



UNIVERSIDAD
DE GRANADA



DEPARTAMENTO DE
Didáctica DE LAS
Ciencias
Experimentales

Iniciación a la educación STEM

Semáforos limpios

Materiales

Aguilera Morales, David

Casas del Castillo, Ricardo

García Yeguas, Araceli

Perales Palacios, F. Javier

Vílchez González, José Miguel

Material del programa formativo (la mayoría, inédito):

- Cuestionario (elaboración propia). Consta de: i) Consentimiento para utilizar las respuestas para investigación y recogida de datos para la identificación del alumnado; ii) KPSI¹ con escala Likert de 1 (nada) a 5 (mucho) sobre contenidos de los cuatro dominios STEM; iii) Test de asociación de palabras.
- Ideas previas sobre educación STEM². Ficha en la que se solicita la realización de un dibujo esquemático sobre su modelo de educación STEM, la descripción del modelo dibujado y las experiencias que lo han inspirado.
- Guion de trabajo “Introducción a la educación STEM”: i) Educación STEM. Historia, definición y características; ii) RubeSTEM³. Rúbrica que orienta el diseño y evaluación de propuestas STEM; iii) Modelo IDEARR⁴, con descripción de sus etapas.
- Ficha didáctica de la situación de aprendizaje (SA) “Semáforos limpios”: i) Datos técnicos (título, periodo de implementación, número de sesiones, trimestre, autoría, etapa y nivel, área/materia/ámbito); ii) Identificación (descripción y justificación); iii) Fundamentación curricular (competencias específicas, criterios de evaluación y saberes básicos); iv) Fundamentación metodológica (fundamentos metodológicos, ajuste al enfoque STEM, agrupamientos, recursos, agentes implicados y evaluación).
- Guion de trabajo “Semáforos limpios”. Se parte de una situación problemática contextualizada y se realizan actividades para darle solución en el marco del modelo IDEARR.
- Presentación en Powerpoint para orientar su desarrollo en el aula.
- Instrumento de autoevaluación y coevaluación. Cuestionario Moodle para evaluar las SA diseñadas por el alumnado, que presentan en formato vídeo.

¹ Tamir, P. (1999). Self-assessment: the use of self-report knowledge and opportunity to learn inventories. *International Journal of Science Education*, 21(4), 401-411.

<https://doi.org/10.1080/095006999290624>

² Dare, E. A., Ring-Whalen, E. A., y Roehrig, G. H. (2019). Creating a continuum of STEM models: Exploring how K-12 science teachers conceptualize STEM education. *International Journal of Science Education*, 41(12), 1701-1720. <https://doi.org/10.1080/09500693.2019.1638531>

³ Aguilera, D., García Yeguas, A., Perales Palacios, F. J., y Vílchez-González, J. M. (2022). Diseño y validación de una rúbrica para la evaluación de propuestas didácticas STEM (RubeSTEM). *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 97(36.1), 11-34.

<https://doi.org/10.47553/rifop.v97i36.1.92409>

⁴ Aguilera, D., Lupiáñez, J.L., Perales-Palacios, F.J. y Vílchez-González, J.M. (2024). IDEARR Model for STEM Education—A Framework Proposal. *Educ. Sci.*, 14, 638.

<https://doi.org/10.3390/educsci14060638>

Questionario

(utilizado para pretest y posttest)

Pretest. Seminario 3

Esta investigación está llevada a cabo por la Dra. Araceli García Yeguas, el Dr. Ricardo Casas del Castillo, el Dr. José Miguel Vílchez González y el Dr. David Aguilera Morales. Todos profesores del Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales de la Universidad de Granada (España). Esta investigación se enmarca dentro de las actuaciones del proyecto de investigación EDS-TEAM, financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación y dirigido a la Transición ecológica. Sus objetivos son:

- Analizar el efecto de una experiencia educativa basada en la educación STEM sobre los conocimientos en ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas.
- Estudiar la efectividad en formación inicial de maestros de una propuesta formativa (teórico-práctica) sobre educación STEM.

Metodología empleada. Para llevar a cabo el estudio se usará la plataforma online, y de uso institucional, *Google Forms*. Se presentarán las cuestiones a abordar en formato cuestionario y de respuesta libre, tanto al inicio como al final de la investigación. Se estima una dedicación de 30 minutos para responder a las cuestiones que se plantean.

Recuerda que la encuesta no termina hasta que envíe el formulario y le aparezca "Se ha registrado tu respuesta".

Beneficios esperados y riesgos potenciales. La presente investigación no supone ningún riesgo para ti. Tus respuestas no serán objeto de ningún tipo de evaluación académica, ni tendrán repercusión en tu calificación. No hay respuestas erróneas ni tienes que demostrar lo que sabes, únicamente nos interesa tu respuesta más sincera, ni más ni menos. La intención de esta investigación es mejorar los procesos de enseñanza-aprendizaje que tienen lugar en la asignatura de Didáctica de las Ciencias Experimentales 1 (Grado de Educación Primaria). No obstante, se informa de que, si te sientes incómodo/a o presentas algún síntoma de malestar durante el desarrollo del estudio, podrás abandonar la investigación sin que esto suponga ningún inconveniente.

Confidencialidad y protección de datos. De acuerdo a la Ley Orgánica 3/2018 de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales, los datos personales que se le requieren (p.ej. edad, género, etc.) son los necesarios para cubrir los objetivos del estudio. El acceso a dicha información quedará restringido al personal autorizado (los citados responsables) que estará obligado a mantener la confidencialidad de la información. Los datos serán utilizados para los fines específicos de este estudio y en todo caso si fuese necesario podrán ser también utilizados con otros fines de tipo docente o carácter científico. Sin embargo, *los datos no serán transferidos o cedidos a personas ajenas o no vinculadas a la investigación para mantener la confidencialidad del participante*. De acuerdo con la ley vigente, tienes derecho al acceso de tus datos personales; asimismo, y si está justificado, tienes derecho a su rectificación y cancelación, siempre y cuando se le informe previamente la investigadora y/o responsable.

Tu **participación es voluntaria** y tendrás la posibilidad de retirarte del estudio en cualquier momento, y sin necesidad de tener que dar explicaciones.

Consulta. Para cualquier duda que pueda surgirte a partir de la participación en el estudio, o para recibir los resultados de la presente investigación, por favor, ponte en

contacto con David Aguilera (davidaguilera@ugr.es).

*** Indica que la pregunta es obligatoria**

1. Manifiesta, si procede, tu consentimiento informado: *

Marca solo un óvalo.

Acepto participar en esta investigación, habiendo comprendido en qué consiste, quiénes son los responsables y cuáles son mis derechos.

2. Apellidos y nombre *

3. Sexo: *

Marca solo un óvalo.

Varón

Mujer

Prefiero no contestar

4. Grupo y Turno *

Marca solo un óvalo.

Grupo C - Turno 1

Grupo C - Turno 2

Grupo C - Turno 3

Grupo D - Turno 1

Grupo D - Turno 2

Grupo D - Turno 3

Grupo G - Turno 1

Grupo G - Turno 2

KPSI. Seminario 3

Actividad de reflexión y autorregulación del aprendizaje

El sentido de esta actividad es reflexionar acerca de lo que conocemos sobre ciertos contenidos, tanto conceptuales como procedimentales, con los que trabajaremos a lo largo del seminario.

Valora en una escala de 1 a 5 lo que conoces sobre cada uno de los siguientes aspectos.

1 Nada - 5 Mucho

5. Energía. *

Marca solo un óvalo.

1

2

3

4

5

6. Fuentes de energía. *

Marca solo un óvalo.

1

2

3

4

5

7. Ley de Ohm. *

Marca solo un óvalo.

1

2

3

4

5

8. Estaciones climatológicas. *

Marca solo un óvalo.

1

2

3

4

5

9. Elementos de un ordenador. *

Marca solo un óvalo.

1

2

3

4

5

10. Lenguajes de programación. *

Marca solo un óvalo.

1

2

3

4

5

11. Robótica. *

Marca solo un óvalo.

1

2

3

4

5

12. Circuitos eléctricos. *

Marca solo un óvalo.

1

2

3

4

5

13. Polímetro. *

Marca solo un óvalo.

1

2

3

4

5

14. Placas solares fotovoltaicas. *

Marca solo un óvalo.

1

2

3

4

5

15. Procesadores de texto y hojas de cálculo. *

Marca solo un óvalo.

1

2

3

4

5

16. Proceso de diseño o prototipado. *

Marca solo un óvalo.

1

2

3

4

5

17. Planos y bocetos. *

Marca solo un óvalo.

1

2

3

4

5

18. Decidir la orientación e inclinación óptimas de una placa fotovoltaica. *

Marca solo un óvalo.

1

2

3

4

5

19. Medida de ángulos. *

Marca solo un óvalo.

1

2

3

4

5

20. Cálculos con ángulos. *

Marca solo un óvalo.

1

2

3

4

5

21. Representación de datos. *

Marca solo un óvalo.

1

2

3

4

5

22. Orientación en el espacio. *

Marca solo un óvalo.

1

2

3

4

5

23. Escalas. *

Marca solo un óvalo.

1

2

3

4

5

Test de asociación de palabras - Seminario 3

A continuación se muestran una serie de palabras clave. Piensa rápidamente qué palabras se te ocurren en relación a esta. **Haz una lista con un máximo de 10 términos** (un término puede contener de una a tres palabras), separados por comas. Ten en cuenta que si al leer alguna palabra clave piensas en algún término que coincide con alguna de las otras palabras clave que te mostramos, puedes incluirlo en tu lista sin problema. Finalmente, si no se te ocurre ningún término, indica NINGUNO.

Antes de empezar, mira este ejemplo:

Insecto: abeja, hormiga, saltamontes, 6 patas, 2 antenas, polinización, plantas, plaga, insecticida, mosca

24. Energía *

25. Fuentes de energía *

26. Ley de Ohm *

27. Estaciones climatológicas *

28. Ordenador *

29. Programación *

30. Robótica *

31. Circuitos eléctricos *

32. Polímetro *

33. Placas solares fotovoltaicas *

34. Procesadores de texto y hojas de cálculo *

35. Diseño *

36. Planos *

37. Ángulo *

38. Orientación espacial *

39. Representación de datos *

40. Escalas *

Este contenido no ha sido creado ni aprobado por Google.

Google Formularios

Ideas previas sobre educación STEM

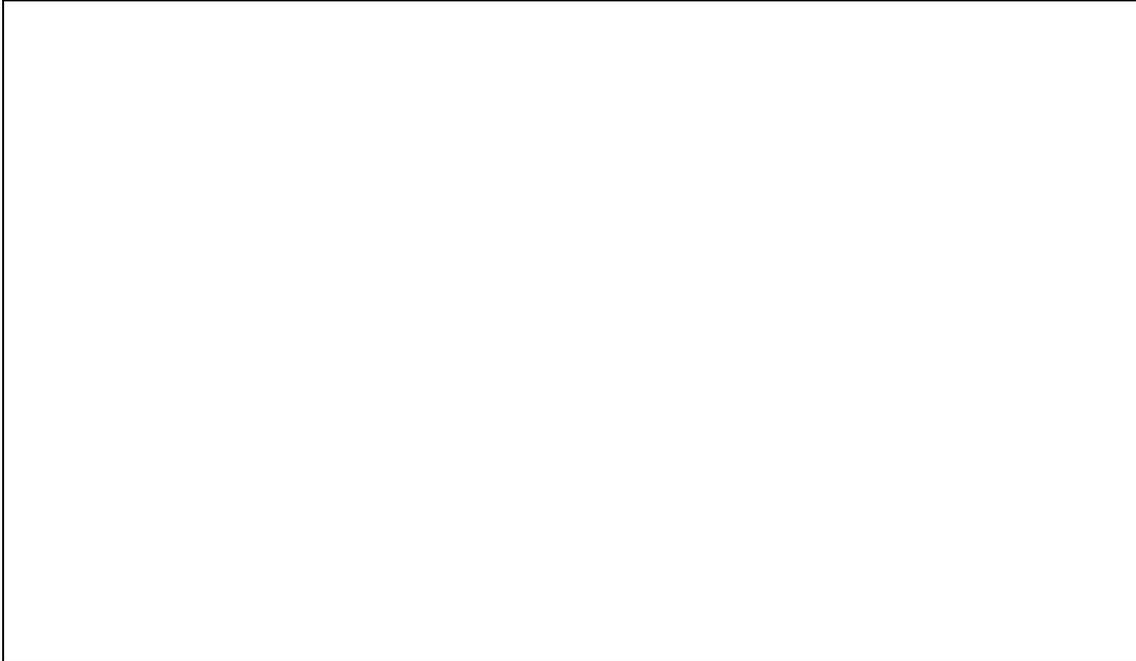


Apellidos y nombre:

Grupo: Turno:

Protocolo de reflexión sobre educación STEM

1. ¿Cómo describirías en un dibujo esquemático tu modelo de educación STEM?



2. Describe el modelo dibujado en palabras (*no exceder el hueco*).

3. ¿Qué experiencias han inspirado su modelo?

Guion de trabajo
“Iniciación a la educación STEM”

Seminario 3: Iniciación a la Educación STEM

A lo largo de seis sesiones vamos a abordar desde diferentes perspectivas (teórica y práctica) la educación STEM. Primero, veremos cómo surge el movimiento STEM y qué significados se le han otorgado a la educación STEM. Después, se os facilitará una experiencia STEM (dos sesiones de seminario), para que finalmente diseñéis vuestra propia situación de aprendizaje STEM. Recordad que todas las actividades se realizarán en grupo, favoreciendo el aprendizaje cooperativo.

Parte 1. Educación STEM. Historia, definición y características

El término STEM (en inglés acrónimo de Science, Technology, Engineering and Mathematics) alude a las áreas de conocimiento en las que suelen trabajar los científicos y los ingenieros. El **origen del movimiento STEM** tuvo lugar a comienzos de la **década de 1990** en **Estados Unidos** como respuesta a las necesidades sociales manifestadas por la National Governor's Association, que destacó que para mantener la competitividad económica era necesario desarrollar una identidad STEM. Este movimiento, político en sus inicios, se trasladó al ámbito educativo a partir de concepciones del término educación STEM muy distintas entre sí.

Como indicio de lo anterior, para la **educación STEM** nos encontramos casi tantas definiciones como autores se han acercado a ella. Así, encontramos desde quienes defienden que las disciplinas pueden ser tratadas de forma aislada hasta los que la consideran un conjunto integrado de las mismas (**Tabla 1**). En un extremo, hay autores que entienden por educación STEM la enseñanza tradicional de las ciencias o las matemáticas y, en el otro, los que la conciben como una entidad cohesionada cuya enseñanza está integrada y coordinada a través de la resolución de problemas del mundo real.

Tabla 1. Significados otorgados al término educación STEM.

| Autores | Significados |
|---|---|
| Breiner Harkness, Johnson y Koehler (2012) | El término educación STEM, según el tratamiento que hacen algunos autores, podría equiparse a la enseñanza tradicional de las ciencias o las matemáticas, las cuales suelen apoyarse en elementos tecnológicos para facilitar el aprendizaje del alumnado. |
| Shaughnessy (2013) | La educación STEM se enfoca a la resolución de problemas que implican conceptos de ciencias y matemáticas, en cuya resolución se usan estrategias de ingeniería y elementos tecnológicos. |
| Kelly y Knowles (2016); More et al. (2014); Sanders (2009) | La educación STEM es un enfoque educativo para enseñar dos o más disciplinas del acrónimo STEM, contextualizadas en problemas auténticos y con el propósito de promover vínculos entre las disciplinas abordadas. |
| Martín-Páez, Aguilera, Perales-Palacios y Vílchez-González (2019) | La educación STEM es un enfoque educativo que integra conocimientos y actitudes de las disciplinas implicadas en una misma situación de aprendizaje, la cual parte de problemas reales contextualizados en situaciones con distintos niveles de autenticidad. |

Las ideas de integración curricular derivan de los problemas del mundo real, cuya resolución requiere en general de distintas disciplinas. Sin embargo, nos encontramos con una incoherencia debido a que en los centros educativos las disciplinas se enseñan por separado, ofreciendo poco más que una variedad desconectada e incoherente de hechos y habilidades. Este tipo de aprendizajes no presentan una unidad de conjunto y por lo tanto carecen de sentido fuera del contexto académico. Es como si el alumnado al enfrentarse a una situación problemática se detuviera a preguntarse qué parte puede resolver con la ciencia, con la matemática, con la tecnología, etc. Por el contrario, un enfoque de aprendizaje interdisciplinario integra y relaciona las disciplinas (ver cuadro “**Para saber más**”). De esta manera, el alumnado puede hacer conexiones significativas que le permitan procesar el conocimiento para producir una comprensión aplicable a la realidad.

La evolución del movimiento STEM llevó al Washington STEM Study Group a la creación del término «**alfabetización STEM**», que definió como la capacidad de identificar y aplicar contenidos de las áreas de conocimiento STEM para comprender y resolver aquellas situaciones problemáticas que no pueden ser resueltas desde una sola disciplina. Por tanto, si para el desarrollo de esta nueva alfabetización se hace necesario un dominio aceptable de cada una de las cuatro disciplinas, también lo es la capacidad de reconocer y apreciar las conexiones que existen entre ellas. Por tanto, de acuerdo a esta definición, un estudiante estará alfabetizado en STEM cuando logre comprender cómo funciona el mundo a través de estas cuatro disciplinas y sea capaz de aplicar esta comprensión para mejorar las condiciones sociales, económicas y ambientales. Con este enfoque educativo se espera alcanzar una «**identidad STEM**» en la que el alumnado se sienta participe de una sociedad, que con el paso del tiempo requiere de mejores destrezas tecnológicas, ingenieriles, científicas y matemáticas, a través de sus intereses y habilidades, sin importar su raza, género y cultura.

PARA SABER MÁS

Conceptos (en el ámbito educativo):

Multidisciplinar: Se organizan dos o más asignaturas en torno al mismo tema, pero cada una de ellas preserva su identidad en tiempo y forma.

Interdisciplinar: No hay una referencia clara a disciplinas o asignaturas individuales, de forma que las habilidades y los conceptos de las distintas disciplinas se focalizan en el área temática abordada.

Transdisciplinar: La planificación de la enseñanza trasciende a las disciplinas individuales, centrándose en el campo del conocimiento tal y como se ejemplifica en el mundo real.

Información:

Recientemente al acrónimo STEM se le ha añadido la letra “A”, de Arts, con la pretensión de incluir el Arte, o en un sentido más amplio las Humanidades; se habla entonces de STEAM. La inclusión se argumenta por el hecho de ampliar la interdisciplinariedad y, en términos más generales, humanizar la ciencia y la tecnología.

ACTIVIDADES

1. Una vez estudiados los diferentes significados que pueden atribuirse al término educación STEM, contestad de forma razonada a las siguientes cuestiones:
 - a. ¿Creéis conveniente equiparar la educación STEM a la enseñanza tradicional de las ciencias, las matemáticas, la tecnología o la ingeniería?
 - b. ¿Qué opináis sobre aquella concepción de educación STEM en la que el propósito es la enseñanza de las ciencias y las matemáticas utilizando herramientas tecnológicas o estrategias de ingeniería?
 - c. ¿Os parece lógico referirse a la educación STEM como aquella experiencia de enseñanza y aprendizaje en la que se integran la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas? ¿Por qué?
 - d. Para vosotros ¿Cuál sería la mejor definición de Educación STEM? ¿Por qué?
2. Argumentar si las siguientes **propuestas didácticas**¹ se pueden considerar STEM, e identificar los contenidos de cada disciplina STEM que se trabajan en ellas:
 - a. *Montgolfier tournament*. El alumnado diseña y construye un globo aerostático para participar en una competición. En el proceso participa en distintos eventos de indagación, así como en procesos dirigidos a elegir materiales y combustibles en relación a su masa y energía química.
 - b. *EXOS*. El alumnado participa en una actividad de Indagación y Modelización en la que parte de distintas pruebas (tránsitos planetarios, espectros) y el uso de distintos instrumentos (simuladores astronómicos) para determinar las características de distintos Exoplanetas y elaborar un artículo periodístico narrando sus descubrimientos. En el proceso, el alumnado aprende sobre el comportamiento de los cuerpos celestes y métodos de estudio de la astronomía.
 - c. *GeaTours*. El alumnado se organiza en equipos que actúan como responsables de una agencia de viajes geológicos. El producto a elaborar es un tríptico que incluya ocho formaciones geológicas siguiendo alguna línea argumental de su elección. Para ello, deben usar distintas técnicas de representación y estudio geológicas y matemáticas (perfiles, curvas de nivel, uso de coordenadas GPS, tipos de formaciones...) que sean de utilidad para la representación de las formaciones en el Tríptico. El alumnado consensua qué criterios evaluar en el Tríptico, relativos al formato y el contenido.

Llegados a este punto surgen **diferentes incógnitas**: (1) ¿cómo diseño o elijo una buena situación de aprendizaje basada en el enfoque STEM?; y (2) ¿cómo implanto en el aula este modelo didáctico?

¹ Extraídas de Domènech-Casal, J. (2018). Aprendizaje Basado en Proyectos en el marco STEM. Componentes didácticas para la Competencia Científica. *Ápice. Revista de Educación Científica*, 2(2), 29-42. DOI: <https://doi.org/10.17979/arec.2018.2.2.4524>

Las incógnitas descritas pueden encontrar respuesta a través de la investigación y la innovación educativa. A continuación se presenta un instrumento para diseñar y/o evaluar situaciones de aprendizaje basadas en la educación STEM² que constituye una respuesta a la primera pregunta.

RUBESTEM es una rúbrica que, a partir de tres preguntas clave, establece siete dimensiones para guiar el diseño o la evaluación de una situación de aprendizaje basada en el enfoque STEM. Estas dimensiones incluyen a 19 indicadores que, a partir de cuatro niveles de logro, permiten concretar el diseño o la evaluación de la situación de aprendizaje. El **anexo 1**, incorporado al final de este guion, describe la estructura de RUBESTEM; mientras que el **anexo 2** contiene la rúbrica completa. Respecto a la evaluación de una situación de aprendizaje conforme a RUBESTEM, hemos de considerar que se establecen dos calificaciones para una situación de aprendizaje. La primera se extrae al sumar las puntuaciones obtenidas en los indicadores asociados a la dimensión Para qué y determina si se trata de una propuesta STEM o, en cambio, no se ajusta a este modelo didáctico. Igualmente, la segunda se calcula mediante la sumatoria de las puntuaciones obtenidas en el resto de indicadores (dimensiones Qué y Cómo) e indica su grado de logro. La Tabla 2 muestra el sistema de valoración que aplica RUBESTEM.

Tabla 2. Sistema de valoración de RUBESTEM.

| Dimensiones | Valores | Descriptorios | Nivel |
|-------------|---------|-----------------------|----------|
| Para qué | 0-4 | Propuesta pseudo-STEM | Teórico |
| | 5-9 | Propuesta STEM | |
| Qué Cómo | 0-15 | En vías de desarrollo | Práctico |
| | 16-31 | Básica | |
| | 32-47 | Avanzada | |
| | 48 | Sofisticada | |

Una vez aclarada la primera incógnita, nos centraremos en el **modelo IDEARR** (Figura 1) para intentar resolver la segunda. Basado en la metodología de aprendizaje basado en problemas (ABP), constituye una propuesta metodológica para implementar la educación STEM en el aula. Ello responde, por una parte, a que la mayoría de los problemas abordados en educación científica, tecnológica o matemática no tienen una solución única y requieren de un proceso de resolución complejo y no lineal, dada su naturaleza interdisciplinar.

El modelo IDEARR se centra en el proceso de resolución del problema, asumiendo que las vías para resolver un problema son múltiples (problemas abiertos) y que dependerán en gran parte de las acciones desarrolladas por el alumnado; pudiéndose, en consecuencia, obtener diferentes soluciones. Por tanto, conviene evitar definir a priori, completa y minuciosamente, el producto que se espera obtener al finalizar el proceso. Así, se evitaría

² Extraída de Aguilera, D., García-Yeguas, A., Palacios, F. J. P., & Vílchez-González, J. M. (2022). Diseño y validación de una rúbrica para la evaluación de propuestas didácticas STEM (RUBESTEM). *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 97(36). <https://doi.org/10.47553/rifop.v97i36.1.92409>

predecir –e inducir– tomas de decisiones y las acciones que desempeñarían los estudiantes para resolver un problema complejo. En este sentido, se ha comprobado que realizar este tipo de predicciones por parte del docente no es fiable [58], pues a menudo suelen ser fallidas e infravaloran las capacidades del alumnado.

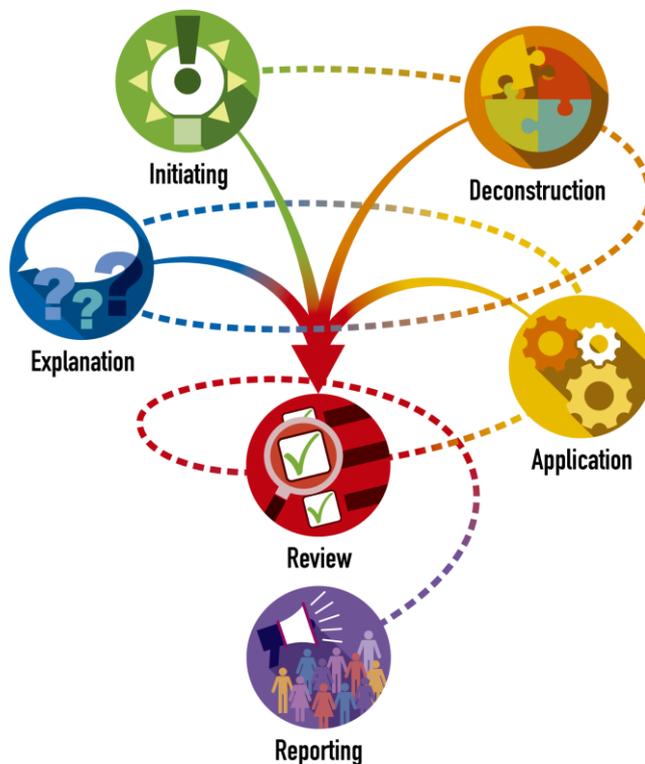


Figura 1. Representación gráfica del modelo IDEARR.

A) Initial stage

Esta primera etapa abarca la presentación del problema, la exploración del escenario y la creación de los equipos de trabajo. Por tanto, en esta fase debe producirse la estimulación y la curiosidad suficientes para que se genere un compromiso intrínseco con la resolución del problema. Ello propicia la identificación del conocimiento previo del alumnado, así como experiencias personales y/o formativas útiles para la resolución de la situación problemática.

Una buena situación problemática podría caracterizarse a partir de los siguientes elementos: (1) aparecen pocos elementos, posibilitando diferentes estrategias de resolución; (2) el objetivo subyacente es poco claro o ambiguo; (3) existen varias soluciones factibles; (4) genera incertidumbre sobre qué conceptos, procedimientos, reglas o principios son relevantes durante el proceso de resolución; y, por último, (5) es imprescindible que el alumnado formule y defienda juicios sobre el problema en cuestión. A modo de ejemplo, podríamos plantear la siguiente situación problemática:

La empresa de transportes de nuestra localidad está implementando un plan de mejora integral. Ello implica elaborar un plan nuevo de recogida y reparto de

paquetes más sostenible y respetuoso con el medio ambiente. Vamos a ayudarlos con esta tarea.

Este ejemplo presenta conceptos de interpretación amplia como “más sostenible” y “respetuoso con el medioambiente”. Las posibles soluciones al problema son múltiples, aunque todas ellas requieren la movilización y la aplicación de los mismos conocimientos y habilidades.

B) Deconstruction stage

La segunda etapa pretende “diseccionar” el problema de forma analítica a fin de obtener un plan para resolverlo y tomar conciencia de cómo cada dominio STEM puede ayudarnos a ello (conectar nodos de conocimiento). Este proceso puede ser más o menos dirigido por el profesorado, lo que dependerá de: la experiencia previa con el enfoque STEM; la etapa educativa; y/u otras características cognitivas, afectivas y/o conductuales del alumnado. En este momento la presencia de profesorado de diferentes especialidades cobra importancia.

La etapa de deconstrucción ha de facilitar un andamiaje entre el problema presentado y la resolución de este; de esta forma se estará favoreciendo un pensamiento sistémico que permite comprender el problema como un sistema de elementos que interactúan entre sí y producen un comportamiento emergente (consecuencias sociales y ambientales). Para ello, resulta aconsejable usar estrategias metacognitivas a fin de generar un proceso reflexivo y creativo. Por ejemplo, la Figura 2 muestra un panel para que el alumnado analice el problema presentado.

| Facts | STEM disciplines | Learning Issues | Action Plan |
|--|------------------|---|-------------|
| Preparing a sustainable and environmentally friendly plan for the collection and distribution of packages. At our location. Stakeholders: transport company and customers. | Sciences | For example, what parts of the Earth can be contaminated? | |
| | Technology | For example, what environmental impact do transport companies have, directly or indirectly? | |
| | Engineering | For example, what is the shortest route between the agency and each of the local districts? | |
| | Mathematics | For example, what is the area that our town occupies? | |

Figura 2. Ejemplo de estrategia metacognitiva para aplicar en la deconstrucción del problema.

En la Figura 2, la columna *Facts* recogería información relevante de la situación problemática, como cuál es el problema, dónde ocurre y quién está implicado –directa o indirectamente–. La columna *STEM disciplines* simplemente actuaría como organizadora de la información en filas, correspondientes a las cuatro disciplinas. La columna *Learning Issues* registraría todas aquellas preguntas cuyo abordaje y respuesta permitirán la

resolución del problema. Finalmente, la columna *Action Plan* recogería el proceso que el equipo de trabajo seguirá para resolver el problema. La misma Figura 2 presenta un ejemplo de deconstrucción del problema ejemplificado en la fase anterior.

C) *Explanation stage*

Durante la etapa de explicación se da respuesta a los “Learning Issues” subyacentes del problema. En esta fase se intercalan procesos de aprendizaje guiados con otros autónomos. Se trata, por tanto, de una etapa orientada a la adquisición y/o desarrollo de los conocimientos y las habilidades necesarias para resolver satisfactoriamente el problema. El output de esta fase es el cuerpo de conocimientos, que podrá contrastarse a través de las explicaciones provistas por los estudiantes, y habilidades STEM implicadas en el problema, cuyo dominio se demostrará tanto en esta fase como en de aplicación.

Llegados a este punto, conviene matizar qué es una explicación en el marco de una secuencia de aprendizaje STEM. Al respecto, Baptista y colaboradores [63] han abordado recientemente esta cuestión. De este modo, nosotros partimos de sus delineamientos teóricos para ofrecer una nueva versión adaptada a los planteamientos epistemológicos y pedagógicos aquí expuestos. Así, primero hemos de considerar que una explicación toma matices diferentes en función de la disciplina desde la que se desarrolla. De este modo, la Tabla 3 muestra qué se entiende por explicación en cada una de las disciplinas STEM, asumiendo que se trata de un concepto cuya definición ha sido controvertida, especialmente en el ámbito matemático.

Tabla 3. Definición de explicación de acuerdo a cada una de las disciplinas STEM.

| Disciplina | Definición |
|-------------------|---|
| Ciencia | Una explicación científica surge a partir de la observación del mundo que nos rodea. Por tanto, es el producto final de un proceso científico en el que se describe o explica –según se trate de una ley o una teoría- un fenómeno natural, atendiendo a cómo y por qué se produce. |
| Tecnología | Una explicación tecnológica se centra en las funciones (comportamientos) de la solución ideada (prototipo) frente a un problema concreto, entendiéndola como parte de un sistema. Por tanto, debe considerar sus propósitos y su impacto (esperado y/o contrastado) a nivel social y medioambiental. |
| Ingeniería | Una explicación ingenieril se orienta a las funciones (comportamientos) de la solución ideada (prototipo) frente a un problema concreto argumentando su creación a partir de las decisiones tomadas, las restricciones y las limitaciones del proyecto. |
| Matemáticas | Una explicación matemática suele construirse a partir de la observación de fenómenos. De ahí que se haya vinculado tradicionalmente con las explicaciones científicas, aunque también surgen procesos explicativos en el seno de la disciplina (e.g.: la descripción de símbolos matemáticos). En esencia, una explicación matemática constituye un depósito de pruebas que describen una realidad de la forma más simple y veraz. Estas pruebas pueden consistir en la descripción de las reglas de un determinado cálculo, el análisis de un patrón o una variable, la representación gráfica de patrones (e.g.: grafos) o variables, deducciones estadísticas y probabilísticas o descripciones estructurales (geometría). |

Tanto es así que una explicación STEM sería aquella que integra conocimientos de las cuatro disciplinas del acrónimo. Por tanto, esta debería incluir aquellos matices disciplinares provistos en la Tabla 3.

Siguiendo con nuestro ejemplo, al finalizar esta fase podríamos ser conscientes de que la mayor contaminación que produce nuestra empresa es a nivel atmosférico y de residuos sólidos (explicación científica), el primero debido a los vehículos de reparto y el segundo, a los materiales que se utilizan en paquetería (explicaciones tecnológica), que pueden ser desechados y gestionados en la misma empresa o en los domicilios de destino, o bien con la colaboración de terceros (explicación ingenieril). También se podría disponer de una optimización de las rutas empleadas para el reparto, a lo que se llegaría, por ejemplo, mediante el estudio de las zonas que resultan de marcar circunferencias concéntricas con centro el lugar de partida de los vehículos, de modo que los sectores circulares ocupen la misma área, o la división de la zona a atender mediante ángulos iguales con vértices en la localización de la empresa (explicación matemática).

D) Application stage

La etapa de aplicación, que está imbricada con la Explanation stage, consiste en la movilización de todos los conocimientos trabajados y la aplicación de las habilidades desarrolladas con un fin determinado: resolver el problema. En consecuencia, se puede describir como un proceso de aprendizaje convergente y eminentemente activo, en el que surge el desenlace de la resolución del problema. El output de esta etapa será el producto o prototipo generado.

En nuestro ejemplo, se podría decidir sustituir los vehículos de reparto por otros de menor consumo, como por ejemplo bicicletas o patinetes eléctricos recargados con placas fotovoltaicas, al menos para las zonas más cercanas o para aquellas que dispongan de carriles especiales para estos vehículos, y siempre que el tamaño y el peso del paquete lo permitiera; a la vez, sustituir los materiales adhesivos por otros menos contaminantes. Todo ello implicaría un estudio de mercado, pues estas decisiones podrían influir en las tarifas corriendo el riesgo de perder clientela por dejar de ser competitivos. Además, tendríamos que publicitar nuestras decisiones para que la empresa tuviera la imagen de velar por la sostenibilidad, lo que también podría ayudarnos a conseguir financiación para emprender nuestras mejoras (responsabilidad social corporativa).

4.5. Review stage

La etapa de revisión tiene un carácter transversal en el modelo IDEARR. Así, se espera que se generen pequeños ciclos adyacentes que permitan depurar los outputs obtenidos en cada una de las fases. Concretamente, se espera que:

- Se realicen exploraciones del escenario del problema (Initial stage) en diferentes momentos.
- Se controle la modificación de aquellas concepciones alternativas identificadas (Initial stage) durante las fases de explicación y aplicación.
- Se actualicen los “Learning Issues” y el “Action Plan” (Deconstruction stage), si fuera necesario, de acuerdo a vivencias suscitadas durante los procesos de aprendizaje desarrollados en las etapas de explicación y aplicación.

- Se enriquezcan las explicaciones STEM provistas (Explanation stage) a partir de las vivencias proporcionadas en la fase de aplicación.
- Se testeé la funcionalidad de la solución alcanzada (Application stage).
- Se tome conciencia de las limitaciones de las soluciones alcanzadas, dando lugar a líneas de trabajo futuras (Review stage).

4.6. Reporting stage

Finalmente, el proceso de aprendizaje ha de culminar con la exposición del proceso desarrollado, así como de la solución alcanzada para el problema abordado. Este proceso comunicativo final puede realizarse en múltiples formas y formatos, pero lo más relevante es que los hallazgos obtenidos y la experiencia disfrutada lleguen a la comunidad. Igualmente, hemos de asegurarnos de que todos los estudiantes participan de forma activa en la comunicación de sus resultados. En esta fase deberían estar presentes agentes externos que pudiesen valorar el producto final desde perspectivas no académicas, siendo también importante la coevaluación por parte de los compañeros del grupo-clase.

ACTIVIDADES

3. Evaluación y valoración de la SA proporcionada:

- Aplica los indicadores de RubeSTEM para evaluar la SA que se te proporciona, tanto a nivel teórico como práctico.
- Representa los valores en una gráfica de araña.
- A partir de las calificaciones obtenidas, clasifica la SA según los descriptores teórico y práctico de RubeSTEM.

Referencias bibliográficas

Breiner, J. M., Harkness, S. S., Johnson, C. C., & Koehler, C. M. (2012). What is STEM? A discussion about conceptions of STEM in education and partnerships. *School Science and Mathematics*, 112 (1), 3–11.

Kelley, T. R., y Knowles, J. G. (2016). A conceptual framework for integrated STEM education. *International Journal of STEM Education*, 3(11), 1–11. <https://doi.org/10.1186/s40594-016-0046-z>

Martín-Páez, T., Aguilera, D., Perales-Palacios, F. J., y Vílchez-González, J. M. (2019). What are we talking about when we talk about STEM education? A review of literature. *Science Education*, 103(4), 799-822. <https://doi.org/10.1002/sc.21522>

Moore, T., Stohlmann, M., Wang, H., Tank, K., Glancy, A., y Roehrig, G. (2014). Implementation and integration of engineering in K-12 STEM education. En S. Purzer, J. Strobel, y M. Cardella (Eds.), *Engineering in Pre-College Settings: Synthesizing Research, Policy, and Practices* (pp. 35–60). West Lafayette: Purdue University Press.

Sanders, M. (2009). STEM, STEM education, STEM mania. *Technology Teacher*, 68(4), 20–26.

Shaughnessy, J. M. (2013). Mathematics in a STEM Context. *Mathematics Teaching in the Middle School*, 18(6), 324.

Anexo 1. Estructura de RubeSTEM

| Pregunta clave | Dimensión | Definición | Indicadores |
|----------------|----------------|---|--|
| ¿Para qué? | Finalidades | Propósitos que promueven la realización de la propuesta STEM, que incluyen los objetivos de aprendizaje, los objetivos de enseñanza y los asociados a la problemática abordada. | <ul style="list-style-type: none"> Finalidades de aprendizaje Finalidades de la educación STEM Problema/Reto de la propuesta |
| ¿Qué? | Contenidos | Conjunto de conocimientos (teóricos y prácticos) y actitudes seleccionados; formas de organizarlos e integrarlos en la propuesta. | <ul style="list-style-type: none"> Selección y profundidad de contenidos (conceptuales, procedimentales y/o actitudinales) Integración disciplinar |
| | Acción | Producto o toma de decisión que se genera en respuesta a la problemática. | <ul style="list-style-type: none"> Despliegue de la acción Ámbito de realización e impacto social |
| ¿Cómo? | Prácticas STEM | Formas de pensar, hacer y comunicar básicas de la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas escolares que se fomentan. | <ul style="list-style-type: none"> Argumentación Indagación Modelización Diseño Evaluación del impacto |
| | Contexto | Hilo conductor que da sentido al problema, así como a los contenidos, prácticas y actitudes que se desarrollan. | <ul style="list-style-type: none"> Relevancia Autenticidad |
| | Evaluación | Mecanismos de regulación que se usan para guiar el aprendizaje, la realización de la acción y valorar los resultados finales. | <ul style="list-style-type: none"> Evaluación del proceso Evaluación del resultado |
| | Cooperación | Mecanismos de regulación del trabajo cooperativo entre el alumnado, el profesorado y los agentes externos participantes (museos, centros de investigación, universidades, científicos, ingenieros o cualquier otra persona o entidad ajena a la escuela). | <ul style="list-style-type: none"> Regulación del trabajo cooperativo (alumnado) Colaboración docente Agentes externos |

Anexo 2. Concreción de los niveles de logro

| Indicadores | Nivel 0 (en vías de adquisición) | Nivel 1 (básico) | Nivel 2 (avanzado) | Nivel 3 (sofisticado) |
|--|--|---|---|---|
| Finalidades de aprendizaje | Se plantea que el alumnado reconozca contextos relevantes desde el punto de vista social/personal e implique la movilización de conocimientos (conceptuales y/o procedimentales) y/o actitudes de algunos dominios STEM. | Se plantea que el alumnado reconozca contextos relevantes desde el punto de vista social/personal e implique la movilización de conocimientos (conceptuales y/o procedimentales) y/o actitudes de los cuatro dominios STEM. | Se plantea que el alumnado desarrolle su alfabetización STEM (capacidad para identificar, analizar y aplicar conocimientos STEM integrados) a través de una situación problemática compleja. Asimismo, se procura movilizar capacidades transversales como la creatividad, el pensamiento crítico, la colaboración o la comunicación. | Se plantea que el alumnado desarrolle su alfabetización STEM, capacitándolo para enjuiciar el impacto de la resolución del problema desde una perspectiva ética y moral, así como para desempeñar una participación activa y crítica como ciudadano y movilizando capacidades transversales como la creatividad, el pensamiento crítico, la colaboración o la comunicación. |
| Finalidades de la educación STEM | Se obvia la justificación de la propuesta didáctica. | Se justifica la conveniencia de la propuesta didáctica, aunque no se ofrecen argumentos alineados con los objetivos de la educación STEM: (1) Desarrollar la alfabetización STEM del alumnado. (2) Promover actitudes positivas hacia las disciplinas STEM. | Se justifica la conveniencia de la propuesta didáctica, aludiendo a los objetivos de la educación STEM. | Se justifica la conveniencia de la propuesta didáctica, aludiendo a los objetivos de la educación STEM. Además, se atiende a la perspectiva de género, al desarrollo de vocaciones científico-tecnológicas entre el alumnado y/o el desarrollo de valores deseables para una ciudadanía global (ODS). |
| Problema/reto de la propuesta | Se propone una situación problemática muy estructurada y bien delimitada, a partir de la cual se promueven tareas meramente reproductivas, que limitan la identificación de relaciones disciplinares o implicaciones sociales y moviliza conocimientos de dominios STEM. | Se propone una situación problemática compleja, que implica un trabajo activo y reflexivo a corto-medio plazo, facilitando la identificación de relaciones disciplinares o implicaciones sociales y movilizando conocimientos de dominios STEM. | Se propone una situación problemática compleja apropiada en dificultad, que implica un trabajo activo y reflexivo a medio-largo plazo, facilitando la identificación de relaciones disciplinares o implicaciones sociales y movilizando conocimientos de los cuatro dominios STEM. | Se propone una situación problemática compleja apropiada en dificultad y cuya resolución implica la movilización de conocimientos de los cuatro dominios STEM. La resolución se plantea a medio-largo plazo a fin de favorecer la profundización en la comprensión de la situación (relaciones disciplinares), la adopción de una postura crítica y la toma de decisiones (acción) entre el estudiantado. |
| Selección y profundidad de contenidos (conceptuales, procedimentales y/o actitudinales) | Se seleccionan contenidos de algunos dominios STEM, organizando un trabajo disciplinar parcializado y aislado. | Se seleccionan contenidos de los cuatro dominios STEM, se organizan de acuerdo a las disciplinas y se abordan atendiendo a una lógica secuencial, | Se seleccionan contenidos de los cuatro dominios STEM, se organizan de acuerdo a las disciplinas y se abordan atendiendo a | Se seleccionan contenidos de los cuatro dominios STEM, se organizan en contenidos clave (elementos integradores), se abordan |

| Indicadores | Nivel 0 (en vías de adquisición) | Nivel 1 (básico) | Nivel 2 (avanzado) | Nivel 3 (sofisticado) |
|---|---|--|---|--|
| | | descuidando la conexión entre los diferentes contenidos y el nivel de participación de cada dominio. | una lógica secuencial, conectándolos entre sí. Aunque, se sigue descuidando el nivel de participación de cada dominio. | progresivamente conectando los diferentes núcleos de contenidos y se procura equilibrio en el nivel de participación de cada dominio. |
| Integración disciplinar | Se abordan contenidos de los dominios STEM de forma desconectada o aislada, apareciendo objetivos de aprendizaje independientes para cada dominio STEM. | Se abordan contenidos de los cuatro dominios STEM, aunque están ligados a los objetivos de aprendizaje establecidos para cada una de las disciplinas. Ello da lugar a dos posibles escenarios: (1) la propuesta se focaliza en una de las disciplinas, actuando esta como eje vertebrador e integrador de los contenidos; o (2) la propuesta secuencia el trabajo de acuerdo a los objetivos de aprendizaje establecidos para cada una de las disciplinas STEM, favoreciendo una integración multidisciplinar. | Se abordan contenidos de los cuatro dominios STEM, donde subyacen objetivos de aprendizaje que engloban varias disciplinas STEM (objetivos compartidos). Ello procura que se imbriquen los contenidos, favoreciendo una integración interdisciplinar. | Se abordan contenidos de los cuatro dominios STEM. Estos se identifican a partir de núcleos temáticos amplios que subyacen a la situación problemática y engloban varios dominios STEM. El trabajo se focaliza en la resolución del problema, favoreciendo una integración transdisciplinar. |
| Despliegue de la acción | Se proponen tareas (acciones) concretas, desconectadas entre sí. | Se proponen una serie de tareas, justificándose cada acción, aunque no quedan cohesionadas entre sí. | Se proponen una serie de tareas bien estructuradas, justificándose cada acción y la relación entre ellas. Así, se percibe un hilo conductor que genera cohesión entre las acciones propuestas. | Se proponen una serie de tareas que cumplen con las especificaciones del nivel 2. Además, se demuestra que el despliegue de la acción se ha puesto en práctica, se ha evaluado y se proponen mejoras. |
| Ámbito de realización e impacto social | Se dirige al propio grupo-clase. El alumnado es el beneficiario de la resolución del problema, que repercute a nivel individual. | Se dirige a la comunidad escolar (profesores, alumnado de otros cursos, etc.). El impacto queda recluido en el recinto escolar. | Se dirige a la comunidad del entorno escolar (incluyendo familias, vecinos del barrio, etc.). El impacto trasciende al recinto escolar. | Se dirige a una comunidad social amplia (pueblo, ciudad...). Se sustenta en una (o varias) colaboración externa y genera un impacto sostenido en el tiempo. |
| Argumentación | Se promueven pocos espacios de argumentación o se limitan a comunicar resultados de manera descriptiva. | Se promueve alguna actividad de argumentación, pero no siempre está relacionada con la argumentación basada en pruebas. | Se promueven varias actividades de argumentación científica. | Se planifican varias actividades de argumentación, prestando atención al desarrollo de las habilidades comunicativas, la creatividad y el pensamiento crítico. La |

| Indicadores | Nivel 0 (en vías de adquisición) | Nivel 1 (básico) | Nivel 2 (avanzado) | Nivel 3 (sofisticado) |
|-------------------------------|--|---|--|--|
| | | | | argumentación se entiende como un canal de diálogo entre el fenómeno o conflicto que se indaga, las decisiones tomadas y los resultados alcanzados. |
| Indagación | Se plantean pocas preguntas (investigables), entendiéndose la investigación únicamente como la recogida de datos y síntesis de información. | Se plantean preguntas a fin de desarrollar un proceso de investigación. La parte experimental o de campo es inexistente. | Se plantean preguntas a fin de desarrollar un proceso de investigación. La parte experimental o de campo tiene carácter esporádico a lo largo de la propuesta didáctica. | Se plantean preguntas a fin de desarrollar un proceso de investigación. La parte experimental o de campo se planifica concienzudamente y predomina en la propuesta. |
| Modelización | Los componentes de un modelo se muestran descriptivamente. No aparecen procesos concretos que persigan entenderlos. | Aparecen algunas actividades puntuales destinadas a reconocer las características de los modelos. | Se incluyen actividades destinadas a la construcción de modelos a partir de fenómenos reales. | Se incluyen actividades dirigidas a utilizar los modelos generados para describir, explicar o predecir los fenómenos. |
| Diseño | Se realiza un proceso de construcción siguiendo un protocolo que proporciona el docente. | Se da respuesta a un problema siguiendo un protocolo de construcción y testeo que proporciona el docente. | Se da respuesta al problema siguiendo un proceso de construcción y testeo de un prototipo ideado por el alumnado. | El alumnado participa en el proceso desde la propia definición del problema. |
| Evaluación del impacto | No se plantea ninguna actividad en la que se evalúe el impacto (social, económico y/o ambiental) de la solución alcanzada. | Aparece alguna actividad en la que se realiza evaluación del impacto de la solución alcanzada en uno o dos de los ámbitos (social, económico y/o ambiental). | Aparece alguna actividad en la que se realiza evaluación del impacto de la solución alcanzada en los ámbitos social, económico y ambiental. | Aparece alguna actividad en la que se realiza evaluación del impacto de la solución alcanzada en los ámbitos social, económico y ambiental; y se solicitan propuestas de mejora. |
| Relevancia | Se plantea una situación problemática, que pudiera o no partir de los intereses del grupo-clase, aunque no se considera su importancia profesional e impacto social. | Se plantea una situación problemática, que pudiera o no partir de los intereses del grupo-clase, atendiendo a una demanda social. | Se plantea una situación problemática, que pudiera o no partir de los intereses del grupo-clase, atendiendo a una demanda social a la vez que se visibiliza la importancia de las profesiones científico-tecnológicas o ingenieras | Se plantea una situación problemática que conecta una demanda o cuestión social con los intereses de los alumnos a nivel: individual, social y/o profesional. Se intenta que estas situaciones generen nuevos intereses e inquietudes (sostenidos en el tiempo) más allá del ámbito cotidiano. |
| Autenticidad | Se aborda una situación problemática ficticia o idealizada que poco tiene que ver con la realidad, desde un punto de vista social y/o profesional. | Se aborda una situación problemática ficticia que se asemeja a situaciones reales. Se propicia la realización de simulaciones y prácticas que se parecen a las aplicadas en contextos reales. | Se aborda una situación problemática verosímil que recrea un escenario real. Se propicia la realización de prácticas reales en escenarios ficticios y/o reales. | Se aborda una situación problemática real, que genera problemas complejos y ambiguos, propiciando la realización de prácticas en contextos reales. |

| Indicadores | Nivel 0 (en vías de adquisición) | Nivel 1 (básico) | Nivel 2 (avanzado) | Nivel 3 (sofisticado) |
|--|---|---|---|---|
| Evaluación del proceso | No se especifican momentos, herramientas y/o técnicas para hacer un seguimiento del alumnado, en los cuales el profesor asume el rol de detectar errores, analizarlos y ofrecer alternativas para mejorar el aprendizaje. | Se realiza un seguimiento a partir de la evaluación de cada tarea por parte del docente. La intervención del docente durante el desarrollo de la propuesta tiene carácter retroactivo, una vez finalizada cada tarea. | Se realiza un seguimiento del alumnado de acuerdo a las condiciones del nivel 1. Además, se contempla la auto-evaluación del alumnado a fin de identificar sus dificultades, problemas o dudas sobre los contenidos, la tarea u otras cuestiones. | Se crean canales y herramientas que facilitan un seguimiento inmediato o rápido al alumnado (proactivo, antes de que la tarea sea finalizada). Se contemplan mecanismos de auto-evaluación del alumnado. |
| Evaluación del resultado | Se identifican las tareas que se tendrán en cuenta para la evaluación y calificación del alumnado, estableciendo una ponderación de acuerdo con el criterio del docente. Evalúa el docente. | Se identifican algunas tareas para ser co-evaluadas por el alumnado de acuerdo a listas de criterios o rúbricas facilitadas por el docente. También se establece el valor de cada tarea (co-evaluada o evaluada por el docente) en la calificación final. | Se consensuan los criterios de evaluación y calificación de las tareas con el alumnado. Las tareas son co-evaluadas entre el alumnado y el docente. Evaluación compartida, flexible y abierta. | Se identifican las competencias (conocimientos, habilidades y actitudes) asociadas a cada tarea, consensuando los criterios de evaluación de estas con el alumnado. Se propicia la co-evaluación y auto-evaluación. Evaluación por competencias, formadora, compartida, flexible y abierta. |
| Regulación del trabajo cooperativo (alumnado) | No se especifican técnicas y/o herramientas para regular el trabajo cooperativo del alumnado. | Se establecen equipos de trabajo que se regulan mediante la asignación de roles (fijos) asignados por el docente. | Se establecen equipos de trabajo, responsables de alcanzar un acuerdo del reparto de roles (fijos) y compromisos de trabajo. | Se establecen equipos de trabajo de acuerdo a los criterios del nivel 2. Además, se ofrecen diferentes estrategias para la regulación del trabajo en equipo por parte del alumnado y el docente (rúbricas, diarios...). |
| Colaboración docente | No existe colaboración entre docentes. La propuesta recae sobre un único docente. | Se establece una colaboración entre dos o más docentes, consistente en asesoramiento o participación esporádica en el desarrollo de la propuesta didáctica. | Se establece una colaboración entre dos o más docentes, que participan activamente en el diseño e implementación de la propuesta. Nunca coinciden en el aula, pues intervienen en momentos diferentes. | Se establece una colaboración entre dos o más docentes, que participan activamente en el diseño e implementación de la propuesta. Se procura que, al menos, dos de ellos coincidan en el aula. |
| Agentes externos | No existe colaboración de agentes externos. La implementación de la propuesta únicamente recae sobre el docente. | Se establece una colaboración esporádica con un agente externo, consistente en asesoramiento o participación esporádica en el desarrollo de la propuesta didáctica. | Se establece una colaboración con uno o varios agentes externos, que participan activamente en la implementación de la propuesta. | Se establece una colaboración con uno o varios agentes externos, que asesoran en el diseño de algunos aspectos de la propuesta y participan activamente en la implementación y evaluación de la propuesta. |

Ficha didáctica de la situación de aprendizaje “Semáforos limpios”

DATOS TÉCNICOS DE LA SITUACIÓN DE APRENDIZAJE (SA)**N.º y Título de la SA:** Nº4. Semáforos limpios**Período de Implementación:** Desde la semana n.º a la semana n.º : 10-12**N.º sesiones:** 6**Trimestre:** 2**Autoría:****Etapas y nivel:** Educación Primaria – 6º**Área/Materia/Ámbito:** Ciencias de la Naturaleza**IDENTIFICACIÓN****Descripción:**

Esta SA afronta una problemática socioambiental. Así, se presenta el desafío de alimentar los semáforos de la Calle Camino de Ronda (Granada, España) con energía eléctrica procedente de fuentes renovables. A partir de diferentes actividades (consultar guion) se profundizará en cuestiones científicas, tecnológicas, ingenieriles y matemáticas, de modo que se adopta un enfoque interdisciplinar con el objetivo de ofrecer una solución factible al problema planteado. Se espera, por tanto, obtener como producto de esta SA un semáforo, cuyo diseño, programación y construcción (con materiales reciclados y/o reutilizados), así como la energía renovable elegida por cada equipo de trabajo (se ha estimado previamente como la más factible a la energía fotovoltaica), sea ideado por el alumnado.

Justificación:

Se espera que a través de esta SA se desarrollen actitudes positivas hacia las disciplinas STEM gracias a la aplicación de metodologías activas y a la contextualización del aprendizaje en un entorno conocido (cotidiano para la mayoría). Asimismo, se espera desarrollar la competencia STEM del alumnado, ofreciendo espacios para la reflexión y el aprendizaje interdisciplinares. Estos proporcionarán oportunidades para identificar y aplicar conocimientos científicos, tecnológicos, ingenieriles y matemáticos en la resolución de un problema auténtico. Además, se procurará atender a cuestiones éticas relacionadas con la sostenibilidad.

FUNDAMENTACIÓN CURRICULAR

Competencias específicas

| Número | Justificación |
|--------|--|
| C.E.1 | El alumnado hará uso de buscadores para localizar fuentes de información en la web. Igualmente, se iniciarán en el uso del lenguaje de programación por bloques (Scratch). Estas actividades se realizarán tanto de forma individual como cooperativa, generando ciclos de aprendizajes y respetando los diferentes ritmos del alumnado. |
| C.E.2 | Los estudiantes se harán preguntas sobre la producción y la transformación de la energía que tienen lugar en los diferentes sistemas estudiados. Para dar respuesta a estas utilizarán instrumentos de medida como el polímetro y se incentivará el desarrollo de aptitudes científicas como la observación. |
| C.E.3 | Se plantea el diseño de un semáforo, considerando también su programación y construcción, en base a una serie de especificaciones (use materiales reciclados y/o reutilizados) y limitaciones (use una fuente de energía renovable). |
| C.E.6 | Se estudiarán las fuentes energéticas renovables y se profundizará en sus implicaciones para sostenibilidad del planeta. |

| Criterios de evaluación (número/código) | Saberes básicos |
|--|---|
| 1.1.; 2.1.; 2.2.; 2.5.; 3.2.; 3.4.; 6.1. | <ul style="list-style-type: none"> - Instrumentos y dispositivos apropiados para realizar observaciones y mediciones precisas de acuerdo a las necesidades de la investigación. - Vocabulario científico. - Fomento de la curiosidad, la iniciativa, la constancia y el sentido de la responsabilidad en la realización de investigaciones. - La ciencia, la tecnología y la ingeniería como actividades humanas. - Las formas de energía, las fuentes y las transformaciones. - La energía eléctrica. - Fases del proceso de diseño. - Fases del pensamiento computacional. - Programación por bloques. - Agenda urbana. El desarrollo urbano sostenible. - Estimaciones y aproximaciones razonadas de cantidades en contextos de resolución de problemas. - Estrategias de resolución de operaciones aritméticas (con números naturales, decimales y fracciones) con flexibilidad y sentido: mentalmente, de manera escrita o con calculadora; utilidad en situaciones contextualizadas y propiedades. - Resolución de problemas de proporcionalidad, porcentajes y escalas de la vida cotidiana, mediante la igualdad entre razones, la reducción a la unidad o el uso de coeficientes de proporcionalidad. - Instrumentos (analógicos o digitales) y unidades adecuadas para medir longitudes, objetos, ángulos y tiempos: selección y uso. |

FUNDAMENTACIÓN METODOLÓGICA: CONCRECIÓN

Fundamentos metodológicos:

Esta SA usa el aprendizaje basado en problemas como metodología didáctica y vertebra su aplicación en el aula mediante el modelo IDEARR.

AJUSTE AL ENFOQUE STEM

| Ciencias | Tecnología | Ingeniería | Matemáticas |
|------------------------------------|---|--|--|
| Argumentación; pensamiento crítico | Evaluación de tecnología; pensamiento computacional | Diseño; Basado en especificaciones y limitaciones; pensamiento sistémico | Mediciones y cálculos; identificación de patrones; representación de datos |

Agrupamientos:

Grupos de 3-4 estudiantes.

| Recursos | Agentes implicados |
|--|---------------------|
| Arduinos, placas solares, polímetros, materiales varios reciclados y/o reutilizados (cartón, tetrabrik, papel...), ordenador, reglas, material de escritura. | Alumnado y docente. |

Espacios:

Aula ordinaria y aula taller.

Evaluación

| Número/código del criterio | Productos | Técnicas | Instrumentos |
|----------------------------|--|--|-------------------------------|
| 1.1.; 2.1.; 2.4.; 3.2. | Maqueta de semáforo; memoria técnica | Observación participante y sistemática | Diario y escala de valoración |
| 1.1.; 2.5.; 3.4. | Exposición final (feria de la ciencia) | Observación sistemática | Rúbrica |

Guion de trabajo “Semáforos limpios”

Situación de aprendizaje: Semáforos “limpios” (I)

A continuación, se presenta una **situación de aprendizaje basada en la educación STEM** dirigida a alumnos de **Educación Primaria**, concretamente al último ciclo de esta etapa educativa. Esta secuencia la desarrollaremos entre las **sesiones 3 y 4 del Seminario 3**. Durante dichas sesiones nos será de utilidad el guion que sigue a estas líneas.

Anotaciones para docentes. A lo largo del guion encontraréis recuadros malvas con anotaciones para docentes. Estos recuadros no estarían en el guion del alumnado; son orientaciones para el profesorado.

Para implementar la situación de aprendizaje (SA) utilizaremos el modelo IDEARR. En la etapa inicial (IDEARR) se procede a la presentación del problema, la exploración del contexto, la creación de grupos de trabajo (que en nuestro caso están ya configurados) y la identificación de ideas previas.

Observa cómo el problema que se plantea a continuación cumple las características descritas en la página 5 del guion de las sesiones teóricas del Seminario 3.

Situación a resolver

El ayuntamiento de Granada ha decidido, a modo de prueba, que **el suministro energético de los semáforos de la calle Camino de Ronda provenga de energías renovables**, con el fin de rebajar costes y ser más respetuosos con el medio ambiente.

Para ello se ha pedido colaboración ciudadana, a fin de rebajar costes. Nuestra intención es elaborar un informe con la energía renovable más adecuada y las indicaciones necesarias para su puesta en marcha.

Primero, vamos a estudiar el contexto sobre el cual realizaremos nuestro informe. La **calle Camino de Ronda** (Figura 1) tiene aproximadamente **4 kilómetros de longitud**, se trata de la calle más larga de Granada. Su trazado, prácticamente rectilíneo, conecta la Carretera de Málaga con el Paseo del Violón. Consta de **cuatro carriles** (dos por dirección) destinados a la circulación de vehículos y **amplias aceras** a ambos lados. En el centro de calle existe **una mediana ajardinada** que separa los dos sentidos del tráfico. Este suele ser abundante a cualquier hora del día, al igual que el número de viandantes.



Figura 1. Vista cenital de Camino de Ronda. Fuente: Google Maps.

Una vez conocidos algunos datos básicos sobre el contexto en el que se va a enmarcar nuestro trabajo, abordad las siguientes cuestiones:

ACTIVIDADES

1. ¿Cuántos semáforos hay en la calle Camino de Ronda? Se recomienda usar Google Maps (Street views) para explorar este escenario; también podéis visitar la calle y aprovechar para pasear. Además, ¿qué orientación tiene la calle? ¿cuántas horas de sol hay al año en Granada? ¿Cuál es la velocidad media del viento en esta ciudad? En definitiva, proporciona una descripción lo más detallada posible del escenario (atiende a la altura de los edificios, su luminosidad, la anchura de la calle, etc.).
2. ¿Qué fuentes de energía renovables conocéis? ¿Qué sabéis sobre el funcionamiento de cada una?
3. A priori, y sin acudir a ninguna fuente de información externa, ¿qué fuente o fuentes (máximo dos) de energía renovables creéis más adecuadas para proporcionar electricidad a estos semáforos? Argumentad vuestra respuesta.



Fuente: Google Maps.

Pasamos ahora a la segunda etapa del modelo (IDEARR). En la etapa de deconstrucción hay que “diseccionar” el problema para obtener un plan de resolución; también, reflexionar sobre cómo cada dominio STEM puede ayudarnos a ello. Para organizar la información, elaborad una tabla como la de la Figura 2 del guion de la parte teórica (p. 6).

Completadas las tres primeras actividades y, por tanto, explorado el escenario en el que se centrará nuestro trabajo, conviene analizar el problema que se ha planteado. De esta forma, hemos de preguntarnos qué necesitamos saber, y saber hacer, para resolverlo.

ACTIVIDADES

4. Elaborad una tabla para analizar la situación problemática, que recoja todas las preguntas clave que nos guiarán en la resolución del problema y cómo los dominios STEM pueden participar en ello.
5. Estableced un plan de acción inicial para resolver el problema. Debe contener todas las acciones que vais a realizar para su resolución, ordenadas cronológicamente.

Dado que nuestra intención es proveer de energía limpia a los semáforos de la calle Camino de Ronda, primero deberíamos conocer su funcionamiento, pues ello será esencial para poder probar las decisiones tomadas.

Los semáforos son señales viales que sirven para controlar el tráfico en las ciudades. El primer semáforo se instaló en Londres (Inglaterra) en 1868 y fue diseñado por John Peake Knight. Este primer semáforo (Figura 2) era manual y requería de un policía que lo controlase. En 1914 se inventó en Estados Unidos el primer semáforo moderno, aunque tan solo contaba con luz roja y verde. No fue hasta 1920 cuando se incluyó la luz ámbar en las calles de Detroit y Nueva York (Estados Unidos). El primer semáforo eléctrico se instaló en 1953 y el mecanismo para regular la circulación de los peatones no se incluyó hasta 1961 en Berlín (Alemania).



Figura 2. Primer semáforo. Fuente: <http://www.erroreshistoricos.com/curiosidades-historicas/la-primera-vez-en-la-historia/1694-el-primer-semaforo-de-la-historia.html>.

En la actualidad, los semáforos regulan el tráfico de todas las ciudades del mundo, pero ¿cómo hacen para cambiar de luz? En las grandes ciudades los semáforos están controlados en un centro de tráfico y su funcionamiento depende del tráfico, la hora y el día de la semana. Otros, sin embargo, funcionan de forma independiente y siempre tienen la misma duración para cada luz, pero ¿quién dice a los semáforos cuando tienen que cambiar de luz? En primer lugar, tendremos que saber que un semáforo para el tráfico suele estar compuesto por tres colores, de arriba abajo, rojo, amarillo (anaranjado) y verde (Figura 3). Cada uno de estos colores tiene un significado. El rojo significa parar; el amarillo que debemos tener cuidado pues va a cambiar a rojo; y el verde, pasar.



Figura 3. Imagen de un semáforo actual. Diseñado por macrovector / Freepik.

Una vez analizado el problema, pasamos a las etapas de explicación y aplicación (IDEARR), íntimamente relacionadas. En la etapa de explicación se da respuesta a las preguntas clave; revisad, para ello, la Tabla 3 de la p. 7 del guion de la parte teórica. El resultado de esta etapa es el cuerpo de conocimientos y habilidades que permitirán resolver el problema. Paralelamente, en la etapa de aplicación se usan estos conocimientos y habilidades para resolverlo. Al final de esta se obtendrá el producto o prototipo generado.

Ahora es el momento de dar explicación a las preguntas que hemos identificado como clave para resolver el problema y, paralelamente, aplicar los conocimientos que iremos adquiriendo.

ACTIVIDADES

6. Buscad información en diversas fuentes (web, libros, revistas, expertos, docente...) para responder a vuestras preguntas clave. Resulta imprescindible contrastar la información encontrada, para lo que ha de triangularse con varias fuentes.
7. Elaborad una tabla en la que se relacionen las ventajas e inconvenientes de cada fuente de energía renovable y su respectiva tecnología, asociadas a nuestro contexto, calle Camino de Ronda (Granada, España).

Después, hemos de considerar que el semáforo actual funciona con electricidad y, que, por tanto, en su interior existe un circuito eléctrico que conecta las tres bombillas que lo forman a una fuente de energía eléctrica. Comencemos por ello.

ACTIVIDADES

8. Montad un circuito eléctrico con tres diodos.

Material: Placa “protoboard” (Figura 4), 3 resistencias, cables y 3 ledes (rojo, amarillo y verde).

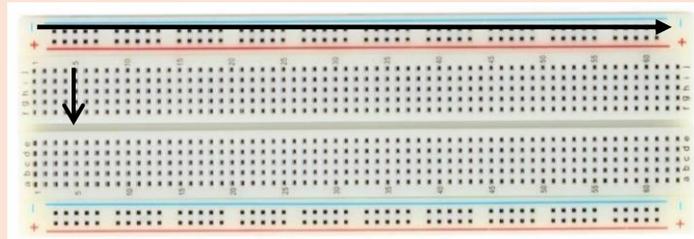


Figura 4. Placa protoboard. La flecha negra indica el sentido de la corriente eléctrica.

Montaje (Figura 5):

- Conectamos los ledes a la “protoboard”. Los ledes tienen una pata más larga y otra más corta. La más larga irá al polo positivo (por donde entra la corriente), y la corta, al negativo. Un led solo conduce la corriente eléctrica en este sentido.
- Delante de cada led hay que conectar una resistencia para evitar que se funda, pues no soportan corrientes elevadas.
- La pila, de la que salen dos cables, irá conectada de la siguiente forma: cable rojo al potencial positivo y cable azul al negativo. Comprobar que los ledes se iluminan.

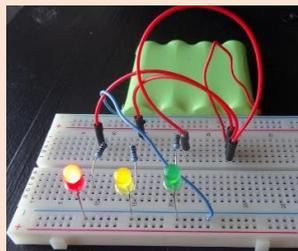


Figura 5. Ejemplo de circuito.

Si observamos nuestro circuito, todas las luces están encendidas a la vez. Sin embargo, los semáforos no tienen las tres luces estáticas. ¿Cómo les digo qué tienen que hacer?, ¿qué tiempo tienen que funcionar cada una para poder regular el tráfico? Para indicarle a nuestro semáforo qué tiene que hacer lo conectaremos a un pequeño procesador (como un pequeño ordenador) llamado **Arduino UNO**.

ACTIVIDADES

9. Conectad el circuito eléctrico a Arduino UNO.

Material: Placa “protoboard” (Figura 4), 3 resistencias, cables, 3 ledes (rojo, amarillo y verde), Placa Arduino UNO (Figura 6), Fuente de alimentación-cable USB.

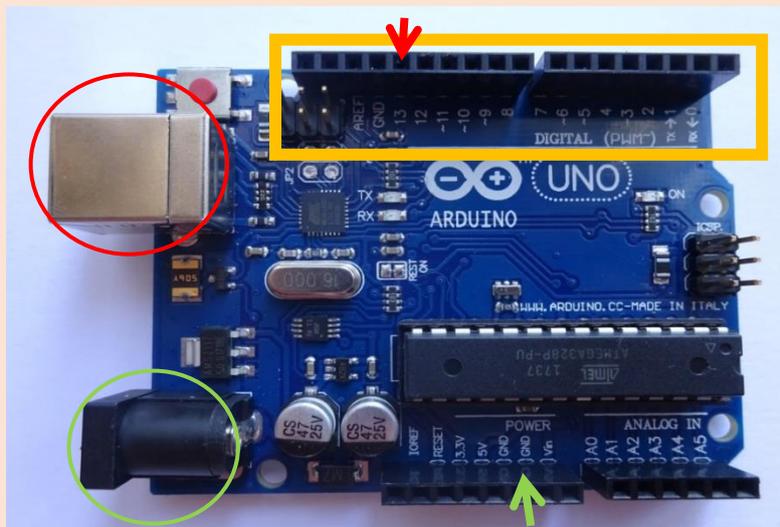


Figura 6. Placa Arduino UNO.

La placa Arduino UNO utiliza un código de programación abierto (gratuito para todos), que nos permitirá dar las órdenes que ejecutará nuestro semáforo.

En el **cuadro naranja** de la **Figura 6** podemos ver que hay una zona numerada desde el 0 al 13 con la palabra DIGITAL debajo. La palabra DIGITAL quiere decir que cuando la conectemos a uno de los pines (**flecha roja**) dejará pasar la electricidad o la cortará. Además, como se trata de un circuito hay que conectarlo siempre a tierra, indicado en el otro extremo con GND (**flecha verde**). Para alimentar nuestro circuito lo conectaremos a una fuente de alimentación en el área indicada con un **círculo verde** en la Figura 6, o con un cable USB a nuestro portátil (**círculo rojo**).

¿Cómo conecto mi circuito? Usaremos tres de los pines digitales (excepto el 0 y el 1), que interpretan datos binarios (0 y 1, igual que los ordenadores). El 0 (equivalente a BAJO) será apagado, y 1 (equivalente a ALTO), encendido (Figura 7).

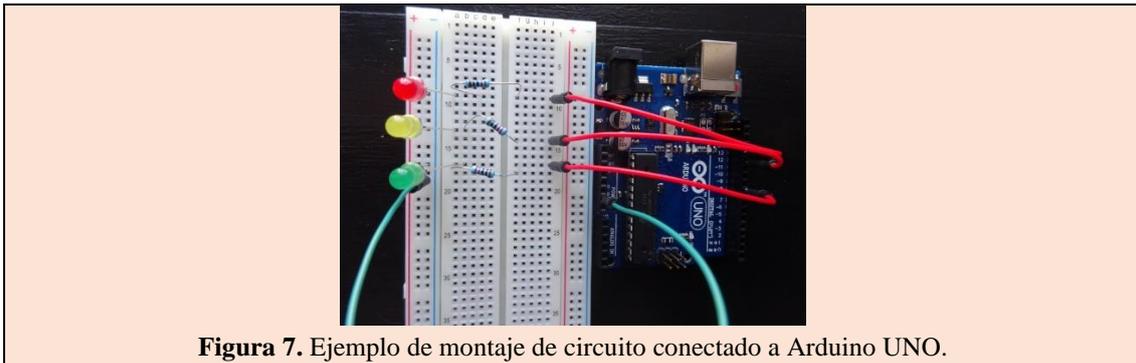


Figura 7. Ejemplo de montaje de circuito conectado a Arduino UNO.

Ya tenemos el circuito de nuestro semáforo montado y conectado a Arduino UNO. Ahora es el momento de **“decirle que tiene que hacer”**. Para ello necesitaremos adquirir unas **nociones básicas de programación**.

El lenguaje de programación que utilizaremos será Scratch (<https://scratch.mit.edu/>) y, concretamente, lo haremos con el programa **mBlock**. Lo podemos descargar desde <https://www.mblock.cc/en-us/download>.

En primer lugar, tras realizar la descarga de mBlock, debéis instalarlo y ejecutarlo en vuestro ordenador. Después, debéis efectuar la siguiente configuración:

1. Hacer click en la pestaña “Añadir” (también se puede seleccionar el idioma que se desee).

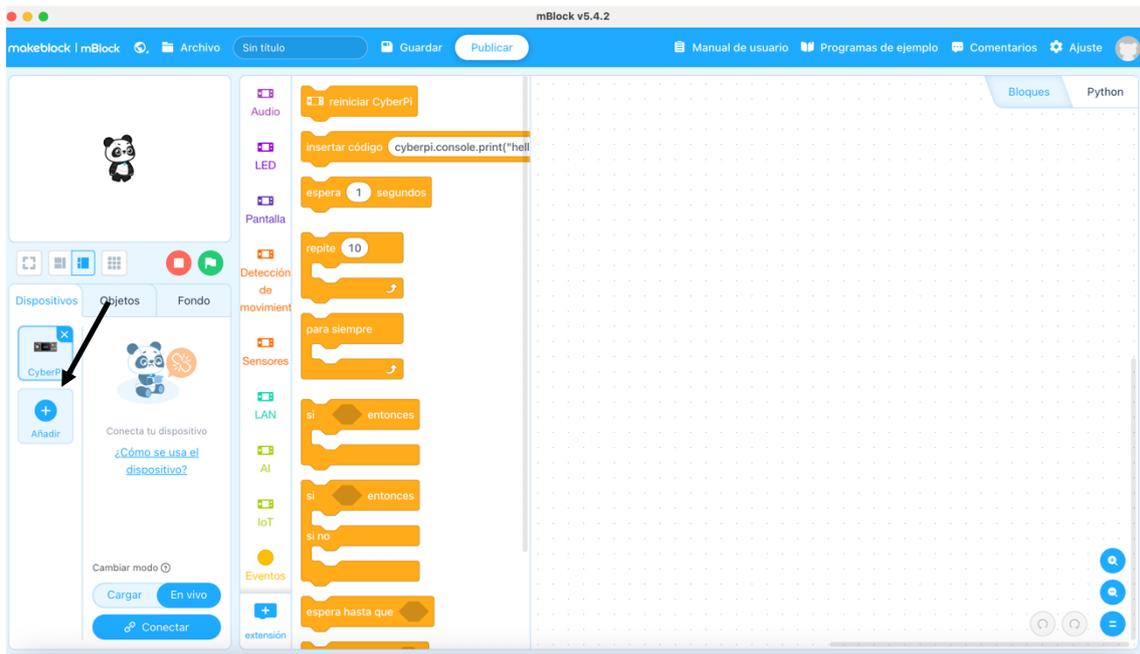


Figura 8. Configuración del dispositivo a programar con Mblock.

2. Aparece una pantalla desde la que podemos seleccionar distintos dispositivos. Buscamos Arduino Uno, lo seleccionamos y le damos a “aceptar” (Figura 9. En ocasiones hay que pinchar en el + de Arduino Uno antes de aceptar).

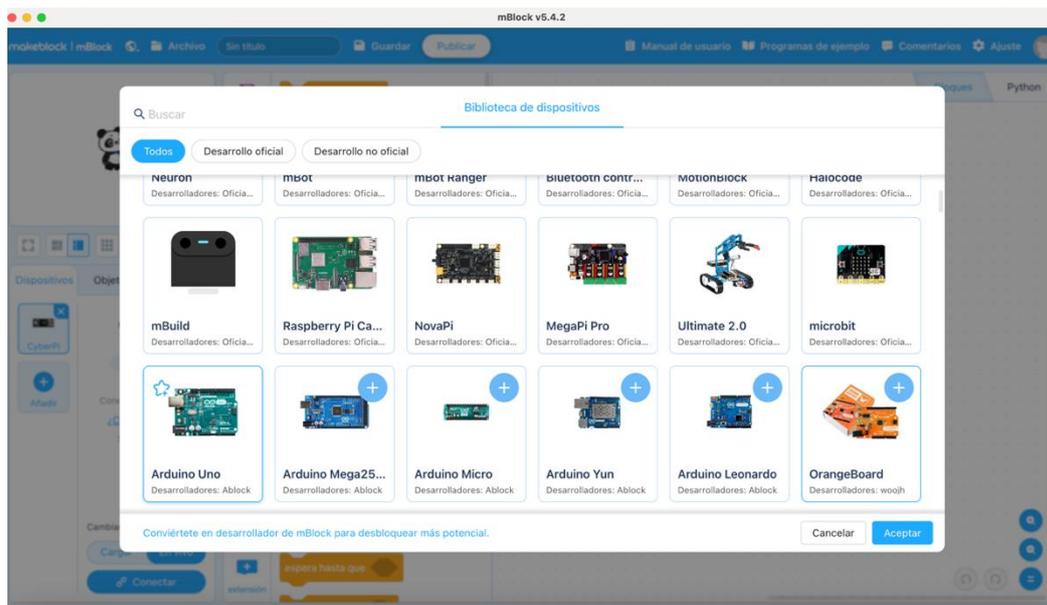


Figura 9. Selección de Arduino Uno.

3. Ahora tenemos acceso a los comandos principales que se pueden usar en Arduino Uno (Figura 10).

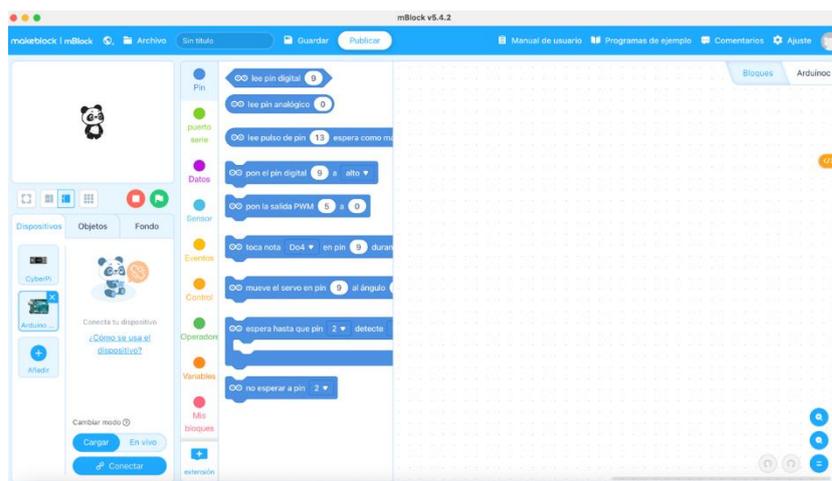


Figura 10. Configuración de los comandos de Mblock para Arduino Uno.

4. Para comenzar a programar haremos clic en “**Eventos**”.

En Arduino Uno, con Mblock, podemos trabajar de dos formas:

- Si tenemos Arduino conectado al ordenador, podemos ejecutar los programas directamente dándole a la banderita verde. Para ello debajo el oso, donde pone “¿Cómo se usa el dispositivo?” tendrá que estar en “en vivo” y tendremos que darle a “conectar”. En este caso la orden inicial que elegiremos será “cuando clic en *banderita verde*”. **Será este el modo en el que lo usaremos.**
- Si queremos programar nuestro dispositivo, pero que siga ejecutándose el programa cuando no esté conectado al ordenador, le daremos a “cargar”. Una vez el programa esté realizado se “cargará” en el Arduino Uno y ya podremos conectarlo a otra fuente de energía, que no sea el ordenador, y seguirá

ejecutándose. En este caso la orden inicial que hay que elegir es “cuando Arduino Uno se inicia”. Este modo se utilizará en las sesiones finales del Seminario 3.

IMPORTANTE: La primera vez, para poder conectar, puede pedir un programa que comunica Arduino Uno con Mblock que se llama mLink. Lo descargaremos y lo instalaremos. Se tiene que estar ejecutando para que funcione. A veces, debajo de “conectar” aparece una ventana que nos indica que tenemos que actualizar el “firmware”. En la figura 11 podemos ver una casilla en amarillo que pone “Ajuste”. Al hacer click en dicha casilla, nos dejará actualizarlo. Tras realizar estos pasos, en ocasiones no funciona, pues también depende del sistema operativo. En este caso se reinicia Arduino Uno, Mblock e incluso puede que haya que hacer la actualización alguna vez más en “Ajuste”.

Ahora vamos a hacer una prueba para aprender los elementos básicos de la programación por bloques. Después, aplicaremos lo aprendido para programar nuestro semáforo.

PRUEBA

En el apartado “Eventos”, seleccionamos **cuando clic en “banderita verde”** y lo arrastramos a la pantalla derecha. Dentro del apartado “Pin”, seleccionamos y arrastramos **pon el pin digital X en ALTO** (en este desplegable también podremos elegir la opción BAJO). Como se trata de un pin digital (encendido o apagado), si ponemos **ALTO** estaremos diciendo que se encienda, y si ponemos **BAJO**, que se apague. En el apartado “Control” disponemos de elementos para controlar las acciones. Ahora conectamos Arduino Uno (“En vivo”) y pulsamos banderita verde). En el ejemplo de la Figura 11, ¿qué le hemos dicho a nuestro semáforo?

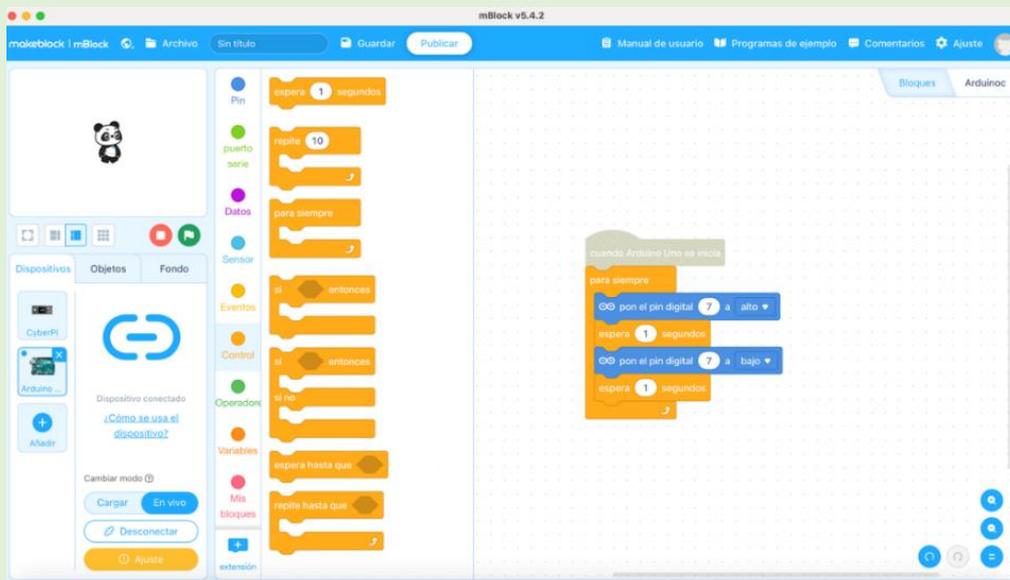


Figura 11. Configuración del programa la primera vez que se ejecuta.

Para finalizar la prueba, **programad vuestro circuito para que los tres leds parpadeen, pero ¡cuidado!** El pin que seleccionéis y el que conectéis a cada led, deben coincidir. Por ejemplo, si tengo el led rojo conectado al número 12, tendré que darle las órdenes que considere al 12. Así será como nuestro Arduino, y nosotros, sabremos a qué led le estamos diciendo que ejecute nuestras órdenes.

Ya conocemos el funcionamiento de mBlock, al menos el que necesitamos saber para programar nuestro semáforo.

ACTIVIDADES

- 10.** Programad la placa Arduino UNO para que vuestro semáforo se encienda en el siguiente orden: ROJO, AMARILLO y VERDE. Los leds ROJO y VERDE deben permanecer encendidos 7 segundos, mientras que el led AMARILLO lo hará 2 segundos.

Aún no hemos resuelto el problema, pues el semáforo no se alimenta con energías renovables. Aunque sigamos en las etapas de explicación y aplicación, entramos en los ciclos de revisión (**IDEARR**). Llega el momento de planificar cómo alimentaremos el semáforo (la placa Arduino) y de revisar las decisiones adoptadas en las etapas previas. Si hay que modificar algo, es el momento de hacerlo.

TRABAJO AUTÓNOMO

- 11.** Determinad la fuente de energía renovable que consideréis más idónea para suministrar electricidad a los semáforos de Camino de Ronda. vuestra elección debe ser fundamentada científica y tecnológicamente. También serán argumentos útiles aquellos de interés económico, social y medioambiental.
- 12.** Revisad vuestras preguntas clave, así como vuestro plan de acción (ver actividades 4 y 5), incorporando aquellas preguntas que hayan emergido durante este proceso y actualizando debidamente vuestro plan de acción.

Situación de aprendizaje: Semáforos “limpios” (II)

Recapitulamos: en la primera sesión hemos respondido a las preguntas clave que nos permitirán resolver el problema. También hemos conocido la placa de robótica Arduino UNO y hemos practicado con ella, programando un semáforo. Igualmente, hemos puesto en valor esta tecnología, resaltando su relevancia para el control de tráfico y la seguridad vial. También hemos decidido la fuente de energía renovable más idónea para suministrar electricidad a los semáforos de Camino de Ronda y hemos revisado las preguntas clave y el plan de acción.

Seguimos con las etapas de aplicación, sin olvidar que aún todo es revisable (IDEARR). Llega el momento de planificar cómo alimentaremos el semáforo (la placa Arduino).

Al finalizar las actividades que se presentan a continuación, tendréis vuestro prototipo de semáforo y procederéis a su presentación (IDEARR), comparándolo con el del resto de grupos y proponiendo mejoras para vuestro diseño.

Ahora es momento de aplicar lo aprendido para avanzar en la resolución del problema y así lograr alimentar un semáforo con energía eléctrica procedente de una fuente de energía renovable.

Casi con total seguridad, habréis elegido la energía solar y estaréis pensando en utilizar placas fotovoltaicas, pues hemos de tener en cuenta que Andalucía es la región española que más horas de sol recibe al año¹. Si habéis elegido otra fuente de energía, consultad al docente.

13. Consultad los siguientes enlaces, los cuales os dirigirán a diferentes páginas de empresas expertas en colocación de placas solares o foros de dudas:

- https://www.damiasolar.com/actualidad/blog/articulos-sobre-la-energia-solar-y-sus-componentes/orientacion-e-inclinacion-de-las-placas-solares_1
- <https://www.mpptsolar.com/es/orientacion-inclinacion-paneles-solares.html>
- <https://www.energiasolar365.com/preguntas/que-inclinacion-deben-tener-las-placas-solares>
- <https://iser.es/orientacion-optima-de-un-sistema-solar/>

A partir de la información consultada, argumentad qué orientación, inclinación y ubicación (en referencia al lugar de colocación de las placas solares en el contexto de la calle Camino de Ronda) deben tener las placas solares. Seguramente necesitaréis realizar búsquedas de información complementarias.

14. Construid la estructura (Figura 12) con la inclinación necesaria para el sistema de placas solares proporcionado (Figura 13)

¹ Consultar: <https://www.juntadeandalucia.es/temas/medio-ambiente/clima/clima-andalucia.html>



Figura 12. Ejemplo de estructura.

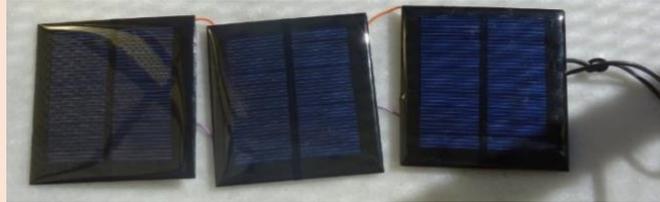


Figura 13. Sistema de placas solares.

Para la construcción de dicha estructura podéis usar una plantilla de papel (Figura 14), sobre la que podréis medir el ángulo de inclinación para después recortar el cartón de forma exacta. Recordad que para medir los ángulos necesitaréis un transportador de ángulos (Figura 15).

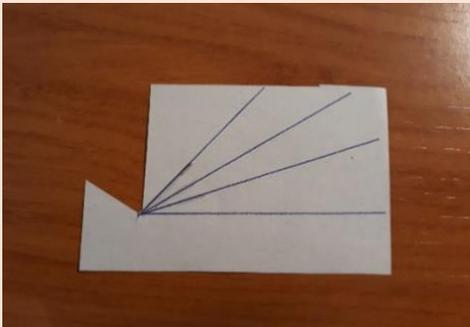


Figura 14. Plantilla para recortar la estructura.



Figura 15. Transportador de ángulos.

15. Sobre la mesa de pruebas debéis:

- Montad vuestro semáforo en la protoboard, conectarlo a Arduino, y este a las las placas fotovoltaicas colocadas sobre la estructura.
- Orientad las placas en la dirección que hayáis decidido. Para ello, debéis utilizar la brújula.
- Encended la bombilla provista en la mesa de pruebas (será nuestro “Sol”) y medir con el polímetro el voltaje que proporcionan las placas.
- Anotad vuestros resultados (inclinación y voltaje), junto con los del resto de equipos de trabajo, en la pizarra de clase. Elaborad una gráfica que muestre la relación entre las inclinaciones de las placas y los voltajes proporcionados.
- Emitid vuestra conclusión a fin de determinar, en base a las evidencias obtenidas, la mejor inclinación para las placas solares que incorporaréis a vuestro prototipo final.

TRABAJO AUTÓNOMO

Ahora es momento de diseñar vuestro prototipo de semáforo. Este deberá construirse con materiales reutilizados y/o reciclados, permitiendo el encaje en su interior de la placa protoboard y Arduino UNO, así como la colocación de la placa fotovoltaica en la orientación y la inclinación previamente determinadas.

- 16.** Dibujad a mano alzada el boceto de vuestro semáforo, indicando: (1) sus piezas y sus dimensiones; (2) los materiales utilizados para cada pieza; y (3) representando la colocación de los elementos que incorporará (protoboard, Arduino y placa solar).
- 17.** Elaborad a una escala 1:5 (cm) los planos de las piezas necesarias para construir vuestro semáforo.
- 18.** Construid las piezas y ensamblad vuestro semáforo. Una vez montado, debéis fotografiarlo y adjuntar la foto de vuestro prototipo al informe.

NOTA: No olvidéis traer vuestro prototipo a la sesión de seminarios de la semana 13 (ver cronograma de la asignatura en PRADO). En ella probaremos su adecuación a las especificaciones y su funcionamiento.

- 19.** Realizad un análisis de vuestro prototipo, comparándolo con los semáforos ideados por vuestros compañeros, y proponed aquellas mejoras que consideréis necesarias.
- 20.** Estimad la energía eléctrica que consumirían los semáforos de Camino de Ronda al día. Luego, teniendo en cuenta los datos proporcionados por REData² para el día en el que nos encontramos, calculad las emisiones³ de CO₂ que dejarían de verterse a la atmósfera si los semáforos de dicha calle se abastecieran a partir de fuentes energéticas renovables.

² <https://www.ree.es/es/datos/generacion/estructura-generacion-emisiones-asociadas>

³ Asumiendo que por cada kW·h producido a partir de combustibles fósiles (gas, diésel o carbón) se emite a la atmósfera 0,95 g de CO₂.

Presentación en Powerpoint



DEPARTAMENTO DE
Didáctica DE LAS
Ciencias
Experimentales



Universidad de Granada



DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES 1

Ciencias del espacio y de la Tierra



DCE I

Ciencias del espacio y de la Tierra

Diseño de
SdA
STEM

Seminario 3: Iniciación a la Educación STEM

7 Sesiones (consultar cronograma)

Sesiones 1 y 2

Teoría

- Prueba inicial
- Teoría
- Actividades

Sesiones 3 y 4

Práctica (I)

- Experiencia STEM
(Semáforos limpios)

Sesiones 5 y 6

Práctica (II)

- Diseño de una SA
STEM
- Prueba final

Entrega informe de seguimiento (01/12/2023)

Entrega SA
(15/12/2023)

Sesión 7

- Presentación en vídeo de la propuesta





DCE I

Ciencias del espacio y de la Tierra

Diseño de
SdA
STEM

Sesión 1

Realizamos la prueba inicial. Para ello debemos tener en cuenta que:

1. Debéis ser sinceros. Mentir no os permitirá sacar más nota.
2. La intención es que expreséis lo que creéis o conocéis.
3. Se valorará la evolución. Por tanto, no existen aciertos ni errores.





DCE I

Ciencias del espacio y de la Tierra

Diseño de
SdA
STEM

Accede al siguiente enlace, o
escanea el QR, y responde al
cuestionario

STEM

(15 minutos)



<https://forms.gle/9sgG6tEdfuxhhSfd7>





DCE I

Ciencias del espacio y de la Tierra

Diseño de

SdA

STEM

STEM

¿Qué es Educación STEM?

Completa la ficha que se te entrega (individual)
(10 minutos)

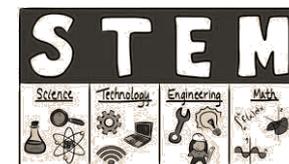
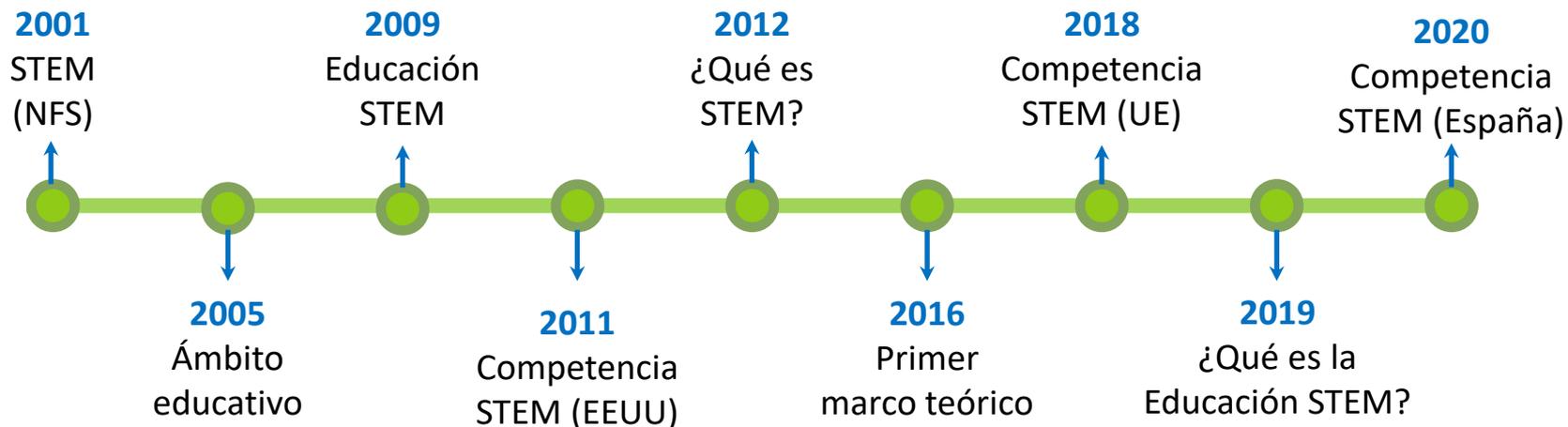




DCE I

Ciencias del espacio y de la Tierra

Movimiento STEM. Entre lo político, lo educativo y lo social





DCE I

Ciencias del espacio y de la Tierra

Diseño de
SdA
STEM



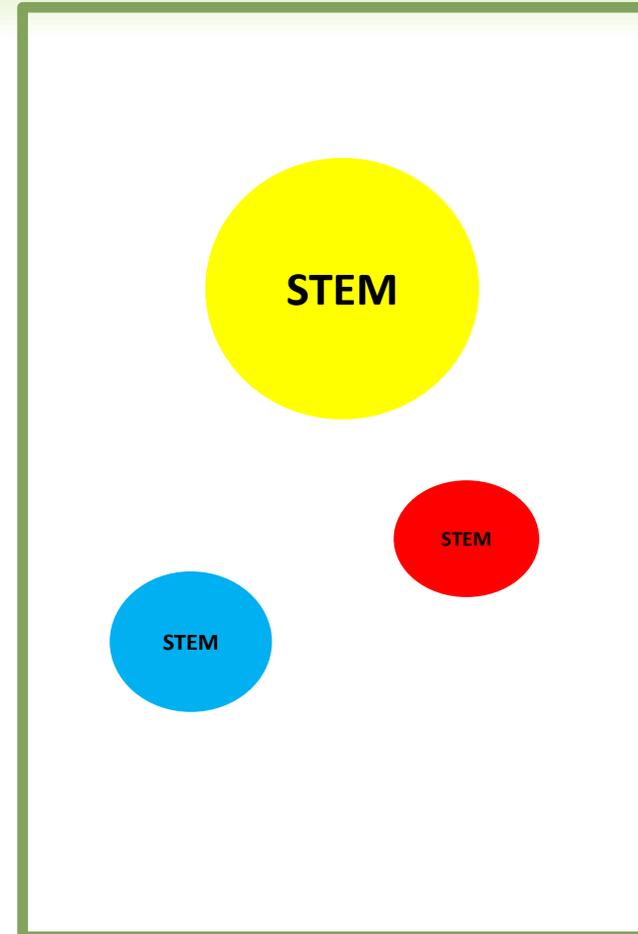
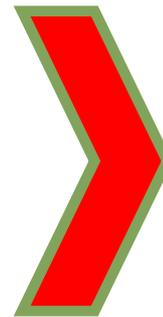
ESTADOS UNIDOS

Competitividad económica



Impulso político
RESTO DEL MUNDO

ÁMBITO EDUCATIVO





DCE I

Ciencias del espacio y de la Tierra

Diseño de
SdA
STEM



| | |
|--|--|
| Breiner Harkness, Johnson y Koehler (2012) | El término educación STEM, según el tratamiento que hacen algunos autores, podría equiparse a la enseñanza tradicional de las ciencias o las matemáticas, las cuales suelen apoyarse en elementos tecnológicos para facilitar el aprendizaje del alumnado. |
| Shaughnessy (2013) | La educación STEM se enfoca a la resolución de problemas que implican conceptos de ciencias y matemáticas, en cuya resolución se usan estrategias de ingeniería y elementos tecnológicos. |
| Kelley y Knowles (2016); More et al. (2014); Sanders (2009) | La educación STEM es un enfoque educativo para enseñar dos o más disciplinas del acrónimo STEM, contextualizadas en problemas auténticos y con el propósito de promover vínculos entre las disciplinas abordadas. |
| Martín-Páez, Aguilera, Perales-Palacios y Vílchez-González (2019) | Enfoque educativo que integra conocimientos y/o habilidades de las disciplinas implicadas en el acrónimo, orientado a la resolución de problemas y contextualizado en situaciones con diferentes niveles de realidad y autenticidad. |



DCE I

Ciencias del espacio y de la Tierra

Diseño de
SdA
STEM

Actividad 1 (10 minutos).

Una vez estudiados los diferentes significados que pueden atribuirse al término educación STEM, contestad de forma razonada a las siguientes cuestiones:

- ¿Creéis conveniente equiparar la educación STEM a la enseñanza tradicional de las ciencias, las matemáticas, la tecnología o la ingeniería?
- ¿Qué opináis sobre aquella concepción de educación STEM en la que el propósito es la enseñanza de las ciencias y las matemáticas utilizando herramientas tecnológicas o estrategias de ingeniería?
- ¿Os parece lógico referirse a la educación STEM como aquella experiencia de enseñanza y aprendizaje en la que se integran la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas? ¿Por qué?
- Para vosotros ¿Cuál sería la mejor definición de Educación STEM? ¿Por qué?





DCE I

Ciencias del espacio y de la Tierra

Diseño de
SdA
STEM



Washington STEM Study Group

Identificar contenidos STEM



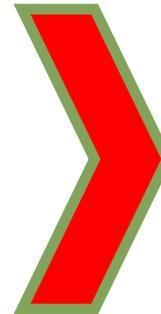
Alfabetización
STEM



Aplicar de forma integrada
conocimientos STEM

PROBLEMAS DE LA VIDA REAL

¿Qué concepción de
educación STEM permitiría
resolver estos problemas?



IDENTIDAD STEM

Mejor actitud hacia las áreas
STEM.
Más estudiantes de carreras
STEM.



DCE I

Ciencias del espacio y de la Tierra

Educación STEM

Objetivos

- (1) Desarrollar la alfabetización STEM
- (2) Promover actitudes positivas hacia las disciplinas implicadas



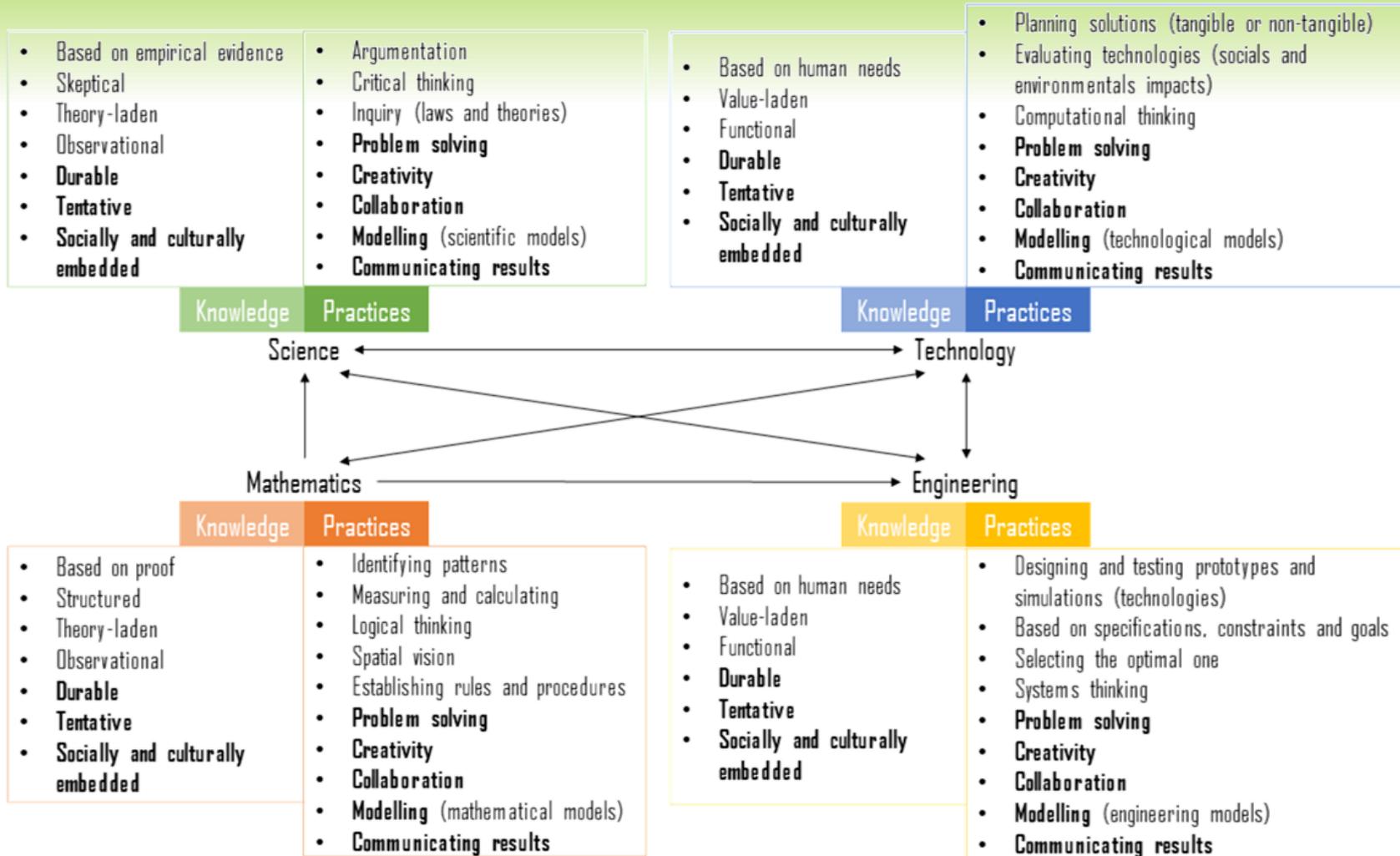
Enfoque educativo que **integra** conocimientos y/o habilidades de las disciplinas implicadas en el acrónimo, orientado a la resolución de **problemas** y **contextualizado** en situaciones con diferentes niveles de realidad y autenticidad



DCE I

Ciencias del espacio y de la Tierra

Caracterización de las disciplinas
STEM y sus relaciones



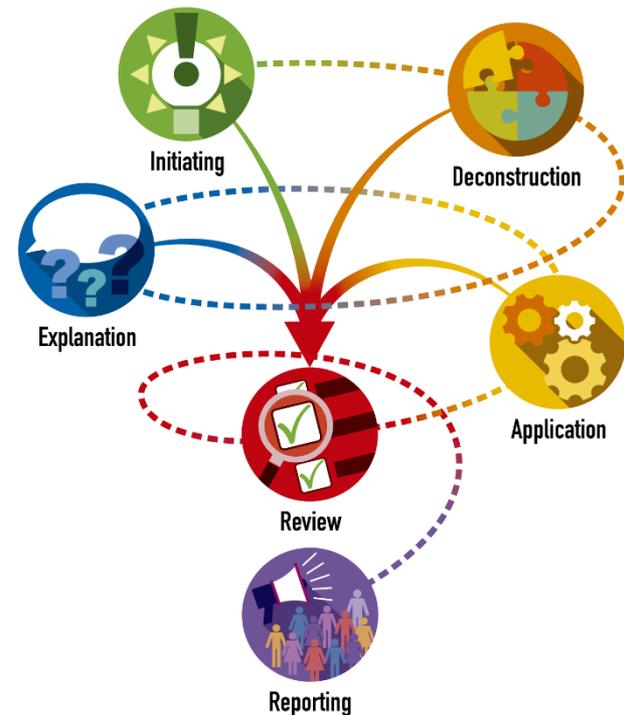


DCE I

Ciencias del espacio y de la Tierra

Diseño de
SdA
STEM

Modelo para implementar la educación STEM en el aula





DCE I

Ciencias del espacio y de la Tierra

Diseño de
SdA
STEM

Actividad 2

Argumentad si las siguientes propuestas didácticas se pueden considerar STEM, e identificar los contenidos de cada disciplina STEM que se trabajan en ellas:

- Montgolfier tournament.
- EXOS.
- GeaTours.

Extraídas de Domènech-Casal, J. (2018). Aprendizaje Basado en Proyectos en el marco STEM. Componentes didácticas para la Competencia Científica. *Ápice. Revista de Educación Científica*, 2(2), 29-42.

DOI: <https://doi.org/10.17979/arec.2018.2.2.4524>





DCE I

Ciencias del espacio y de la Tierra

Diseño de

SdA

STEM

Sesión 2





DCE I

Ciencias del espacio y de la Tierra

Evaluación de propuestas: RubeSTEM

| Pregunta | Dimensión | Indicadores | Niveles de logro |
|----------|----------------|---|--|
| Para qué | Finalidades | Finalidades de aprendizaje; Finalidades de la educación STEM; Problema/Reto de la propuesta | 0. En vías de desarrollo 1. Básico 2. Avanzado 3. Sofisticado |
| Qué | Contenido | Selección y profundidad de contenidos; Integración disciplinar | |
| | Acción | Despliegue de la acción; Ámbito de realización e impacto social | |
| Cómo | Prácticas STEM | Argumentación; Indagación; Modelización; Diseño; Evaluación del impacto | |
| | Contexto | Relevancia; Autenticidad | |
| | Evaluación | Evaluación del proceso; Evaluación del resultado | |
| | Cooperación | Regulación del trabajo cooperativo; Colaboración docente; Agentes externos | |

DOI: <https://doi.org/10.47553/rifop.v97i36.1.92409>



DCE I

Ciencias del espacio y de la Tierra

Diseño de
SdA
STEM

| Indicadores | Nivel 0 (en vías de adquisición) | Nivel 1 (básico) | Nivel 2 (avanzado) | Nivel 3 (sofisticado) |
|---|---|---|---|---|
| Finalidades de aprendizaje | Se plantea que el alumnado reconozca contextos relevantes desde el punto vista social/personal e implique la movilización de conocimientos (conceptuales y/o procedimentales) y/o actitudes de algunos dominios STEM. | Se plantea que el alumnado reconozca contextos relevantes desde el punto vista social/personal e implique la movilización de conocimientos (conceptuales y/o procedimentales) y/o actitudes de los cuatro dominios STEM. | Se plantea que el alumnado desarrolle su alfabetización STEM (capacidad para identificar, analizar y aplicar conocimientos STEM integrados) a través de una situación problemática compleja. Asimismo, se procura movilizar capacidades transversales como la creatividad, el pensamiento crítico, la colaboración o la comunicación. | Se plantea que el alumnado desarrolle su alfabetización STEM, capacitándolo para enjuiciar el impacto de la resolución del problema desde una perspectiva ética y moral, así como para desempeñar una participación activa y crítica como ciudadano y movilizándolo capacidades transversales como la creatividad, el pensamiento crítico, la colaboración o la comunicación. |
| Finalidades de la educación STEM | Se obvia la justificación de la propuesta didáctica. | Se justifica la conveniencia de la propuesta didáctica, aunque no se ofrecen argumentos alineados con los objetivos de la educación STEM: (1) Desarrollar la alfabetización STEM del alumnado. (2) Promover actitudes positivas hacia las disciplinas STEM. | Se justifica la conveniencia de la propuesta didáctica, aludiendo a los objetivos de la educación STEM. | Se justifica la conveniencia de la propuesta didáctica, aludiendo a los objetivos de la educación STEM. Además, se atiende a la perspectiva de género, al desarrollo de vocaciones científico-tecnológicas entre el alumnado y/o el desarrollo de valores deseables para una ciudadanía global (ODS). |



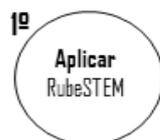
DCE I

Ciencias del espacio y de la Tierra

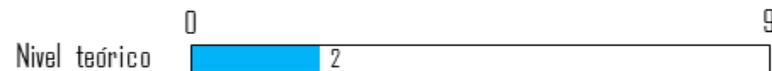
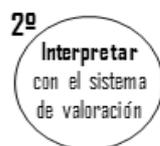
RubeSTEM. Sistema de valoración

| Nivel | Dimensiones | Valores | Descriptorios |
|----------|-------------|---------|-----------------------|
| Teórico | Para qué | 0-4 | Propuesta pseudo-STEM |
| | | 5-9 | Propuesta STEM |
| Práctico | Qué Cómo | 0-15 | En vías de desarrollo |
| | | 16-31 | Básica |
| | | 32-47 | Avanzada |
| | | 48 | Sofisticada |

Diseño de
SdA
STEM



Propuesta didáctica: Diseño de una noria



Propuesta didáctica **pseudo-STEM** básica



DCE I

Ciencias del espacio y de la Tierra

Diseño de
SdA
STEM

Actividad 3

Evaluación y valoración de la SA proporcionada:

- a. Aplica los indicadores de RubeSTEM para evaluar la SA que se te proporciona, tanto a nivel teórico como práctico.
- b. Representa los valores en una gráfica de araña.
- c. A partir de las calificaciones obtenidas, clasifica la SA según los descriptores teórico y práctico de RubeSTEM.





DCE I

Ciencias del espacio y de la Tierra

Diseño de
SdA
STEM

Como adelanto a sesiones 3 y 4

Elaborar una tabla con ventajas e inconvenientes de las fuentes de energía renovables ¹



¹ Podéis comenzar vuestra búsqueda por aquí:

<https://www.acciona.com/es/energias-renovables/>. Además, podéis apoyaros en el manual Didáctica de las Ciencias para Educación Primaria I. Ciencias del espacio y de la Tierra.



Universidad de Granada



DEPARTAMENTO DE
Didáctica DE LAS
Ciencias
Experimentales

DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES 1

Ciencias del espacio y de la Tierra



DCE I

Ciencias del espacio y de la Tierra

Diseño de
SdA
STEM

Seminario 3: Iniciación a la Educación STEM

7 Sesiones (consultar cronograma)

Sesiones 1 y 2 Teoría

- Prueba inicial
- Teoría
- Actividades

Sesiones **3** y 4 Práctica (I)

- Experiencia STEM
(Semáforos limpios)

Sesiones 5 y 6 Práctica (II)

- Diseño de una SA
STEM
- Prueba final

Entrega informe de seguimiento (01/12/2023)

Entrega SA
(15/12/2023)

Sesión 7

- Presentación en vídeo de la propuesta





DCE I

Ciencias del espacio y de la Tierra

Una
experiencia
STEM

Experiencia STEM:

Semáforos “limpios”





DCE I

Ciencias del espacio y de la Tierra



PROBLEMA

El ayuntamiento de Granada ha decidido, a modo de prueba, que el suministro energético de los semáforos de la calle Camino de Ronda provenga de energías renovables, con el fin de rebajar costes y ser más respetuosos con el medio ambiente.

Para ello se ha pedido colaboración ciudadana, a fin de rebajar costes. Nuestra intención es elaborar un informe con la energía renovable más adecuada y las indicaciones necesarias para su puesta en marcha.





DCE I

Ciencias del espacio y de la Tierra

Contexto

IDEARR



Actividad 1. Analizar el contexto (10 minutos)

Actividad 2. Fuentes de energía renovables (hecha en casa)

Actividad 3. Argumentar las dos más adecuadas (5 minutos)





DCE I

Ciencias del espacio y de la Tierra

Deconstrucción

IDEARR

Actividad 4. Preguntas clave y dominios STEM } 15 minutos
Actividad 5. Plan de acción

Organizar como en Figura 2 del guion de la parte teórica

| Información relevante | Disciplinas STEM | Preguntas clave | Plan de acción |
|-----------------------|------------------|-----------------|----------------|
| | Ciencia | | |
| | Tecnología | | |
| | Ingeniería | | |
| | Matemáticas | | |





DCE I

Ciencias del espacio y de la Tierra

¿Cómo
funciona un
semáforo?



Un poco de historia

- 1868. Se instala en Londres el primer semáforo (John Peake Knight).
- 1914. Se inventó en Estados Unidos el primer semáforo moderno.
- 1920. Se incluye la luz ámbar en las calles de Detroit y Nueva York.
- 1953. Primer semáforo eléctrico.
- 1961. Se incluye mecanismo para paso de peatones.





DCE I

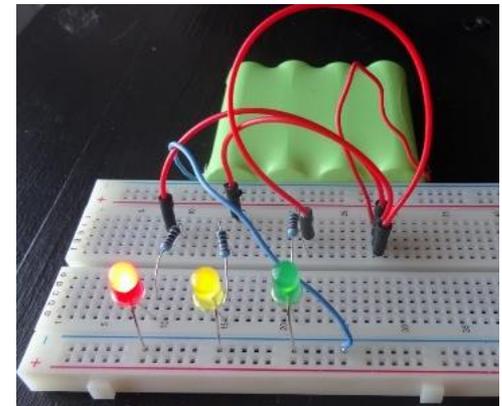
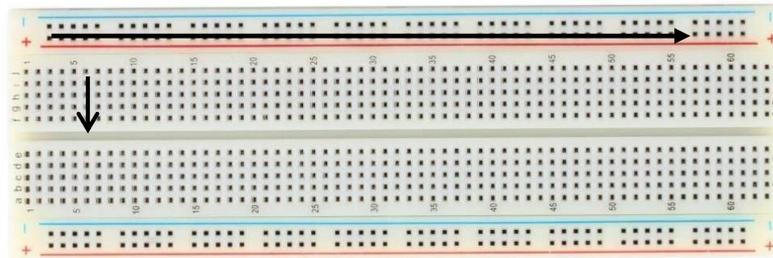
Ciencias del espacio y de la Tierra

Explicación y
aplicación

ID**EA**RR

Actividad 6. Respuesta a preguntas clave
Actividad 7. Fuentes de energía en contexto } 10 minutos

Actividad 8. Montaje de circuito eléctrico



Hay distintos modos de montarlo

Antes de conectar la pila, avisar al profesor





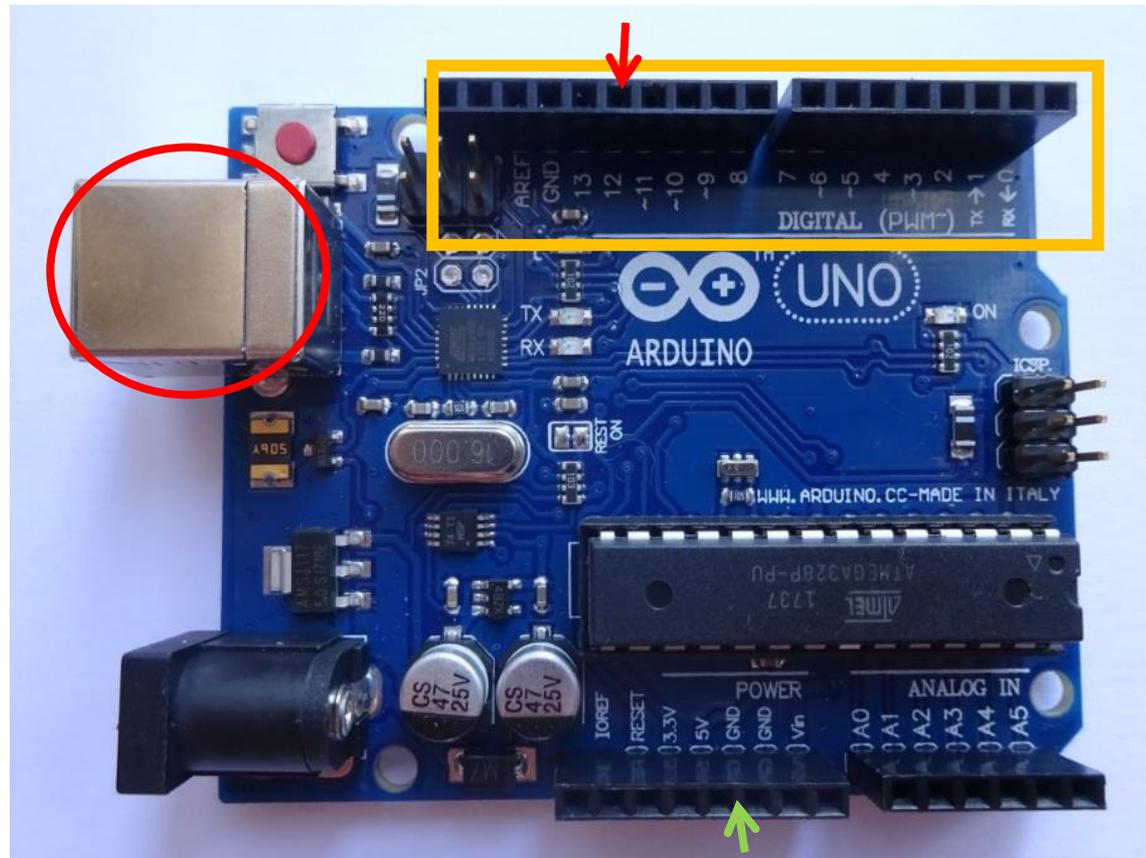
DCE I

Ciencias del espacio y de la Tierra

Explicación y
aplicación

IDEARR

Actividad 9. Conectar a Arduino Uno





DCE I

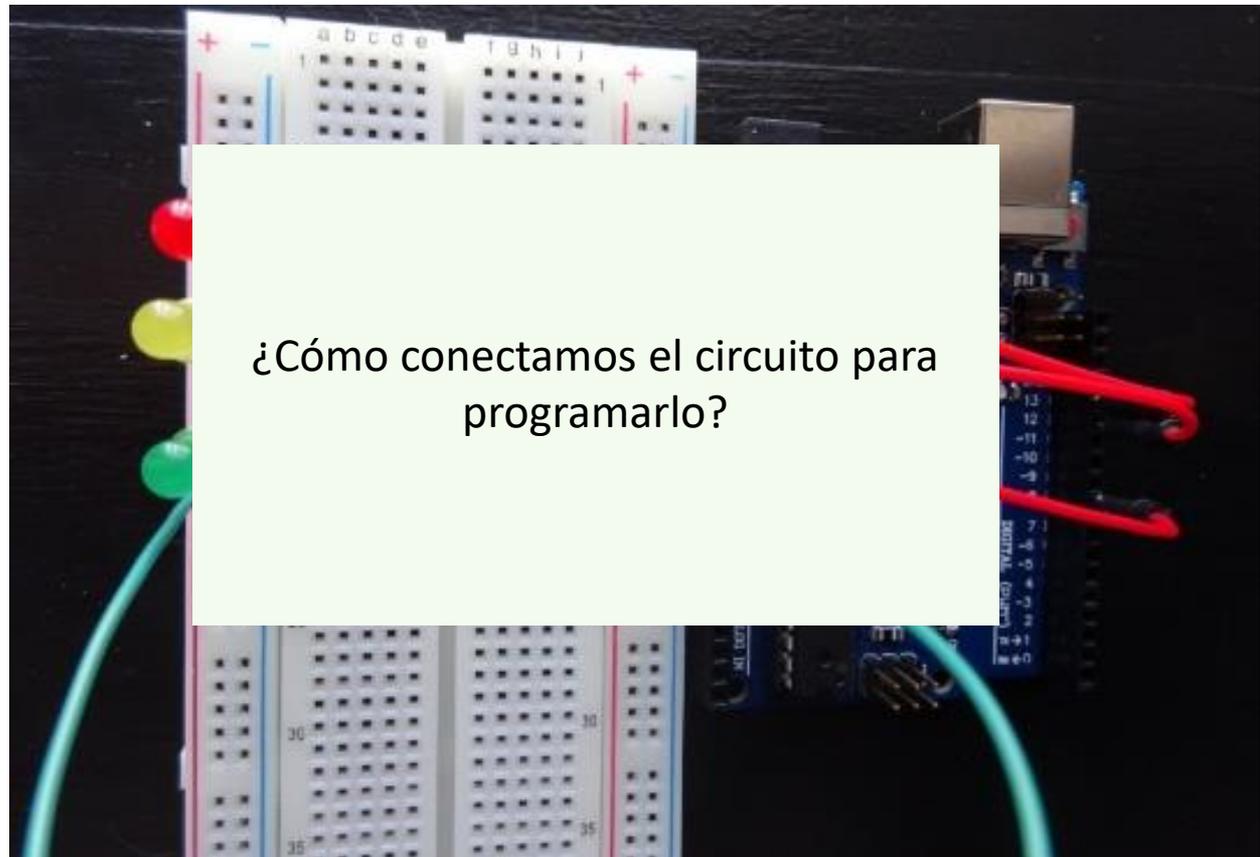
Ciencias del espacio y de la Tierra

Explicación y
aplicación

ID**EA**RR



Actividad 9 (continuación). Conectar a Arduino Uno





DCE I

Ciencias del espacio y de la Tierra

Explicación y
aplicación

IDEARR

¿Cómo programo mi semáforo?

Instalamos **mBlock** (versión PC)

makeblock | mBlock Educator Resources Developer Help Download Makeblock Store English

Download mBlock

One-stop coding platform tailored to coding education, trusted by 15 million educators, and learners

 mBlock web version
Chrome browser recommended >>
Support Windows/Mac/Linux/Chromebook

Code with blocks Code with Python

 mBlock PC version
Version: V5.4.2
Released: 2023.09.20
Released log >> Previous version >>

Download for Windows Download for Mac

Win7 or Win10 (64-bit system required)
MSI File Download and Bulk Installation Solution

macOS 10.12+
Download For Apple M1/M2 Chips

Lo descargamos de <https://www.mblock.cc/en-us/download>
Nos damos de alta como **usuario** para que nos guarde los programas





DCE I

Ciencias del espacio y de la Tierra

Explicación y
aplicación

IDEARR

Añadimos Arduino Uno

makeblock | mBlock

Buscar

Biblioteca de dispositivos

Todos Desarrollo oficial Desarrollo no oficial

| Neuron | mBot | mBot Hanger | Bluetooth contr... | MotionBlock | HALocode |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| Desarrolladores: Oficia... |
| | | | | | |
| mBuild | Raspberry Pi Ca... | NovaPi | MegaPi Pro | Ultimate 2.0 | microbit |
| Desarrolladores: Oficia... |
| | | | | | |
| + | + | + | + | + | + |
| Arduino Uno | Arduino Mega25... | Arduino Micro | Arduino Yun | Arduino Leonardo | OrangeBoard |
| Desarrolladores: Ablock | Desarrolladores: woojh |

Conviértete en desarrollador de mBlock para desbloquear más potencial.

Cancelar Aceptar

Dispositivos Objetos Fondo

CyberPi

Añadir

Conecta tu dispositivo

¿Cómo se usa el dispositivo?

Cambiar modo

Cargar En vivo

Conectar

Nota. A veces hay que:

- Instalar mLink
- Actualizar el firmware





DCE I

Ciencias del espacio y de la Tierra

Explicación y
aplicación

ID EARR



Conectamos Arduino Uno (En vivo)

makeblock | mBlock v5.4.2

Archivo Guardar Publicar Manual de usuario Programas de ejemplo Comentarios Ajuste

Bloques Arduino

Pin

- lee pin digital 9
- lee pin analógico 0
- lee pulso de pin 13 espera como m
- pon el pin digital 9 a alto
- pon la salida PWM 5 a 0
- toca nota Do4 en pin 9 durad
- mueve el servo en pin 9 al ángulo
- espera hasta que pin 2 detecte
- no esperar a pin 2

puerto serie

Datos

Sensor

Eventos

Control

Operador

Variables

Mis bloques

extensión

Dispositivos Objetos Fondo

CyberPi

Arduino ...

Añadir

Conecta tu dispositivo
¿Cómo se usa el dispositivo?

Cambiar modo

Cargar En vivo

Conectar

Espacio para programar
(se arrastran aquí las acciones)

Acciones del apartado seleccionado

Apartados de comandos



DCE I

Ciencias del espacio y de la Tierra

Explicación y
aplicación

IDEARR



Programa de prueba
Reproducir programa de Figura 11 del guion

El número de PIN debe coincidir con alguno de los que tenéis conectados

Para finalizar la prueba, programad vuestro circuito para que los tres leds parpadeen

Si aparece el botón ajuste, pulsar en él



DCE I

Ciencias del espacio y de la Tierra

Explicación,
aplicación y
revisión

ID**EAR**R



Actividad 10. Programar la placa Arduino UNO para que vuestro semáforo se encienda en el **siguiente orden: ROJO, AMARILLO y VERDE**. Los leds ROJO y VERDE deben permanecer encendidos **7 segundos**, mientras que el led AMARILLO lo hará **2 segundos**. Los tiempos de espera para la acción apagar serán de **1 segundo**.

IMPORTANTE: no olvidéis guardar el proyecto en mBlock

TRABAJO AUTÓNOMO

Actividad 11. Determinad la fuente de energía renovable que consideréis más idónea para suministrar electricidad a los semáforos de Camino de Ronda (fundamentado y argumentado).

Actividad 12. Revisad vuestras preguntas clave, así como vuestro plan de acción.



DCE I

Ciencias del espacio y de la Tierra

Diseño de
SdA
STEM

Seminario 3: Iniciación a la Educación STEM

7 Sesiones (consultar cronograma)

Sesiones 1 y 2 Teoría

- Prueba inicial
- Teoría
- Actividades

Sesiones 3 y 4

Práctica (I)

- Experiencia STEM
(Semáforos limpios)

Sesiones 5 y 6 Práctica (II)

- Diseño de una SA
STEM
- Prueba final

Entrega informe de seguimiento (01/12/2023)

Entrega SA
(15/12/2023)

Sesión 7

- Presentación en vídeo de la propuesta





DCE I

Ciencias del espacio y de la Tierra

Recapitulamos

En sesión anterior hemos...

- ... respondido a las preguntas clave.
- ... estudiado cómo funciona un semáforo.
- ... programado un semáforo con Arduino.
- ... decidido la fuente de energía más idónea para alimentarlo.
- ... revisado las preguntas clave y el plan de acción.

Ahora es momento de aplicar lo aprendido para avanzar en la resolución del problema y así lograr alimentar un semáforo con energía eléctrica procedente de una fuente de energía renovable.





DCE I

Ciencias del espacio y de la Tierra

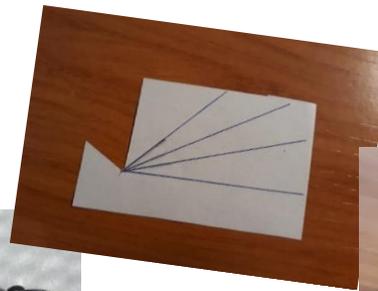
Aplicación y
revisión

IDEARR

Lo más seguro es que hayáis elegido la energía solar. Si habéis elegido otra fuente de energía, consultad al docente.

Actividad 13. Consultad los enlaces proporcionados en el guion para argumentar qué orientación, inclinación y ubicación deben tener las placas solares (15 minutos).

Actividad 14. Construid la estructura con la inclinación necesaria para el sistema de placas solares (15 minutos).





DCE I

Ciencias del espacio y de la Tierra

Aplicación y
revisión

IDEARR



Actividad 15. Probar vuestra estructura en la mesa de pruebas:

- Montar el semáforo, conectarlo a Arduino, y este a las placas.
- Orientar las placas (brújula)
- Encender bombilla (sin mover nada).
- Medir voltaje proporcionado por las placas.
- Anotarlo en la pizarra.
- Elaborar gráfica voltaje-inclinación con datos de los grupos.
- Determinar la mejor inclinación.



DCE I

Ciencias del espacio y de la Tierra

Aplicación y
revisión

IDEA**RR**



TRABAJO AUTÓNOMO (CONSTRUCCIÓN DEL SEMÁFORO)

Actividad 16. Dibujar el boceto a mano alzada, indicando piezas, materiales, y colocación de protoboard, Arduino y placas.

Actividad 17. A escala 1:5 (cm), elaborar los planos de las piezas del prototipo de semáforo.

Actividad 18. Construir las piezas y ensamblar el semáforo (fotografiar).

Actividad 19. Analizar vuestro prototipo, comparándolo con el de otros grupos, y proponer mejoras (foto en Prado de 28 a 30 de noviembre).

Actividad 20. Estimar la energía eléctrica que consumen los semáforos de Camino de Ronda al día y calcular las emisiones de CO₂ que dejarían de emitirse a la atmósfera si se abastecieran con energías renovables.

Importante. Traer el prototipo a la sesión de la semana 13 (IDEA**RR**)



Universidad de Granada



DEPARTAMENTO DE
Didáctica DE LAS
Ciencias
Experimentales

DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES 1

Ciencias del espacio y de la Tierra



DCE I

Ciencias del espacio y de la Tierra

Diseño de
SdA
STEM

Seminario 3: Iniciación a la Educación STEM

7 Sesiones (consultar cronograma)

Sesiones 1 y 2 Teoría

- Prueba inicial
- Teoría
- Actividades

Sesiones 3 y 4 Práctica (I)

- Experiencia STEM
(Semáforos limpios)

Sesiones 5 y 6 Práctica (II)

- Diseño de una SA
STEM
- Prueba final

Entrega informe de seguimiento (01/12/2023)

Entrega SA
(15/12/2023)

Sesión 7

- Presentación en vídeo de la propuesta (3 minutos)





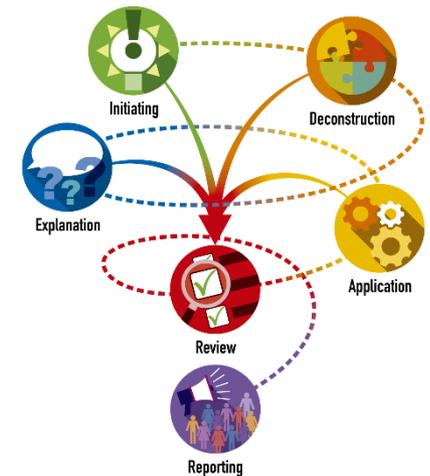
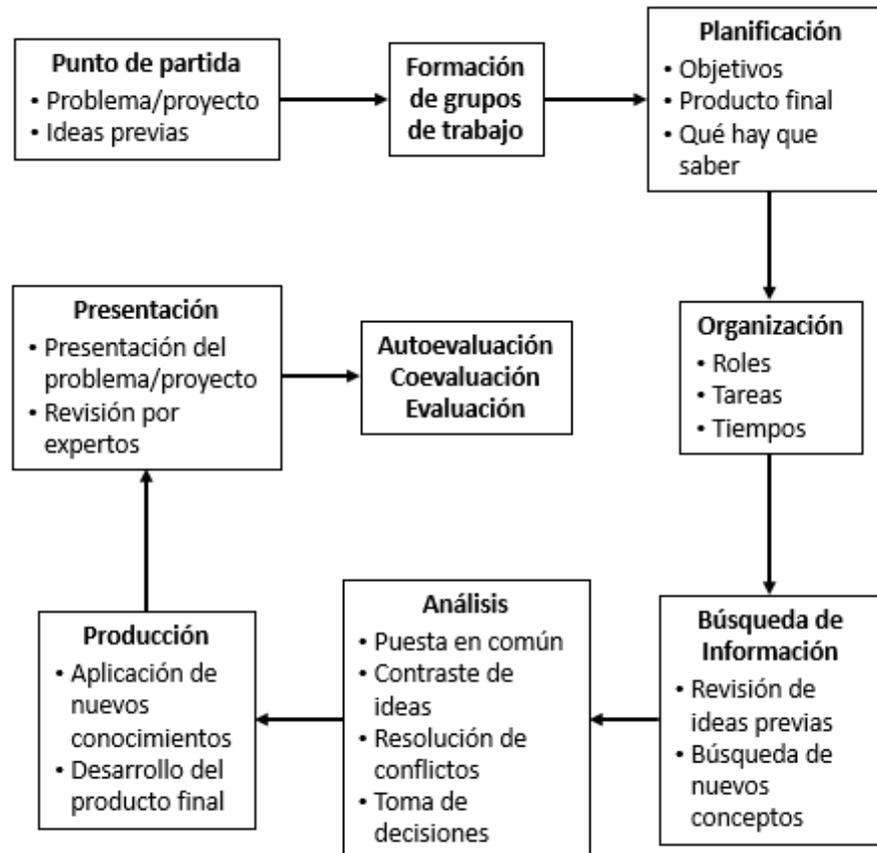
DCE I

Ciencias del espacio y de la Tierra

Una
experiencia
STEM



Aprendizaje Basado en Problemas





DCE I

Ciencias del espacio y de la Tierra

Diseño de
SA STEM

Sesión 6

Realizamos la prueba final. Para ello debemos tener en cuenta que:

1. Debéis ser sinceros. Mentir no os permitirá sacar más nota.
2. La intención es que expreséis lo que creéis o conocéis.
3. Se valorará la evolución. Por tanto, no existen aciertos ni errores.





DCE I

Ciencias del espacio y de la Tierra

Diseño de
SA STEM

Accede al siguiente enlace, o
escanea el QR, y responde al
cuestionario

STEM

(15 minutos)



<https://forms.gle/x1ZwGJKW8KNZdrud6>





DCE I

Ciencias del espacio y de la Tierra

Diseño de
SA STEM

STEM

¿Qué es Educación STEM?

Completa la ficha que se te entrega (individual)
(10 minutos)



Instrumento de autoevaluación y coevaluación

Instrumento de autoevaluación y coevaluación

Se prepara un cuestionario que se rellena por grupo (no por alumno) con los siguientes indicadores (valorados de 1 -mal- a 5 -excelente-):

1. Aparece el título del trabajo y la autoría.
2. Se presentan oraciones cortas y legibles; el tamaño y color de la letra es adecuado; el fondo facilita la lectura; y existe equilibrio entre imágenes y texto.
3. Se adecúa a las secciones abordadas en la SA; la estructura del vídeo es lógica y clara.
4. No hay errores gramaticales y/u ortográficos; la redacción es clara y concisa.
5. Se ajusta a la duración exigida (máximo 3 minutos), presentando una panorámica general de la SA.
6. La presentación evidencia un proceso de elaboración creativo.
7. Dominio del concepto de «educación STEM».
8. Se evidencia dominio de los contenidos STEM abordados en la propuesta.
9. Se evidencia suficiente conocimiento de los objetivos, competencias, criterios de evaluación y demás elementos del currículo de Educación Primaria.
10. La situación problemática aparece explícitamente (escrita u oralmente) durante el vídeo.
11. La situación problemática es adecuada, presentando un verdadero problema y no una descripción de las acciones que implica.
12. Las actividades integran contenidos de las cuatro disciplinas STEM.
13. Sugerencias de mejora (campo de texto).