprendizaje. En *Get College Ready!*¹⁸ existen cursos de preparación escolar para carreras universitarias como programación (Java, introducción a la informática), biología, matemática (álgebra, geometría), ingeniería, física (mecánica, electricidad y magnetismo), calculo (pre-cálculo, diferencial, integral), química, etc. En *Intel Teach Elements*¹⁹, hay cursos de desarrollo profesional gratuitos que ofrecen una exploración profunda de los conceptos de aprendizaje mediante tutoriales animados y diálogos de audio para explicar conceptos; comprobación del conocimiento por medio de ejercicios interactivos; actividades fuera de línea para aplicar los conceptos. Entre los cursos destacan Indagación en la clase de ciencias, Pensamiento crítico con datos, Liderazgo educativo en el siglo XXI, Enfoque de aprendizaje por proyectos y Diseño de aprendizajes cooperativos.

¹² Educating the Engineer of 2020: Adapting Engineering Education to the New Century. National Academy of Engineering, 2005

¹³ The Engineer of 2020: Visions of Engineering in the New Century, National Academy of Engineering, 2004

¹⁴ Greatest Engineering Achievements of the 20th century, greatachievements.org

¹⁵ Grand Challenges for Engineering, engineeringchallenges.org

¹⁶ Intel ISEF, FIRST LEGO League, The Tech Challenge, Imagine Cup

¹⁷ coursera.org/specialization/foundationsteaching/4

¹⁸ edx.org/high-school-initiative

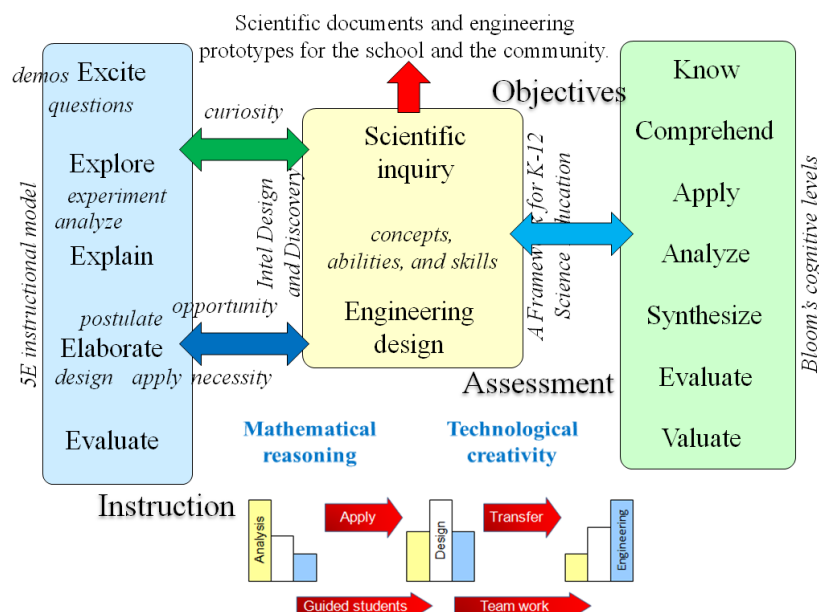
¹⁹ intel.com/content/www/us/en/education/k12/teach-elements.html

Metodología

El propósito de la educación es formar el carácter y la inteligencia de las personas para que continúen un aprendizaje autónomo y responsable. En este documento se propone mejorar, en el ámbito peruano, la educación escolar de las ciencias, ingenierías, tecnologías y matemáticas desarrollando laboratorios de ciencia y talleres de ingeniería en las escuelas y comunidades con la participación directa de estudiantes, profesores, administradores y sociedad. Dada la actual situación del sistema educativo peruano, estas actividades necesitan desarrollarse extracurricular y cooperativamente^{20, 21}.

El objetivo práctico es identificar, diseñar y producir soluciones prácticas y módulos didácticos que permitan acercar al público escolar y adulto hacia el conocimiento científico y hacia la práctica del diseño en ingeniería. De este modo, los estudiantes pueden tener más oportunidades para lograr su autonomía intelectual y los profesores más oportunidades para su independencia tecnológica. En las experiencias de aprendizaje se utilizan representaciones múltiples, conceptos transversales e ideas centrales de las disciplinas científicas, matemáticas y de ingeniería procurando maximizar el entendimiento abstracto, lógico, matemático, creativo y práctico de los estudiantes. Por ejemplo, ellos aprenden a experimentar y deducir leyes naturales diseñando experimentos con tecnología basada en sensores, actuadores, dispositivos electrónicos y programas de computadoras. Las evaluaciones son formativas, continuas e iterativas; se utilizan rúbricas y se miden los niveles cognitivos de acuerdo a la clasificación de Bloom: conocer, entender, aplicar, analizar, sintetizar y evaluar, además de valorar.

Así, con énfasis en indagaciones científicas y diseños en ingeniería, los profesores y estudiantes pueden alcanzar estándares competitivos de nivel mundial para²²: observar y explorar el mundo alrededor a la manera de los ingenieros y científicos; formular preguntas científicas y definir problemas de ingeniería; desarrollar y utilizar modelos; planificar y realizar investigaciones y diseños; analizar e interpretar datos utilizando matemáticas y tecnologías de información; encontrar explicaciones científicas y diseñar soluciones de ingeniería; argumentar a partir de evidencias; y obtener, evaluar y comunicar información. Para ello existen dos técnicas que favorecen tanto la enseñanza como el aprendizaje en el aula: el aprendizaje basado en proyectos de ingeniería y el aprendizaje basado en indagación científica. Ambas técnicas ayudan a promover un aprendizaje metacognitivo y desarrollar habilidades a partir de los intereses, entendimientos y experiencias de los participantes de acuerdo a sus ritmos y estilos de aprendizaje.



²⁰ Learning Science in Informal Environments: People, Places, and Pursuits. National Research Council, 2009

²¹ Surrounded by Science: Learning Science in Informal Environments. National Research Council, 2010

²² A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas. National Research Council, 2012

Modelo de Instrucción 5E

Usualmente, en una clase peruana los estudiantes escuchan a un docente hablar sobre un tema específico. Este tipo de aprendizaje forma estudiantes pasivos sin pensamiento crítico ni analítico. El modelo de instrucción 5E ayuda a los estudiantes a aprender como si realizaran investigaciones científicas²³. De este modo los estudiantes aprenden a crear ideas y a desarrollar experimentos y prototipos haciendo el aprendizaje más significativo, cooperativo y útil para ellos mismos y para otros al documentar y presentar públicamente sus resultados.

Este modelo se aplica en cinco fases:

- Emocionar a los estudiantes para despertarles la curiosidad e interés en un tema específico, establecer un contexto de aprendizaje y sacar a la luz sus entendimientos actuales.
- Explorar mediante cuestionamientos, experimentos, simulaciones y análisis de resultados para saber más del tema. Se establecen los objetivos de aprendizaje y se trabaja en equipo para adquirir experiencia y comprender la nueva situación.
- Explicar con palabras y diagramas lo que se va comprendiendo, descubriendo e identificando, y proponer nuevos planes para conocer más acerca del tema.
- Elaborar un plan para aplicar lo aprendido en otros contextos.
- Evaluar el nuevo aprendizaje y entendimiento conseguido y las habilidades desarrolladas con el nuevo concepto, dispositivo, aplicación, etc.

Por ejemplo, en matemática es común que el profesor describa una fórmula y los estudiantes repitan procedimientos de cálculo. Tomando como caso las ecuaciones de segundo grado el profesor puede emocionar a los estudiantes contando cómo Arquímedes, un sabio de la antigua Grecia, se equivocó con su apreciación del movimiento de los proyectiles y cómo Newton, un científico de la edad media, demostró que la Luna siempre cae hacia la Tierra (pero nunca la impacta). Los estudiantes analizan cartas gráficas de movimientos de proyectiles y caída libre de objetos, relacionan tiempos con distancia, calculan intersecciones con los ejes de coordenadas y predicen valores de variables para ciertas condiciones. Entonces el profesor guía a los estudiantes para definir variables, especificar ecuaciones, y transformar las expresiones para deducir la fórmula. Seguidamente los estudiantes explican la deducción y la aplicación de la fórmula en los experimentos de cinemática. Después elaboran un plan para aplicar las propiedades identificadas en el diseño de un plato parabólico para mejorar la captación del sonido o en el de una catapulta para lanzar un proyectil a distancias predeterminadas. Finalmente, los estudiantes y el docente evalúan lo aprendido destacando los preconceptos eliminados, los nuevos aprendizajes y las habilidades adquiridas.

En historia el docente suele relatar un hecho, como la carrera espacial, y los estudiantes memorizan nombres y fechas, pero en su lugar el profesor puede relatar brevemente el primer alunizaje y emocionar a los estudiantes preguntándoles si algún día les gustaría visitar otros planetas y galaxias y cómo sería posible hacer viajes espaciales. Los estudiantes exploran el sistema solar para proyectar, trabajando en equipos, cuándo serían los mejores momentos para viajar a Venus, Marte, Júpiter, Saturno, Urano y Neptuno, mientras conocen cómo fueron avistados esos planetas por primera vez; entonces el profesor guía a los estudiantes para que conozcan cómo las sondas de exploración viajaron a esos planetas. Seguidamente los estudiantes explican a la clase cómo viajarían a los planetas y después elaboran un plan para crear un modelo de maqueta para explicar la historia de la exploración espacial. Finalmente, los estudiantes y el docente evalúan lo aprendido destacando los preconceptos acerca del universo a lo largo de la historia y cómo ha ido cambiando la percepción del universo con el trabajo de los astrónomos y avances tecnológicos.

La siguiente página contiene un plan académico que desarrolla el modelo 5E con el aprendizaje basado en indagación científica para crear laboratorios de ciencia.

²³ The BSCS 5E Instructional Model, bscs.org/bscs-5e-instructional-model

LABORATORIO DE CIENCIA ESCOLAR: APRENDIZAJE BASADO EN INDAGACIÓN

FUNDAMENTOS CIENTÍFICOS

1. **¿Cómo se realizan los descubrimientos científicos?** Observaremos el mundo natural a nuestro alrededor y descubriremos la ley de caída libre de los cuerpos al modo de Galileo y con tecnología del siglo XXI.
2. **¿Qué es la electricidad?** Descubriremos las leyes fundamentales de la electricidad y de los circuitos eléctricos. Veremos cómo encender focos utilizando frutas cítricas y clavos y descubriremos las propiedades eléctricas del agua.
3. **¿Qué leyes naturales existen?** Mediante experimentos sencillos vamos a descubrir la conservación de energía, de movimiento y de momento angular.
4. **¿Qué es el magnetismo?** Descubriremos varias propiedades del magnetismo y de circuitos electromagnéticos para entender el funcionamiento de los motores, turbinas y plantas eléctricas.
5. **¿Qué hay en el aire y en el agua?** Descubriremos cómo se comporta el aire y cuán poderosa es la presión atmosférica. Crearemos un modelo para explicar los estados sólido, líquido y gaseoso del agua.

EJEMPLOS DE DESCUBRIMIENTO

6. **¿Qué son los péndulos y para qué sirven?** Utilizaremos péndulos para comprobar leyes de conservación de energía, medir intervalos de tiempo y calcular la aceleración de la gravedad.
7. **¿Qué hace flotar a los barcos en el mar?** Descubriremos leyes de flotación de cuerpos y entenderemos por qué los barcos y témpanos de hielo pueden flotar en el océano.
8. **¿Cómo se producen los sismos?** Conoceremos las teorías de formación del planeta Tierra y analizaremos materiales y estructuras resistentes a los sismos.
9. **¿Cómo se produce un arco iris?** Estudiaremos las propiedades ópticas de varios objetos y produciremos un arco iris en el patio o jardín.
10. **¿Cómo se mueven los planetas?** Crearemos un modelo del sistema solar, aprenderemos cómo los científicos descubren planetas en otros sistemas solares y crearemos un modelo planetario para descubrir por qué se producen los eclipses de Sol y de Luna.

11. **¿Por qué se expande el universo?** Debatiremos los puntos de vista de los científicos sobre la expansión del universo y creamos un modelo para visualizar cómo las galaxias se alejan unas de otras.

MINIPROYECTOS DE CIENCIAS

12. **¿Por qué se calienta la Tierra?** Conoceremos los beneficios y peligros de la radiación solar y de la tecnología. Crearemos un modelo de la capa de ozono para entender cómo nos protege de la radiación ultravioleta.
13. **¿Cómo cuidamos el medio ambiente?** Descubriremos el daño que la humanidad está causando a la Tierra y pensaremos en medidas de recuperación y cuidado de nuestro planeta.
14. **¿Cómo se reproducen y transportan los virus de la gripe?** Aprenderemos cómo se inventaron las vacunas y modelaremos la propagación de los virus de la gripe.

PROYECTO CIENTÍFICO

15. **¿Qué te gustaría aprender o descubrir?** A partir de observaciones del mundo natural elegiremos un fenómeno interesante para aprender más sobre ello.
16. **¿Qué predicciones puedes formular a partir de tus observaciones?** Luego de recopilar información de la literatura actual, formularemos preguntas, realizaremos experimentos y analizaremos los resultados.
17. **¿Qué experimentos puedes diseñar para comprobar tus predicciones?** Identificaremos las variables y los parámetros del fenómeno observado y planificaremos experimentos que produzcan datos útiles para sustentar o rechazar nuestras hipótesis.
18. **¿Qué dicen tus resultados?** Analizaremos los resultados aplicando métodos matemáticos y estadísticos para identificar patrones y desviaciones.
19. **¿Cómo puedes refinar o reformular tus predicciones?** A partir de los resultados afinaremos nuestros experimentos para obtener datos más precisos y nuevos descubrimientos.
20. **Una miniferia de ciencia y tecnología.** Prepararemos nuestras demostraciones para compartir nuestros descubrimientos y hallazgos entre nosotros y con la comunidad

Aprendizaje Basado en Proyectos de Ingeniería

Los talleres de ingeniería están diseñados sobre la base del programa Diseño y Descubrimiento²⁴. Este programa enfatiza el diseño en ingeniería, un proceso de diez pasos:

1. Identificar oportunidades de diseño.
2. Investigar las oportunidades de diseño.
3. Generar ideas de posibles soluciones para el problema.
4. Bosquejar un reporte del diseño.
5. Investigar y refina la solución.
6. Preparar los requerimientos de diseño y bosquejos conceptuales.
7. Construir modelos y partes estructurales.
8. Construir un prototipo.
9. Verificar, evaluar y revisar la solución.
10. Comunicar la solución.

La práctica continua e iterativa del diseño en ingeniería permite a los estudiantes:

- Analizar el mundo a su alrededor para mejorarlo y resolver problemas reales de la sociedad con soluciones de ingeniería.
- Construir conocimientos y entendimientos mientras identifican, investigan, cuestionan, diseñan y prueban soluciones a problemas importantes de la sociedad.
- Pensar sistemáticamente al construir conexiones y reconocer patrones para transferir métodos y conceptos entre diferentes áreas científicas y tecnológicas.
- Reflexionar sobre sus propios aprendizajes en cuadernos de diseño y portafolios donde registran, textual y gráficamente, sus conceptos y entendimiento por medio de mapas mentales y conceptuales para compartir sus ideas, descubrimientos, bocetos, preguntas, conceptos científicos y diseños de ingeniería.
- Realizar presentaciones orales y visuales antes sus compañeros y la comunidad, anticipar preguntas y responder a los comentarios relacionados con sus proyectos de diseño y de investigación.

La siguiente página contiene un plan académico que desarrolla este método con el aprendizaje basado en proyectos para crear talleres de ingeniería. Se realiza en cuatro fases:

1. **Fundamentos y análisis:** la instrucción inicia con el análisis de las tecnologías y aplicaciones del tema y prosigue con una explicación de los fundamentos científicos y de los contextos sociales y económicos.
2. **Casos de estudio y ejemplos de diseños:** para mejorar soluciones y para inspirarse con las ideas de otras personas y generar ideas a partir de nuevas situaciones.
3. **Miniproyectos:** se aplican los conceptos, entendimientos y conocimientos para diseñar y construir dispositivos con aplicaciones prácticas, y luego se presenta el estado del arte del tema estudiado.
4. **Proyecto:** los estudiantes trabajan en equipo para tratar problemas reales del entorno local con soluciones prácticas a través de un proyecto de investigación o de diseño de acuerdo al propio interés de los estudiantes. Los estudiantes adquieren más responsabilidades por sus aprendizajes y el docente es tanto un asesor como compañero de diseño: brinda guías para planificar y ejecutar los proyectos y prepara tutoriales, herramientas y escenarios virtuales para ayudar a entender a los estudiantes el problema y las soluciones que están abordando.

²⁴ Design and Discovery, Experiencing Engineering Through Design. intel.com/education/design

TALLER DE INGENIERÍA ESCOLAR: APRENDIZAJE BASADO EN PROYECTOS

FUNDAMENTOS DE INGENIERÍA

1. **Ingeniería y Tecnología.** Observaremos el mundo diseñado a nuestro alrededor y estudiaremos las propiedades físicas, costos y usos de varios materiales útiles para el diseño en ingeniería.
2. **Electricidad.** Analizaremos las partes de una linterna y aprenderemos a construir circuitos eléctricos simples y pensaremos cómo construir una cerca de luz láser.
3. **Máquinas simples.** Descubriremos cómo funcionan varias máquinas sencillas tales como palancas, bielas, cigüeñales, engranajes y motores. Organizaremos un concurso para construir un carro guiado magnéticamente.
4. **Circuitos electrónicos digitales.** Aprenderemos cómo funcionan los circuitos integrados digitales y construiremos un cronómetro para realizar experimentos de cinemática que nos ayudará a hallar la aceleración de la gravedad.
5. **Programación de computadoras.** Vamos a escribir instrucciones que el computador ejecutará automáticamente. Le enseñaremos al computador a resolver ecuaciones y dibujar objetos geométricos.

EJEMPLOS DE INGENIERÍA

6. **Inventos griegos.** Construiremos algunos de los inventos de griegos famosos como Herón y Arquímedes utilizando tecnologías del siglo XXI.
7. **Odómetros.** Analizaremos un odómetro diseñado por Leonardo Da Vinci y construiremos una versión electrónica para medir el perímetro de un parque.
8. **Salida de emergencia.** Ensayaremos con varias superficies para determinar cuál permite evacuar un avión más rápido.

MINIPROYECTOS DE INGENIERÍA

9. **Cocina solar.** ¿Cómo aprovecharías la energía solar para calentar cierta cantidad de agua utilizando curvas geométricas y materiales reflectores?
10. **Globos aerostáticos.** ¿Cómo fabricarías un modelo de globo aerostático impulsado por el aire caliente de una secadora eléctrica?
11. **Construcción de puentes.** ¿Cómo construirías un puente de madera, papel o cartón que soporte el peso de cinco libros?

12. **Control de luces de tráfico.** ¿Cómo diseñarías unos semáforos para una intersección de avenidas?
13. **Iluminación automática de caminos.** ¿Cómo usarías sensores de presencia y un microcontrolador para iluminar un camino solo cuando sea necesario?
14. **Programación de un robot Lego EV3.** ¿Cómo programas un robot para que siga líneas, detecte objetos e identifique colores?

PROYECTO DE DISEÑO EN INGENIERÍA

15. **Selección de un proyecto de ingeniería.** Entrevistaremos a las personas para conocer sus necesidades e identificar oportunidades de diseño. Describiremos los problemas y sus contextos para proponer soluciones. Haremos dibujos conceptuales para construir modelos y prototipos.
16. **Modelado de los prototipos.** Desarrollaremos modelos, componentes y sistemas de prueba. Analizaremos los materiales para los modelos y planificaremos cómo fabricarlos. Construiremos los primeros modelos y realizaremos ensayos para probar sus viabilidades como soluciones.
17. **Construcción de los prototipos.** Elaboraremos los presupuestos del proyecto y un cronograma de actividades. Veremos que es posible desarrollar varios prototipos para resolver problemas ante cuestiones que no planificamos o pasamos por alto.
18. **Verificación y mejora de los prototipos.** Entrevistaremos a los usuarios para evaluar las funciones solicitadas y utilizaremos sus comentarios para planificar revisiones y mejorar los prototipos.
19. **Una miniferia de ingeniería y tecnología.** Descubriremos los beneficios de participar en una feria tecnológica. Prepararemos nuestros paneles de demostración de los proyectos y ensayaremos nuestras presentaciones.
20. **Presentación de los prototipos y proyectos.** Resolveremos los últimos detalles y dejaremos el local listo y preparado para nuestra gran feria de ingeniería y tecnología. Luego de la exposición anotaremos y compartiremos nuestras reflexiones sobre nuestros progresos y experiencias en el taller.