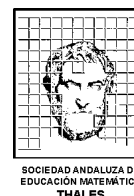


19 CONGRESO DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LAS MATEMÁTICAS.

Matemáticas y Multiculturalidad
Aproximación a través de una matemática dinámica



SITUACIONES DE APRENDIZAJE **STEAM** EN CIENCIAS DE DATOS PARA EL DESARROLLO DEL COMPROMISO CÍVICO Y LA JUSTICIA SOCIAL

AUTOR/ES:

Ana Serradó Bayés, *Colegio La Salle-Buen Consejo, Puerto Real (Cádiz)*
María Lucia Vargas, *Colegio La Salle-Buen Consejo, Puerto Real (Cádiz)*
Manuel Pavón Iglesias, *Colegio La Salle-Buen Consejo, Puerto Real (Cádiz)*
e-mail: anaserradobayes@lasallebuenconsejo.es

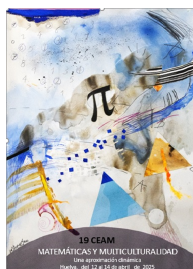
RESUMEN

Esta comunicación presenta una situación de aprendizaje diseñada, implementada y evaluada en el contexto del proyecto ERASMUS+ Educación en ciencia de datos en STEAM para el compromiso cívico y la justicia social desde los primeros años (DataScEd4CiEn). En primer lugar, se conceptualiza qué se entiende por ciencia de datos, sus diferencias con el desarrollo del sentido estocástico. En segundo lugar, se presentarán los principios didácticos que sustentan el marco teórico para el diseño de situaciones de aprendizaje para la educación en ciencia de datos en STEAM que favorezcan el compromiso cívico y la justicia social. Y, finalmente, se presentará una ejemplificación de la situación de aprendizaje, “Design thinking. ¡Sequía!, ¿no?”

Nivel educativo: primaria, secundaria y bachillerato

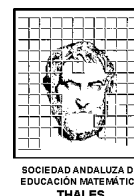
INTRODUCCIÓN

El crecimiento en los últimos años de la disponibilidad y acceso a los datos influido por la omnipresencia de las redes sociales, los medios digitales e Internet ha abierto nuevas posibilidades para desarrollar una mayor comprensión de todos los aspectos de la existencia humana. Apareciendo la noción de ciencia de datos entendida como el estudio de la extracción de valor a partir de los datos (Wing 2019). Sin embargo, la mayoría del alumnado de primaria y secundaria carecen de la comprensión necesaria para analizar y tomar decisiones basadas en datos, incluso cuando estos se presentan de forma relativamente sencilla y directa (Konold et al., 2015). Del mismo modo, una gran parte del alumnado tiene dificultades para evaluar la validez de los datos que se les presentan, incluidos los hechos científicos o la información política, y son incapaces de detectar sesgos en las fuentes que obtienen en Internet (Wineburg et al., 2016). Con el fin de abordar esta problemática, un consorcio de investigadores, formadores y profesores se constituyó con el objetivo de apoyar al desarrollo de la alfabetización en ciencia de datos al alumnado (de 9 a 15 años) mediante el diseño y la aplicación de marcos conceptuales interdisciplinarios, estrategias educativas y material didáctico que presenten la ciencia de datos como “Data Science Education in STEAM for Civic Engagement and And Social Justice From The Early Years” (DATAScEd4CiEn), ERASMUS+ (2023-1-CY01-KA220-SCH-000164724, diciembre 2023-junio 2026).



19 CONGRESO DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LAS MATEMÁTICAS.

Matemáticas y Multiculturalidad Aproximación a través de una matemática dinámica



Como resultado de difusión de dicho proyecto, en esta comunicación se presenta una experiencia de diseño, implementación y evaluación de una situación de aprendizaje STEAM sobre educación en ciencia de datos para el compromiso cívico y la justicia social desde edades tempranas.

Así pues, en esta comunicación en primer lugar se conceptualiza qué se entiende por ciencia de datos y qué diferencias existen con respecto al desarrollo del sentido estocástico. En segundo lugar, se presentará los principios didácticos que sustentan el marco teórico para el diseño de situaciones de aprendizaje para la educación STEAM en ciencia de datos que favorezcan el compromiso cívico y la justicia social. Y, finalmente, se presentará la situación de aprendizaje *“Design thinking. ¡Sequía!, ¿no?”*, las actividades diseñadas, implementadas y evaluadas. Así como, los resultados de las disposiciones del alumnado a su aprendizaje sobre la ciencia de datos.

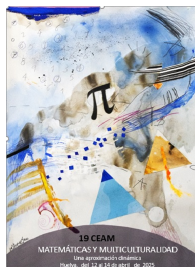
1. LA CIENCIA DE DATOS PARA LA EDUCACIÓN EN EL COMPROMISO CÍVICO Y LA JUSTICIA SOCIAL

Robert Gould (2017) declara que las definiciones tradicionales de alfabetización estadística se han quedado obsoletas en un mundo dominado por los datos y propone extender dicho concepto a partir de interrogarse sobre quién, por qué y cómo se recolectan los datos, cómo se almacenan, qué herramientas son útiles para su análisis e interpretación, cuáles son los principios de privacidad y propiedad de datos, cómo se alteran los mismos para aplicar los procesos tradicionales de investigación y cómo podemos realizar predicciones a partir de estos datos. Esta visión extensa de la alfabetización estadística necesita del uso de conjunto de datos reales, que difieren de las bases de datos pequeñas y limpias usadas tradicionalmente para ilustrar un punto de vista concreto (Rubin, 2019). Así pues, estamos hablando de una visión interdisciplinar STEAM, que incluye las materias de ciencias, tecnología, ingeniería, artes y humanidades, y matemáticas.

De los diferentes modelos que permiten integrar esta visión interdisciplinar STEAM en la educación en ciencia de datos, consideramos por su capacidad de adaptación al método científico y el papel primordial que les aporta a las matemáticas y la estadística, la propuesta por Ow-Yeong, Ibrahim and Farhan (2023). Los procesos centrales del método científico (observar-preguntar-hipótesis-experimentar-analizar-comunicar) se integran y comparten las características clave del ciclo de investigación en datos. En el mismo hay tres dominios: dominio de las aplicaciones (ciencias, humanidades y estudios sociales, economía y finanzas, medicina y ciencias de la salud, tecnología y lengua), el dominio de la ciencia de la computación (programación, algoritmos, bases de datos, tratamiento de datos, “big data”, aprendizaje automatizado, minería de datos) y el dominio de las matemáticas y la estadística (álgebra lineal, cálculo, estadística descriptiva e inferencial, visualización de datos, análisis exploratorio de datos (EDA), teoría de la probabilidad y modelización predictiva).

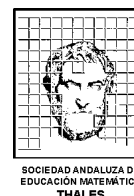
La reciente aparición y visibilidad de la ciencia de datos como campo ha atraído la atención sobre aspectos del trabajo con datos que en su mayoría se han ignorado en las clases de estadística se ha vuelto indispensable para abordar los problemas sociales más acuciantes de la sociedad (por ejemplo, el cambio climático, la salud o la justicia social) (Tanaka et al., 2022).

En esta comunicación entendemos la justicia social desde la perspectiva compartida por Dobrick et al (2021), que se refiere a la misma como “ayuda a los estudiantes a comprender y cumplir sus funciones como ciudadanos activos y reflexivos de sus comunidades, nación y mundo” (p. 73). En la



19 CONGRESO DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LAS MATEMÁTICAS.

Matemáticas y Multiculturalidad
Aproximación a través de una matemática dinámica



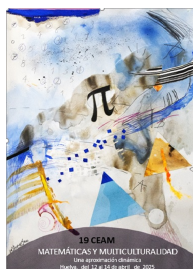
literatura, la justicia social se define desde dos puntos de vista diferentes. Un primer punto de vista que se alinea con la idea de conexión con la comunidad y la educación en la justicia social está relacionada con este sentido de comunidad y puede implicar una serie de actividades que favorecen el compromiso social como son reconocer, nombrar y combatir la desigualdad social, crear empatía por los demás y fomentar el pensamiento crítico a través de actividades centradas en el alumnado y el debate sobre los desafíos centrales a los que se enfrenta la humanidad (English, 2017). El segundo punto de vista se alinea con el objetivo de “capacitar al alumnado para crear políticas de justicia social que tengan la capacidad de transformar nuestra sociedad de las prácticas discriminatorias y opresivas inherentes históricas y actuales” (Fletcher y Hernández-Gantes, 2020, p. 360).

Por eso, el objetivo del proyecto DataSc4CiEn es introducir la ciencia de datos como herramienta para abordar cuestiones del mundo real relacionadas con el compromiso cívico y la justicia social. Además, pretende apoyar el desarrollo de la alfabetización en ciencia de datos del alumnado (de 9 a 15 años) con situaciones de aprendizaje que presente la ciencia de datos como una poderosa herramienta para abordar cuestiones del mundo real relacionadas con el compromiso cívico y la justicia social. Investigadores como Andersson y Norén (2011) argumentan que la vinculación de las acciones y objetivos de los estudiantes a situaciones del mundo real pueden fomentar el pensamiento crítico y el compromiso. Foley et al. (2023) sostienen que la educación matemática fomenta el pensamiento crítico y la alfabetización cuantitativa, habilidades esenciales para el compromiso cívico informado y la toma de decisiones. Ridgway (2023) introdujo el concepto de “estadística cívica”, que implica el uso de conjuntos de datos auténticos para analizar y abordar cuestiones sociales significativas, combinando así la educación matemática con el compromiso cívico.

Estos ejemplos ilustran cómo la educación matemática puede dotar a los estudiantes de las habilidades críticas y cuantitativas necesarias para una participación activa e informada en sus comunidades, reforzando el papel de la educación en el fomento de la responsabilidad y el compromiso cívico. Aunque algunas de estas habilidades pueden considerarse innatas en el alumnado, se pueden modificar al añadirle la idea de compromiso. Es decir, las “disposiciones de una persona dependen del problema: cambian según el grado de implicación de la persona con el problema” (Wild y Pfannkuch (1999, p. 234). Estos autores nombraban como disposiciones para el desarrollo del pensamiento estadístico: la curiosidad, la conciencia, el compromiso, la imaginación, el escepticismo, ser lógico y la propensión a buscar un significado más profundo. A estas disposiciones, Lee et al. (2022) también le incluyen las siguientes disposiciones necesarias para un científico de datos: la creatividad, la curiosidad, la intuición, la pasión, la persistencia, la perseverancia y la resiliencia.

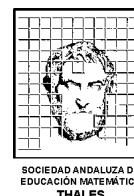
2. MARCO TEÓRICO PARA LA EDUCACIÓN STEAM EN LA CIENCIA DE DATOS PARA EL COMPROMISO CÍVICO Y LA JUSTICIA SOCIAL

El proyecto DataScEd4CiEn ha desarrollado un marco teórico que permite identificar las competencias en ciencias de datos que necesita el profesorado y el alumnado de 9 a 15 años en las materias STEAM. Este marco teórico ha guiado el diseño y puesta en práctica del escenario que se presenta. DataScEd4CiEn se basa en la teoría del aprendizaje situado para involucrar al alumnado en



19 CONGRESO DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LAS MATEMÁTICAS.

Matemáticas y Multiculturalidad Aproximación a través de una matemática dinámica



experiencias auténticas de aprendizaje STEAM centradas en los datos. Como se muestra en la figura 1, el marco conceptual del DataScEd4CiEn es innovador al poner en el centro de la experiencia del alumnado las prácticas en datos.

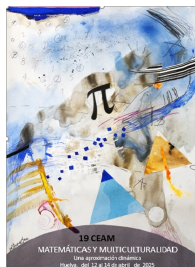
Si miramos la imagen de fuera hacia dentro, observamos que los problemas de justicia social que tiene la humanidad se pueden convertir en problemas escolares dónde el profesorado y el alumnado intervenga. En el centro de la imagen, se reconoce la ciencia de datos como un campo interdisciplinar que puede aplicarse en diversos campos STEAM (Ciencias, Tecnología, Ingeniería, Arte/Humanidades y Matemáticas). Al integrar la ciencia de datos con otros campos STEAM, el profesorado de las diferentes materias puede ayudar al alumnado a entender cómo utilizar las prácticas en ciencias de datos para resolver problemas sociales auténticos y complejos que requieren conocimientos de múltiples ámbitos. La imagen de varias personas comunica nuestra visión de la enseñanza de la ciencia de datos como un proceso colaborativo para jóvenes estudiantes que hace hincapié en el pensamiento crítico, la resolución de problemas y la toma de decisiones basada en datos, que son cruciales para el compromiso con el mundo actual. Una vez finalizado este proceso de interpretación y comunicación de las ideas que subyacen en los datos, se abren nuevas perspectivas sobre cómo comprometerse cívicamente en la resolución de los problemas de justicia social inicialmente planificados.



Figura SEQ Figura * ARABIC 1. Marco teórico de DataScEd4CiEn

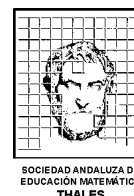
Este mismo marco teórico se constituye como organizador de los problemas a resolver el profesorado cuando quiere diseñar situaciones de aprendizaje STEAM en ciencia de datos para el compromiso cívico y la justicia social. La propuesta parte de plantearse tanto el profesorado como el alumnado cuáles son los problemas de justicia social a los que se enfrenta la humanidad para valorar y reformular aquellos que se puedan tratar a nivel escolar. Desde las diferentes materias STEAM, se analiza de forma teórica qué saberes curriculares subyacen en este problema de justicia social, cómo puede tratarse en cada una de las materias con el fin de refinar el problema y definir cuestiones que puedan analizarse a partir de los datos. De forma colaborativa y con la guía del profesorado estos se enfrentan a diseñar qué prácticas de ciencia de datos permiten comprender y avanzar en la solución del problema. La interpretación de los datos y la comunicación de los mismos se deben reinterpretar desde las diferentes materias STEAM para valorar cómo sirve la conclusión obtenida para resolver el problema de justicia social planteado. Este análisis desde el dominio de aplicación debe permitir valorar cómo podemos comprometernos cívicamente, profesorado y alumnado, para crear una solución, resultado o producto al problema escolar sobre justicia social. Y, finalmente evaluar los procesos de pensamiento en ciencias de datos y las disposiciones del alumnado en todo el proceso de aplicación de este método científico.

Siendo el objeto final el desarrollo de un resultado, producto que dé solución al problema de justicia social y que favorezca el compromiso social del alumnado, se considera oportuno el desarrollo de metodologías que favorezcan el trabajo en equipo como elemento que favorezca el compromiso



19 CONGRESO DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LAS MATEMÁTICAS.

Matemáticas y Multiculturalidad Aproximación a través de una matemática dinámica



con y hacia la comunidad. Dukala et al. (2023) destacan el *pensamiento basado en el diseño* (Design thinking, DT) de entre las múltiples metodologías que tienen como prioritario la resolución de problemas y la generación de ideas en equipos creativos. Hassi y Laakso (2011) indican que el concepto del DT comprende tres dimensiones: (a) la práctica, que incluye componentes como pensar haciendo, la visualización y la colaboración; (b) la cognitiva, con componentes como el razonamiento, la transformación reflexiva de los problemas, la visión holística y el pensamiento integrador; (c) la mentalidad, relacionada con una forma de pensar experimental y exploratoria, la tolerancia a la ambigüedad, el optimismo y la orientación hacia el futuro. Esta dimensión de mentalidad se relaciona con las disposiciones descritas por Wild y Pfannkuck (1999) y Lee et al. (2022) que debe tener un científico de datos. Para ello, presentamos en la siguiente sección una ejemplificación sobre el diseño, implementación y evaluación de una situación de aprendizaje basada en la metodología del DT en la educación STEAM en ciencia de datos que fomente el compromiso cívico y la justicia social.

3. DESIGN THINKING. ¡SEQUÍA! ¿NO?

La experiencia se ha desarrollado en el curso 2024-25 en las materias bilingües de biología y geología y matemáticas B de 4º de ESO. Con una participación de 29 alumnos y alumnas. La situación de aprendizaje “Design thinking. ¡Sequía!, ¿NO?” se ha diseñado y revisado por el profesorado, formadores e investigadores del proyecto DataScEd4CiEn. Y, se ha implementado y evaluado por el profesorado de las materias citadas con anterioridad. La secuenciación didáctica se ha diseñado siguiendo los principios de la metodología del DT con las siguientes fases: empatiza, define, idea, prototipa y evalúa.

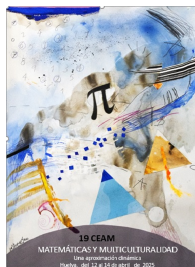
3.1. EMPATIZA

La fase de empatizar se inicia con la presentación de una narración sobre la falta de agua en el centro al empezar el curso escolar y se les cuestiona: “¿cómo podemos ayudar a combatir la sequía en nuestro centro escolar?”. El debate inicial que se genera se focaliza en dar respuesta a si puede ser debido a la sequía ocasional del verano. Y, abre al planteamiento científico en la materia de biología sobre qué sabemos sobre la sequía en el mediterráneo y/o en todo el mundo. Asociado a la noción de sequía el alumnado formule preguntas sobre la relación con el cambio climático, la desertificación, la degradación del medio ambiente, qué acciones se deben tomar para combatirlas.

La respuesta a todas estas preguntas la realizan a nivel mundial a partir de los conocimientos previos que tienen de las materias STEAM, en general, y de la materia de biología de 4º de ESO, en particular. Sin embargo, la pregunta que guía el DT tiene un carácter local ya que solicita que el alumnado ayude a combatir la sequía en nuestro centro escolar. Esta pregunta no puede responderse directamente de los razonamientos realizados a nivel global, sino que necesita de un estudio sistemático matemático y estadístico fundamentado en la respuesta a las preguntas de los siguientes epígrafes.

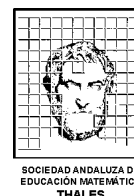
3.1.1 ¿Qué preguntas de investigación en datos podemos poner para investigar sobre la sequía?

La respuesta a la pregunta tiene dos fases:



19 CONGRESO DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LAS MATEMÁTICAS.

Matemáticas y Multiculturalidad Aproximación a través de una matemática dinámica



- ❑ Pensar en preguntas de investigación para concluir sobre el impacto del cambio climático, la sequía y la pluviosidad.
- ❑ Analizar las características de estas preguntas para analizar su viabilidad para iniciar un ciclo de investigación en ciencia de datos. Para ello, se ha usado el marco teórico desarrollado por Leavy y Frischmeier (2022).

En el planteamiento de las preguntas y el estudio de su validez, el alumnado realiza las primeras conjeturas que van a guiar las diferentes fases de la investigación hasta inferir sobre la sequía en la localidad. Un ejemplo planteado por el alumno número 14 es:

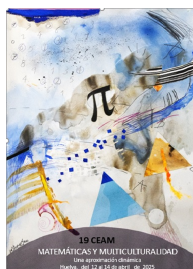
¿Cómo ha cambiado el nivel medio de precipitaciones en Puerto Real en los últimos diez años? Yo diría que es una pregunta muy buena porque tiene sentido, mantiene el interés por la pregunta y su intención es clara y sin ambigüedades. Las variables que podemos encontrar son el tiempo y el nivel de precipitaciones. Esas variables describen claramente y están disponibles y son posibles de medir. La población de interés está clara. La pregunta requiere porcentajes y gráficos. Necesita una exploración profunda de los datos y una comparación entre años.

Tal y como indica el alumno la respuesta a la misma requiere una exploración profunda de los datos de los que inicialmente no disponen.

3.1.2. ¿Dónde podemos encontrar datos para responder las preguntas investigativas?

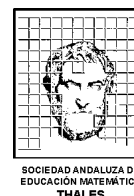
Siguiendo las indicaciones de Gould (2017) sobre las necesidades de un alfabeto en ciencias de datos, se solicita al alumnado que acceda a las siguientes páginas web: Climate explorer WMO (<https://climexp.knmi.nl/selectdailyseries.cgi?id=someone@somewhere>), Copernicus (<https://cds.climate.copernicus.eu/#!/home>), Copernicus Atlas (<https://atlas.climate.copernicus.eu/atlas>), AEMET (<https://www.aemet.es/es/serviciosclimaticos/datosclimatologicos/valoresclimatologicos>). El alumnado debe:

- ❑ Recolectar información para responder a las preguntas: (a) ¿de dónde proceden los datos?, ¿quién ha recogido los datos?, ¿cómo se han recogido?, ¿cuál es la finalidad de los mismos?, ¿qué se sabe sobre la fiabilidad de la(s) fuente(s) de los datos?, ¿existe algún sesgo en los datos recopilados?
- ❑ Reflexionar si con los datos recopilados pueden dar respuesta a las preguntas planteadas.
- ❑ Explorar y visualizar los gráficos para analizar las aglomeraciones modales, los huecos que se generan, los grupos, los valores atípicos, la simetría o cualquier patrón que puedan observar.
- ❑ Valorar qué preguntas no han podido responder con la información de estas páginas web y qué datos adicionales deben recolectar (e.g. una muestra más extensa, otros atributos). La alumna número 27 responde: “Hay que investigar más en la localidad concreta, no solo en el país en general”.



19 CONGRESO DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LAS MATEMÁTICAS.

Matemáticas y Multiculturalidad Aproximación a través de una matemática dinámica



Esta valoración de la alumna es interesante ya que, aunque el alumnado ha visualizado en las diferentes páginas web gráficos que trabajan *big data*, es capaz de distinguir entre dar una respuesta global al problema o responder con datos locales para poder llegar al nivel de compromiso que solicita el problema.

3.1.3. ¿Qué parámetros estadísticos resumen cómo afecta la sequía?

Para responder a esta pregunta se sugiere que el alumnado recolecte datos de la página Web del Meteostat (<https://meteostat.net/es/>) para los últimos 10 años, periodo de tiempo establecido desde la materia de biología para detectar cambios climáticos. Posteriormente deben importar los datos al entorno *Common Online Data Analysis Platform* (CODAP, <https://codap.concord.org/>) que favorece el desarrollo del razonamiento estadístico (Mojica, Barker y Azmy, 2019). En este entorno deben analizar y limpiar la base de datos recolectada, explorar los patrones en los datos sobre precipitaciones, construir un diagrama de puntos y barras que agrupe las precipitaciones en intervalos, analicen las tendencias centrales y la variabilidad en las precipitaciones, analicen las medidas de posición en diagramas de cajas y bigotes para precipitaciones de más de 10mm, menos de 10mm, depuren el análisis del estudio de la sequía a partir de la creación de nuevos atributos y concluyan sobre su análisis.

3.1.4. ¿Se relaciona la precipitación con otras variables?

El alumno número 5 se plantea responder a la pregunta: “¿afecta la temperatura a las precipitaciones?”. Esta pregunta general la concreta para poder realizar el estudio estadístico en: “¿existe alguna relación entre la temperatura y la precipitación?”. Para ello representa una nube de puntos (figura 2) que interpreta: “Existe una correlación baja negativa. Exactamente $-0,16$ ”.

Al preguntarles sobre otras posibles asociaciones, el alumno número 18 analiza la posible asociación entre la fecha y la

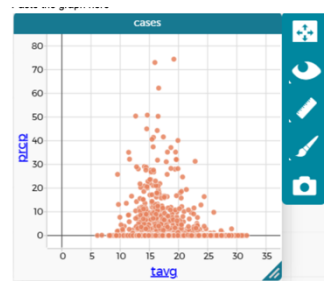


Figura SEQ Figura * ARABIC 2. Asociación de variables. Alumno nº 5

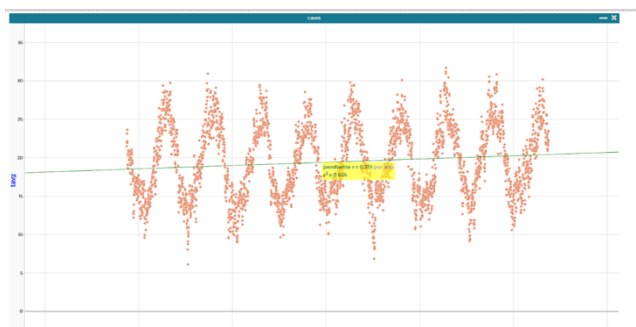
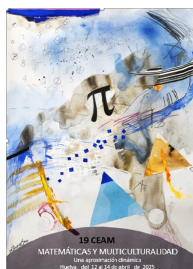


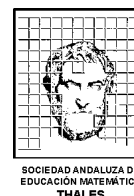
Figura SEQ Figura * ARABIC 3. Asociación de variables. Alumno nº 18

temperatura media. Y concluye: “la nube de puntos muestra el aumento de las temperaturas medias estivales en Puerto Real en los últimos 10 años. La tendencia al alza es mayor durante los años de sequía”. Además, este alumno de 4º de ESO interpreta el papel de coeficiente de correlación que permite realizar una modelización predictiva de la fecha y la temperatura media. Afirma: “En el gráfico [figura 3] se observa que la correlación es positiva con un r^2 de 0,014, que aumenta progresivamente desde hace 10 años hasta la última información de los datos”.



19 CONGRESO DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LAS MATEMÁTICAS.

Matemáticas y Multiculturalidad
Aproximación a través de una matemática dinámica



3.1.5. ¿Se puede predecir la sequía?

Para dar respuesta a esta actividad, el alumnado ha aplicado el algoritmo Arbor y los principios del aprendizaje automático en el desarrollo de modelos predictivos. El alumno número 19 ha construido un árbol de decisión con el algoritmo Arbor de CODAP para predecir las precipitaciones condicionadas a la presión atmosférica. Argumenta: “he pensado en la presión atmosférica, que creo que puede tener una fuerte relación con la precipitación/sequía”. La respuesta de la aplicación del algoritmo es el siguiente gráfico que indica las probabilidades condicionales, que el alumno interpreta como:

Si la presión es inferior a 1013 hPa, una presión inferior a la media en Cádiz, la probabilidad de que la precipitación sea inferior a 2mm tiene una probabilidad del 71,4%. Por otro lado, si la presión es igual o superior a 1013 hPa, una presión común en Cádiz, la probabilidad de que la precipitación sea inferior a 2mm tiene una probabilidad del 94,2%.

Y concluye: “lo que significa que si la presión disminuye aumenta la probabilidad de que caigan más de 2mm de precipitación”.

3.2. DEFINE

La interpretación de los datos y las conclusiones obtenidas se integran a la información documental obtenida en las materias de biología y geología y geografía para definir cuáles son las causas y consecuencias de la sequía. La mayoría de alumnado se han referido a la sequía medioambiental mundial y a las consecuencias locales en la sequía de las marismas y cómo afectaría a nivel escolar la falta de agua en el funcionamiento de los baños o los laboratorios. Pero, el alumno 16 ha ido más allá, a la raíz del problema de justicia social y ha afirmado: “Impacto en educación: la necesidad de recolectar agua ha obligado a los niños a abandonar la escuela, perpetuando el ciclo de pobreza y limitando el desarrollo de oportunidades en las comunidades debido al impacto en la educación”.

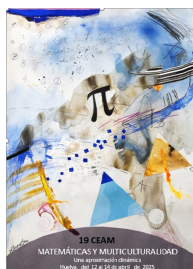
3.3. IDEA

En esta fase el alumno debe idear un prototipo para mitigar las consecuencias de la sequía a nivel escolar. Entre las muchas ideas surge la de construir un aljibe para recolectar el agua. Es momento de diseñar el prototipo de la misma, que da nombre a la metodología “Design thinking” empleada.

3.4. PROTOTIPA

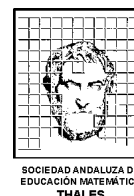
El alumnado diseña en Tinkercad (<https://www.tinkercad.com/>) un aljibe, valora cuál será el precio de dicho prototipo construido con una impresora 3D y decide cómo presentar el prototipo al grupo clase para analizar la viabilidad del mismo. El equipo número 5 describe el proceso de diseño de su prototipo de la siguiente forma:

“Primero, entre todos los miembros del grupo pensamos que aljibe nos vendría mejor para recoger el agua, cada uno pensamos una idea y la pusimos en común, se nos

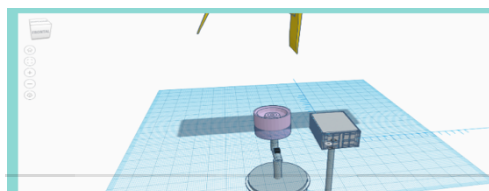


19 CONGRESO DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LAS MATEMÁTICAS.

Matemáticas y Multiculturalidad Aproximación a través de una matemática dinámica



ocurrió un aljibe bastante bueno y lo dibujamos en el cuaderno para ver como quedaba, vimos que quedaba bien y decidimos hacer ese. Después fuimos a la aplicación TinkerCad y empezamos a hacer nuestro aljibe, cuando empezamos a hacerlo vimos que no quedaba bien, así que pensando entre todos pudimos llegar a un acuerdo y hacer otro aljibe más realista, más grande y más productivo para recoger el agua necesaria. Nuestra aljibe estaría diseñada para que el agua que llueve caiga en el recipiente rosa que vemos en la pantalla y de ahí vaya directamente al tubo, donde estaría el filtro que limpiaría el agua de todo lo que tiene, a lo mejor caen plantas o cualquier cosa y la función del filtro es quitarlo, luego el agua seguiría por el tubo hasta llegar a ese cubo que vemos en la pantalla, la función de ese cubo sería limpiar el agua en sí, es decir, no quitar los restos sino limpiar el agua completamente, para el agua seguiría por el tubo hasta llegar al depósito donde se almacenará para recogerla. Y este sería el resultado de nuestro aljibe [figura 4]”



3.5. AUTOEVALÚA TU TRABAJO

Finalmente, el alumnado evalúa su aprendizaje rellenando un Google forms donde debían responder en función de su implicación en las diversas fases. Una de las preguntas de interés para validar si el alumnado valora que se ponían en juego las disposiciones que deben tener los científicos de datos era la relacionada con la predisposición ante la situación de aprendizaje. La siguiente figura 6, resume los resultados de este análisis:

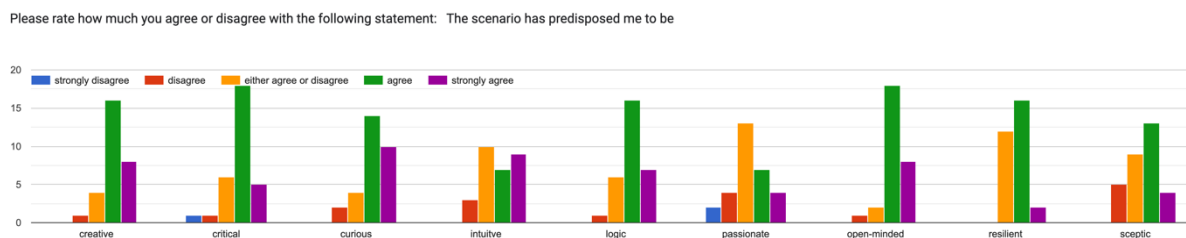
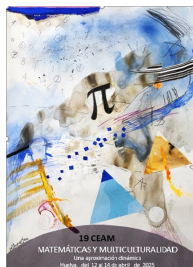


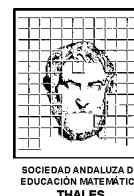
Figura 5. Autoevaluación de las disposiciones como científicos de datos

La mayoría del alumnado está de acuerdo en que la situación de aprendizaje ha desarrollado en gran medida la creatividad, el pensamiento crítico, la curiosidad, la lógica, la apertura de mente, la



19 CONGRESO DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LAS MATEMÁTICAS.

Matemáticas y Multiculturalidad
Aproximación a través de una matemática dinámica



resiliencia y el escepticismo. Pero, la mayoría afirman que la situación ni les ha predisposto o no a apasionarse por el tema del estudio del cambio climático y la sequía para comprometerse en buscar soluciones.

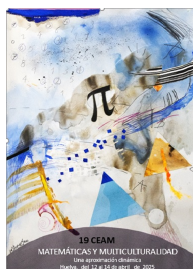
4. CONCLUSIONES

El objetivo de la comunicación era presentar una situación de aprendizaje innovadora sobre educación STEAM en ciencia de datos para fomentar el compromiso cívico y la justicia social en el alumnado. El diseño, implementación y evaluación de la misma se ha realizado dentro de las acciones del proyecto ERASMUS+ de Educación en Ciencia de datos (DataScEd4CiEn). El análisis del significado y las componentes de la ciencia de datos nos ha permitido diferenciarla del significado tradicional que tiene la alfabetización estadística y los procesos de investigación estadística. Escogiendo como modelo para su definición el de Ow-Yeong, Ibrahim and Farhan (2023) al especificar el papel que tienen las matemáticas y la estadística, haciendo hincapié en los procesos de modelización y su relación con la probabilidad condicional. Por otra parte, en referencia al dominio en ciencia de la computación se han usado los algoritmos de Arbor para entrenar los modelos y testarlos y poder predecir sobre las causas de la sequía. Además, se ha presentado una visión integradora STEAM del dominio de las aplicaciones añadiendo dos aspectos fundamentales en el proyecto DataScEd4CiEn, el compromiso cívico y la justicia social. Atendiendo así al desarrollo de la perspectiva de Dobrick et al. (2021) donde la educación en el compromiso cívico y la justicia social tiene como objetivo ayudar al alumnado a que comprenda y cumpla con sus funciones como ciudadanos activos y reflexivos.

Es decir, que les permitan poner en juego las disposiciones que deben tener los científicos de datos al enfrentarse al resolver un problema (Wild y Pfannkuch, 1999 y Lee et al., 2022). Todo ello ha permitido diseñar, implementar y evaluar una situación de aprendizaje basada en la metodología del design thinking que ha favorecido que el alumnado sea consciente del problema global y local de la sequía y como afecta directamente a la pobreza. Además, se les ha comprometido a buscar soluciones y diseñar aljibes para recolectar agua para su centro escolar.

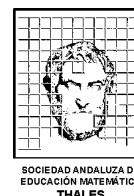
5. REFERENCIAS

- Andersson, A., y Norén, E. (2011). Agency in mathematics education. En M. Pytlak, T. Rowland, y E. Swoboda (Eds.), *Proceedings from 7th conference for European research in Mathematics education. CERME 7*, (pp. 1389-1398). Rzeszów, Poland, ERME. <https://hal.science/hal-02158191v1>
- Cleveland, W. S. (2001). Data Science: an Action Plan for Expanding the Technical Areas of the Field of Statistics. *International Statistical Review*, 69(1), 21-26. <https://doi.org/10.1111/j.1751-5823.2001.tb00477.x>
- Dukala, K., Pyrkosz-Pacyna, J. y Czarny, R. (2023). DTMethod: A New Evidence-Based Design Thinking Methodology for Effective Teamwork. *Sustainability*, 15(5), 4187. <https://doi.org/10.3390/su15054187>
- English, L.D. (2017). Advancing elementary and Middle school STEM education. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 15(1), 5-24, <https://doi.org/10.1007/s10763-017-9802-x>



19 CONGRESO DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LAS MATEMÁTICAS.

Matemáticas y Multiculturalidad Aproximación a través de una matemática dinámica



- Fletcher, E.C. y Hernández-Gantes, V.M. (2021). They're Moving in Spaces They're Not Used to: Examining the Racialized Experiences of African American Students in a High School STEAM Academy. *Education and Urban Society*, 53(3), 357-376. <https://doi.org/10.1177/0013124520928610>
- Gould, R. (2017). Data Literacy is statistical literacy. *Statistics Education Research Journal*, 16(1), 22-25. <https://doi.org/10.52041/serj.v16i1.209>
- Foley, G.D., Budhathoki, D., Thapa, A.B., y Harman P. A. (2023). Instructor perspectives on quantitative reasoning for critical citizenship. *ZDM Mathematics Education*, 55, 1009–1020. <https://doi.org/10.1007/s11858-023-01520-4>
- Hassi, L. y Laakso, M. (2011). Conceptions of Design Thinking in the Management Discourse. In *European Academy of Design Conference, Porto, Portugal, 4.-7.5.2011* (pp. 341-351).
- Konold, C., Higgins, T., Russell, S.J., y Khalil, K. (2015). Data seen through different lenses. *Educational Studies in Mathematics*, 88(3), 305–325. <https://doi.org/10.1007/s10649-013-9529-8>
- Leavy, A., y Frischemeier, D. (2022). Developing the statistical problem posing and problem refining skills of prospective teachers. *Statistics Education Research Journal*, 21(1). <https://doi.org/10.52041/serj.v21i1.226>
- Lee, H. S., Mojica, G. M., Thrasher, E. P., y Baumgartner, P. (2022). Investigating data like a data scientist: Key practices and processes. *Statistics Education Research Journal*, 21(2), <https://doi.org/10.52041/serj.v21i2.41>
- Mojica, G. F., Barker, H., y Azmy, C. N. (2019). Instrumented learning in a CODAP-enabled learning environment. En J. M. Contreras, M. M. Gea, M. M. López-Martín, y E. Molina-Portillo (Eds.), *Proceedings of the III International Virtual Congress on Statistical Education*. <https://www.ugr.es/~fqm126/civeest/mojica.pdf>
- Rubin, A. (2019). Learning to Reason with Data: How Did We Get Here and What Do We Know? *Journal of the Learning Sciences*, 29(1), 154–164. <https://doi.org/10.1080/10508406.2019.1705665>
- Ow-Yeong, Y.K., Yeter, I. H., y Ali, F. (2023). Learning data science in elementary school mathematics: a comparative curriculum analysis. *International Journal of STEM Education*, 10(1). <https://doi.org/10.1186/s40594-023-00397-9>
- Tanaka, T., Himeno, T., y Fueda, K. Shiga (2022). University's endeavor to promote human resources development for data science in Japan. *Japanese Journal of Statistics and Data Science*, 5, 747–755. <https://doi.org/10.1007/s42081-022-00151-5>
- Wild, C. J., y Pfannkuch, M. (1999). Statistical Thinking and Empirical Enquiry. *International Statistical Review*, 67(3), 223-265.
- Wineburg, S., McGrew, S., Breakstone, J., y Ortega, T. (2016). Evaluating Information: The Cornerstone of Civic online Reasoning. Stanford University, CA. Stanford Digital Repository. <https://purl.stanford.edu/fv751yt5934>
- Wing, J. M. (2019). The Data Life Cycle. *Harvard Data Science Review*, 1(1). <https://doi.org/10.1162/99608f92.e26845b4>