

**Qualis A1**

<http://dx.doi.org/10.23925/1983-3156.2025v27i5p030-056>

**Carácter transversal de la argumentación en el currículum de matemáticas**

**Transversal character of argumentation in the mathematics curriculum**

**Caráter transversal da argumentação no currículo de matemática**

**Caractère transversal de l'argumentation dans le programme de mathématiques**

Jaione Abaurrea Larrayoz<sup>1</sup>

Universidad Pública de Navarra / *Nafarroako Unibertsitate Publikoa*

Doctora en didáctica de las matemáticas

<https://orcid.org/0000-0002-6602-000X>

Aitzol Laso Oyarbide<sup>2</sup>

Universidad Pública de Navarra / *Nafarroako Unibertsitate Publikoa*

Doctor en didáctica de las matemáticas

<https://orcid.org/0000-0001-7267-6614>

**Resumen**

Según el Enfoque ontosemiótico del conocimiento y de la instrucción matemática (EOS), los *argumentos* son objetos matemáticos primarios, compuestos por enunciados que permiten validar o explicar proposiciones y procedimientos. Los enunciados matemáticos se clasifican en función de un silogismo, pero la argumentación no es exclusiva de los procesos matemáticos, y aparece en el currículum con relación a otras áreas de conocimiento. En este trabajo, se analiza la presencia y la utilización de las nociones de *argumentación* en el currículum obligatorio y preuniversitario de la Educación Secundaria en España, con el objetivo de identificar ámbitos de transversalidad con las matemáticas, para el diseño de situaciones de aprendizaje que tengan como eje vertebrador la *argumentación*. En la fase experimental, Docentes de matemáticas de secundaria en Formación Inicial (DFI) diseñan situaciones de aprendizaje en ámbitos transversales basadas en la argumentación. Finalmente, estos diseños se analizan para determinar qué áreas de conocimiento relacionan y conocer sobre qué dimensiones de la *idoneidad didáctica* pivotan las argumentaciones presentes en las propuestas.

**Palabras clave:** Argumentación, Enfoque ontosemiótico, Docentes de matemáticas en formación inicial, Currículum, Situación de aprendizaje.

---

<sup>1</sup> [jaione.abaurrea@unavarra.es](mailto:jaione.abaurrea@unavarra.es)

<sup>2</sup> [aitzol.lasa@unavarra.es](mailto:aitzol.lasa@unavarra.es)

## Abstract

According to the Ontosemiotic Approach to Mathematical Knowledge and Instruction (OSA), *arguments* are primary mathematical objects, composed of statements that allow the validation or explanation of propositions and procedures. Syllogisms make feasible the classification of mathematical statements, but argumentation is not exclusive to mathematical processes and appears in the curriculum in relation to other areas of knowledge. This study analyses the presence and use of the notions of *argumentation* in compulsory and pre-university Secondary School curriculum in Spain, with the objective of identifying transversal areas to mathematics, for the design of learning situations that have in their core the notion of *argumentation*. In the experimental phase, mathematics Teachers in Initial Training (TIT) design potential learning situations in transversal fields based on argumentation. Finally, these designs are analysed to determine which areas of knowledge TITs relate. Moreover, the argumentation used within the learnings situations shows which dimensions of *didactic suitability* enhance those proposals.

**Keywords:** Argumentation, Ontosemiotic approach, Mathematics teachers in initial training, Curriculum, Learning situation.

## Resumo

Segundo o Enfoque Ontossemiótico do Conhecimento e da Instrução Matemática (EOS), os argumentos são objetos matemáticos primários, compostos por enunciados que permitem validar ou explicar proposições e procedimentos. Os enunciados matemáticos são classificados com base num silogismo, mas a argumentação não é exclusiva dos processos matemáticos, surgindo no currículo em relação a outras áreas do conhecimento. Neste trabalho, analisa-se a presença e a utilização das noções de argumentação no currículo obrigatório e pré-universitário do Ensino Secundário em Espanha, com o objetivo de identificar domínios de transversalidade com a matemática, para o desenho de situações de aprendizagem cujo eixo estruturador seja a argumentação. Na fase experimental, Docentes de matemática do ensino secundário em Formação Inicial (DFI) concebem situações de aprendizagem em domínios transversais baseadas na argumentação. Por fim, estas propostas são analisadas para determinar como conectam diferentes áreas do conhecimento e compreender sobre que dimensões da idoneidade didática se centram as argumentações presentes nas propostas.

**Palabras clave:** Argumentación, Enfoque ontossemiótico, docentes de matemática em formación inicial, currículo, situación de aprendizagem

## Résumé

Selon l'Approche onto-sémiotique de la connaissance et de l'instruction mathématique (AOS), les *arguments* sont des objets mathématiques primaires, composés d'énoncés qui permettent de valider ou d'expliquer des propositions et des procédures. Les énoncés mathématiques sont classés en fonction d'un syllogisme, mais l'argumentation n'est pas exclusive aux processus mathématiques, et apparaît aussi dans d'autres domaines de connaissance du programme de l'enseignement. Dans ce travail, on analyse la présence et l'utilisation des notions *d'argumentation* dans le programme d'enseignement obligatoire et préuniversitaire secondaire en Espagne, dans le but d'identifier des domaines transversaux avec les mathématiques, pour la conception de situations d'apprentissage qui ont comme axe principal *l'argumentation*. Dans la phase expérimentale, Enseignants de mathématiques en Formation Initiale (EFI) conçoivent situations d'apprentissage potentielles en domaines transversales basés sur la notion d'argumentation. Finalement, les designs sont analysés afin de déterminer quels domaines sont transversaux. En plus, ils permettent d'identifier sur quelles dimensions d'*adéquation didactique* se disposent les notions d'argumentation de la situation d'apprentissage.

**Mots-clés :** Argumentation, Approche onto-sémiotique, Enseignants de mathématique en formation initiale, Programme, Situation d'apprentissage.

## **Carácter transversal de la argumentación en el currículum de matemáticas**

En el marco del Enfoque ontosemiótico (EOS), los *argumentos* son enunciados que tienen por objetivo explicar, comprobar, justificar o validar proposiciones o procedimientos (Godino, 2024; Godino et al, 2016). Se consideran *objetos matemáticos primarios*, y junto con el lenguaje, los conceptos, los procedimientos, las proposiciones y las situaciones, permiten gestionar la práctica operativa, discursiva y regulativa en matemáticas. Se recurre a ellos en función de su utilidad e interés en un contexto, para la resolución de un problema o para el análisis de una situación, sin que se requiera para ello de un análisis epistemológico de su naturaleza.

Si bien los argumentos se clasifican, de manera general, en *inductivos* y *deductivos*, los contextos de uso de la argumentación en situaciones de enseñanza y aprendizaje exceden en la práctica esta clasificación. Prueba de ello es la consideración de argumentos de tipo *abductivo*, *analógico* o *metafórico* en investigaciones en didáctica de la matemática (Manrique & Soler-Álvarez, 2014; Molina, Font & Pino-Fan, 2019; Rondero & Font, 2015). Autores como Viana & Almouloud (2013) destacan la importancia de involucrar a los estudiantes en procesos de argumentación que cumplan con las normas de las matemáticas desde edades tempranas. Estos mismos autores privilegian el medio material GeoGebra (software de geometría dinámica) como herramienta que facilita procesos comunicativos y argumentales.

En efecto, la elección del medio material influye en los usos de la argumentación. Por ejemplo, la argumentación mediante *software de geometría dinámica* excede el carácter inductivo del análisis de ejemplos particulares de una propiedad matemática, dado que permite mostrar infinidad de ejemplos en un breve espacio de tiempo, y la ausencia de contraejemplos durante la manipulación del modelo dinámico es para el estudiante prueba suficiente de la veracidad de una propiedad (Lasa & Wilhelmi, 2013). A esto hay que añadir la progresiva introducción de desarrollos en *demonstración automática de teoremas*, que permite demostrar una proposición si se cumple para un número finito de casos (Botana et al., 2015).

Estos esquemas de argumentación dan como resultado *configuraciones didácticas dialógicas*, en las que el docente da encaje a la argumentación del estudiante dentro de una *teoría implícita de referencia* (Lasa, Wilhelmi & Abaurrea, 2017). Así, a pesar de que una propiedad se verifica para un número reducido de casos (aquellos casos que se han exemplificado en el aula), la argumentación no es meramente inductiva y se apoya en una *teoría implícita* que apoya la argumentación, según el siguiente silogismo:

$$A \subset B, \forall x \in A, P(x) \rightarrow \forall x \in B, P(x)$$

El uso de la argumentación en situaciones de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas se debe ajustar, asimismo, al uso que se hace de él dentro de la norma institucional en vigor (GN, 2022a, 2022b). En este sentido, se deben buscar metodologías basadas en la argumentación colectiva que permitan, además de impartir conocimiento matemático, desarrollar habilidades de indagación, argumentación y razonamiento (Coelho & Alvarenga, 2024). En el contexto de un currículum educativo se da, como circunstancia adicional, que la *argumentación* se explicita en los ámbitos de ciencias puras, experimentales, humanas, sociales y artísticas. En estos casos, una situación de aprendizaje transversal a dos ámbitos, deberá tener en cuenta los significados institucionales de la argumentación en ambos campos disciplinares.

El primer objetivo de este trabajo consiste, pues, en analizar la presencia de las nociones ligadas a la *argumentación* en el currículum obligatorio y preuniversitario de la Educación Secundaria (GN, 2022a, 2022b). Se pretende con ello comparar los *significados institucionales* de la argumentación en distintas materias, para identificar ámbitos de transversalidad con las matemáticas. Con ello, se facilita el diseño de situaciones de aprendizaje con un componente matemático ligado otros contenidos extramatemáticos. Se quiere que el eje vertebrador de la transversalidad lo constituya la noción misma de *argumentación*, con independencia de los contenidos curriculares tratados.

El segundo objetivo está ligado a la fase experimental, en la cual se solicita a Docentes de matemáticas de secundaria en Formación Inicial (DFI) el diseño de una situación de aprendizaje transversal basada en la argumentación. Con ello, se quiere conocer qué faceta de la idoneidad didáctica (Godino, 2024) evocan mayoritariamente los DFI en las argumentaciones que emergen de la articulación de una situación de aprendizaje de carácter transversal.

El EOS determina seis facetas para valorar la idoneidad didáctica de los procesos educativos-instruccionales: *epistémica* (conocimiento y articulación del sistema de significados institucionales del contenido matemático), *ecológica* (adecuación de una acción formativa para aprender matemáticas en un entorno determinado), *mediacional* (disposición de recursos adecuados para el desarrollo óptimo del proceso de enseñanza-aprendizaje), *interaccional* (patrones de interacción para desarrollar competencias de comunicación y favorecer la autonomía en el aprendizaje), *cognitiva* (adecuación de los objetivos de aprendizajes para que sean alcanzables para el alumnado y concordancia entre los significados personales logrados y los institucionales planificados), y *afectiva* (implicación, interés, motivación, autoestima y disposición del estudiantado). De esta manera, se pretende identificar a qué faceta recurren los DFI en el diseño de sus propuestas transversales basadas en la argumentación.

## **La argumentación en el currículum de secundaria**

En el currículum (GN, 2022a, 2022b), las nociones de *argumentación* y *razonamiento* aparecen tanto en ámbitos científicos y tecnológicos, catalogados dentro de las siglas STEM (tabla 1), como en ámbitos humanísticos (lengua y literatura), sociales (geografía e historia) y artísticos (artes plásticas y musicales).

Los descriptores STEM determinan aquellas competencias en ciencia y tecnología que el estudiante debe adquirir al finalizar cada una de las etapas educativas. A la Educación Básica, compuesta en España<sup>3</sup> por la etapa de Educación Primaria (7-12 años) y Educación Secundaria Obligatoria (13-16), le sigue la etapa preuniversitaria de Bachillerato (17-18). Entre ellos destaca el razonamiento matemático en contextos de resolución de problemas. El primer descriptor explicita que, al finalizar la etapa obligatoria, todo estudiante debe “[utilizar] métodos *inductivos* y *deductivos*” (GN, 2022a, p. 27) en diferentes contextos de situaciones conocidas. Al finalizar la etapa preuniversitaria, el descriptor evoluciona, y el alumnado deberá no solo utilizar estos métodos, si no “seleccionar” el más apropiado en cada caso (GN, 2022b, p. 21).

En el ámbito de Biología y Geología, la noción de *argumentación* aparece ligada a la aplicación del método científico en la planificación y desarrollo de proyectos de investigación. En otros casos, se relaciona con la resolución de problemas y el pensamiento computacional. Por ejemplo, en la competencia específica (CE) 4 se explicita que todo estudiante deberá:

Utilizar el razonamiento y el pensamiento computacional, analizando críticamente las respuestas y soluciones y reformulando el procedimiento, si fuera necesario, para resolver problemas o dar explicación a procesos de la vida cotidiana relacionados con la biología y la geología. (GN, 2022a, p. 35).

En este sentido, la argumentación se debe basar en datos científicos y debe facilitar la toma de decisiones coherentes. Además, las interacciones comunicativas deben ser constructivas, respetuosas y flexibles. Se contempla el uso del *pensamiento computacional* en contextos de resolución de problemas, el uso del *razonamiento lógico* y de las matemáticas para la generación de modelos matemáticos que validen el carácter empírico de la biología y la geología, o el empleo de mecanismos para la protección ante la pseudociencia. En la evaluación

---

<sup>3</sup> El sistema educativo en España contempla que es competencia de las Comunidades Autónomas el diseño y la adecuación del currículo educativo a su entorno de aplicación. En este sentido, el currículo estatal se ajusta a la realidad territorial de cada comunidad, las cuales pueden tener, por ejemplo, lenguas oficiales propias además del castellano. Este ajuste se realiza mediante una concreción de las competencias específicas, de los criterios de evaluación y de los saberes básicos. Es por ello que en este trabajo se toman como referencia los Decretos Forales de aplicación en la Comunidad Foral de Navarra, comunidad que disfruta de un amplio margen de autogobierno.

de estas competencias se explicita la aplicación por parte del estudiante de los principios básicos de la biología y de la geología, en un contexto que deberá ser necesariamente guiado por el docente.

En las diferentes materias de Biología y Geología en Bachillerato, la presencia de la argumentación se mantiene en contextos similares, pero el carácter guiado de la investigación da paso a contextos de investigación potencialmente transversales que implican “plantear o resolver cuestiones, localizar y utilizar fuentes de información rigurosa, contrastar y justificar datos y sacar conclusiones” (GN, 2022b, p. 38). Los contextos de aplicación de nociones de biología, geología y ciencias ambientales se aproximan a problemáticas reales y actuales de medio ambiente (consumo, aprovechamiento responsable, etc.), en los cuales la argumentación sobre ejemplos concretos debe permitir la obtención de conclusiones objetivas.

En el ámbito de la Física y de la Química, toda *argumentación* se debe sustentar sobre el acatamiento de las normas de comunicación (IUPAC, etc.) y de los acuerdos internacionales (entorno social, medio ambiente, etc.) adoptados por la comunidad científica, las cuales tienen vocación universal e interdisciplinar. Así, por ejemplo, la CE2 indica que se debe:

Expresar las observaciones realizadas por el alumnado en forma de preguntas, formulando hipótesis para explicarlas y demostrando dichas hipótesis a través de la experimentación científica, la indagación y la búsqueda de evidencias, para desarrollar los razonamientos propios del pensamiento científico y mejorar las destrezas en el uso de las metodologías científicas. (GN, 2022a, p. 92).

La evaluación de estas competencias mide de qué manera se argumenta la aplicación y la comunicación de estas leyes, teorías y principios, en contraposición a la pseudociencia. La argumentación tiene también carácter de contenido o saber básico (SB) dentro del diseño de experimentos y proyectos de investigación, en temas como la energía o la dinámica (GN, 2022a, pp. 96-97). En estos casos, el razonamiento lógico-matemático debe permitir la validación del carácter experimental e indagatorio propios del método científico.

En las diferentes materias de Física y Química en Bachillerato, el razonamiento lógico-matemático adquiere carácter de *técnica*, al mismo nivel que el trabajo experimental, la indagación o la búsqueda de evidencias. El razonamiento científico debe permitir “la formación de pensamiento de orden superior” que permita la comprensión de leyes y teorías científicas (GN, 2022b, p. 150).

En matemáticas, las nociones de *argumentación* y *razonamiento* tienen una presencia importante desde el mismo preámbulo del currículum, en el que se detalla que “el razonamiento, la argumentación, la modelización, el conocimiento del espacio y del tiempo, la toma de

decisiones, la previsión y control de la incertidumbre o el uso correcto de la tecnología digital son características de las matemáticas” (GN, 2022a, p. 184).

Se aborda la formulación de conjeturas, pero también el establecimiento de conexiones intra y extra matemáticos, entre elementos matemáticos y con otras materias. El razonamiento y la argumentación permiten la generación de nuevo conocimiento en contextos de comprobación de conjeturas (CE3, p. 187), de reformulación de nuevas conjeturas, o de resolución de problemas (CE1, p. 185). Se explicita en términos de *pensamiento analítico, demostración, o reflexión*. Como contenido (SB), aparece vinculado al *sentido numérico* y al *sentido espacial* en contextos de proporcionalidad o de visualización y modelización geométrica (GN, 2022a, p. 193).

En las diferentes materias de Matemáticas en Bachillerato, las nociones de razonamiento y argumentación continúan ligadas a la modelización, al pensamiento computacional y la resolución de problemas. El proceso de razonamiento y prueba se relaciona también con la determinación de nociones o saberes matemáticos de manera que el razonamiento y la argumentación deben servir también al propósito de “dar significado y estructurar el aprendizaje matemático” (GN, 2022b, p. 314), con el apoyo de herramientas digitales. Aparece la noción de creatividad, ligado a procesos de *razonamiento y prueba*. El razonamiento lógico aparece como contenido (SB), dentro de los sentidos espacial y algebraico: “Visualización, razonamiento y modelización geométrica [...] Comparación de algoritmos alternativos para el mismo problema, mediante el razonamiento lógico” (GN, 2022b, p. 319).

El currículum establece también un ámbito científico integrado para ciclos formativos de grado básico, denominado Ciencias Aplicadas. Se emplea aquí la *argumentación* en contextos de adopción de hábitos saludables, en la interpretación y modelización en términos científicos de problemas y situaciones de la vida cotidiana y laboral, en la resolución de problemas, y en retos de carácter global. Se explicita en razonamientos *inductivo* y *deductivo*, y en términos de *pensamiento computacional* (automatización, pensamiento algorítmico, descomposición en partes, etc.). La evaluación de dichas competencias se realiza mediante la aplicación razonada del método científico, para explicar fenómenos o realizar predicciones. Se argumenta asimismo sobre los resultados obtenidos en proyectos de investigación, mediante herramientas matemáticas y tecnológicas.

El ámbito de Ciencias Generales existe también en Bachillerato, donde se contempla el razonamiento como “herramienta esencial en la investigación científica” y, junto con él, el “razonamiento lógico-matemático” (GN, 2022b, pp. 54-57).

En el Dibujo Técnico, así como en el diseño aplicado a las artes plásticas, el currículum contempla la argumentación en la resolución de problemas que requieran el empleo de la visión espacial, mediante procedimientos precisos, claros y limpios en su ejecución, si bien se contempla asimismo el uso de software para asistir el diseño por ordenador, es decir, “resolver problemas gráfico-matemáticos aplicando razonamientos inductivos, deductivos y lógicos” (GN, 2022b, p. 83).

Tabla 1.

*Presencia de la argumentación en ámbitos STEM (GN, 2022a, 2022b)*

Disciplina	PRE	CE	CEV	SB
Descriptores STEM	2	2	0	0
Biología, Geología y Ciencias ambientales	1	16	20	1
Física y Química	1	6	14	6
Matemáticas, Matemáticas generales y Matemáticas aplicadas a las ciencias sociales	7	18	17	6
Ciencias aplicadas y Ciencias generales	0	6	5	4
Dibujo técnico, Dibujo técnico aplicado a las artes plásticas y al diseño	3	5	6	1
Tecnología e ingeniería	0	0	2	0

PRE: Preámbulo; CE: Competencias específicas; CEV: Criterios de evaluación; SB: Saberes básicos.

Las nociones de argumentación y razonamiento aparecen asimismo en las materias de ciencias humanas, sociales y artísticas (tabla 2). Al igual que los descriptores STEM, existen en el currículum descriptores específicos para determinar el nivel de competencia lingüística que un estudiante debe adquirir al terminar la etapa obligatoria de escolaridad.

En el currículum obligatorio de la Educación Secundaria, las disciplinas de lengua y literatura comparten competencias específicas de comunicación y lectura. En el caso de comunidades con más de una lengua oficial, el estudio de lenguas contempla la lengua del estado (castellana), la lengua de la comunidad (en el caso de la Comunidad Foral de Navarra, el euskera), y las lenguas extranjeras (el inglés, y en su caso, también el francés). En todos los casos, se promueve el estudio sistemático de la lengua, su uso en una variedad de contextos, la producción de textos orales y escritos, o la adquisición de estrategias para redactar argumentaciones sencillas. De esta manera, mediante la CE9, el aprendizaje de la lengua busca la mejora en la capacidad de razonamiento y de argumentación:

Movilizar el conocimiento sobre la estructura de la lengua y sus usos y reflexionar de manera progresivamente autónoma sobre las elecciones lingüísticas y discursivas, con

la terminología adecuada, para desarrollar la conciencia lingüística, para aumentar el repertorio comunicativo y para mejorar las destrezas tanto de producción oral y escrita como de comprensión e interpretación crítica. (GN, 2022a, p. 140)

La evaluación también contempla la argumentación dentro de sus criterios. En particular, el alumnado deberá explicar y argumentar la interpretación de obra leídas, expresar oralmente textos sencillos con el fin de argumentar e informar, y también, dentro de una dimensión metalingüística, “comparar y argumentar las semejanzas y diferencias entre distintas lenguas” (GN, 2022a, p. 164). De manera más general, el alumnado debe “explicar y argumentar la interrelación entre el propósito comunicativo y las elecciones lingüísticas de la persona emisora, así como sus efectos en el receptor, utilizando el conocimiento explícito de la lengua y un metalenguaje específico” (GN, 2022a, p. 141).

En Bachillerato, se profundiza en los aspectos de la argumentación ligados a la redacción de textos escritos y a la justificación oral de opiniones, dando especial importancia a los aspectos de mediación, con una extensión y complejidad creciente. Por ejemplo, la CE2 estipula que se deberá: “Producir textos originales [...] para expresar ideas y argumentos de forma creativa, adecuada y coherente, de acuerdo con propósitos comunicativos concretos” (GN, 2022b, p. 261).

La lectura argumental se aleja del mero entretenimiento, y quiere dar un paso hacia un corpus de lectura autónoma, que fomente también la deliberación oral argumentada, sobre todo, en lo relativo a obras pertenecientes a la literatura universal. Se busca, asimismo, “combatir de manera argumentada prejuicios y estereotipos lingüísticos” (GN, 2022b, p. 246) entre variedades dialectales y lenguas.

Dentro del estudio de lenguas clásicas, el estudio del latín también favorece el razonamiento y la argumentación. En este sentido, la CE4 determina que “la traducción [...] favorece la memoria y potencia los hábitos de disciplina en el estudio para promover una capacidad ágil de razonamiento y aprendizaje” (GN, 2022a, p. 127). En Bachillerato, el estudio del latín y del griego se centra en la interpretación razonada de textos originales o adaptados, y la traducción sigue siendo la herramienta mediante la cual se favorece el “razonamiento lógico” y la “capacidad de análisis y síntesis” (GN, 2022b, p. 189).

En Filosofía, se requiere el uso y la identificación de argumentos dentro de la práctica del diálogo, así como un dominio consciente de los procedimientos de la argumentación. Se trata, pues, de una competencia transversal que requiere además de honestidad. En este sentido, se requiere (CE3):

Usar y valorar adecuadamente argumentos y estructuras argumentales, a partir de su análisis tanto formal como informal, para producir y apreciar distintos tipos de discursos de forma rigurosa, y evitar modos dogmáticos, falaces y sesgados de sostener opiniones e hipótesis. (GN, 2022b, p. 134).

Siguiendo con las disciplinas de humanidades, la materia de Geografía e Historia emplea la argumentación, junto con la indagación, como herramienta para la creación de productos que permitan desarrollar el pensamiento crítico. La evaluación de dicha competencia se aplica a temas y acontecimientos de actualidad, dando especial importancia a la utilización de fuentes de información fidedignas como pruebas históricas, sobre los cuales se debe argumentar. En particular, la argumentación se debe enfocar a cuestiones sociales de vital importancia, como la igualdad real entre hombres y mujeres, en contra de cualquier actitud de discriminación, o en la necesidad de preservar el medio ambiente:

Argumentar la necesidad de acciones de defensa, protección, conservación y mejora del entorno (natural, rural y urbano) a través de propuestas e iniciativas que reflejen compromisos y conductas en favor de la sostenibilidad y del reparto justo y solidario de los recursos. (GN, 2022a, p. 113)

Siguiendo con las disciplinas de tipo social, encontramos referencias a la argumentación en la Educación en valores cívicos y éticos, como contenido propio (SB, B.1.) del ámbito de la sociedad, la justicia y la democracia. En él, se citan “las virtudes del diálogo y las normas de argumentación” (GN, 2022a, p. 83), como instrumento para la resolución pacífica de conflictos y para desarrollar la empatía con las demás personas. Se cita asimismo en la CE1, en la Formación y orientación personal y profesional:

[...] Parece necesario que el alumnado conozca, por un lado, los hallazgos neurocientíficos que permiten entender los procesos de razonamiento, toma de decisiones y resolución de problemas [...] Es necesario conocer el impacto de las emociones en los procesos de motivación, razonamiento, aprendizaje y conducta [...]. (GN, 2022a, p. 102).

En Bachillerato, la disciplina se diversifica en varias materias, las cuales siguen manteniendo el foco puesto en la argumentación basada en datos fiables, accesibles y contrastados. En el estudio de la Geografía, se busca el rigor en las justificaciones y la aplicación del método científico, en la descripción de fenómenos sociales como la distribución de la riqueza, medioambientales como los estilos de vida sostenibles, y socio-laborales, para diagnosticar problemas y dar soluciones razonadas.

Así, por ejemplo, la CE4 estipula que: “Las **TIC** deben desplegar su potencial para lograrlo, mediante el uso de mapas interactivos y recursos que faciliten argumentos para

justificar la extensión de cada fenómeno” (GN, 2022b, p. 168). Ocurre otro tanto en las materias relativas a Historia nacional y contemporánea, donde se encuentran criterios de evaluación (CEV), tales como la 7.1, según la cual el alumnado deberá “generar opiniones argumentadas, debatir y transferir ideas y conocimientos sobre la función que han desempeñado el pensamiento y las ideologías en la transformación de la realidad [basado en documentos]” (GN, 2022b, p. 232).

De manera similar aparecen las nociones relativas a la argumentación en las materias de Historia de la Filosofía, Historia de la Música y de la Danza, o Historia del Arte, en los que mismamente debe valorar y argumentar sobre obras artísticas, favoreciendo en este caso metodologías dialógicas. En particular, además de la elaboración de comentarios históricos y artísticos razonados sobre obras, el alumnado debe “elaborar argumentos propios acerca de la noción de belleza, comparando cánones y obras de diversos tipos” (GN, 2022b, p. 222).

Finalmente, las referencias a la argumentación aparecen también en las disciplinas artísticas. Por ejemplo, en la Educación plástica, visual y audiovisual, el CEV3.2 para tercer curso explicita que el alumnado debe:

Argumentar el disfrute producido por la recepción del arte en todas sus formas y vertientes, tanto como testimonio individual y social, o formulación creativa de las respuestas que en cada época se han dado a las preguntas universales que se plantea el ser humano, compartiendo con respeto impresiones y emociones y expresando la opinión personal de forma abierta. (GN, 2022a, p. 72).

En las disciplinas artísticas, la argumentación se basa siempre en la búsqueda de información en fuentes fundamentadas y fiables, y toda argumentación se debe basar en la utilización de la terminología propia de la disciplina. Por ejemplo, en Análisis Musical, el CEV3.3 indica que el alumnado deberá: “justificar la opinión propia sobre las obras analizadas, investigando y seleccionando la información más pertinente a partir de medios analógicos y digitales” (GN, 2022b, p. 28).

Se encuentran entradas similares en las disciplinas de Artes Escénicas (identificación argumentada del público-objetivo de una obra determinada), Coro y Técnicas Vocales (análisis razonado de piezas vocales), Cultura Audiovisual (argumentaciones basadas en criterios estéticos) o Fundamentos Artísticos (construcción de un discurso argumentado). La materia de Dibujo Artístico da un paso más allá, y en su CEV1.3. determina que el alumnado deberá “defender la importancia de la libertad de expresión para la pluralidad cultural y artística, a través de un discurso razonado y argumentado de forma activa, comprometida y respetuosa” (GN, 2022b, p. 75).

Tabla 2.

*Presencia de la argumentación en ámbitos humanos, sociales y artísticos (GN, 2022a, 2022b)*

Disciplina	PRE	CE	CEV	SB
Lengua y literatura (castellana, euskera y extranjera; literatura dramática, universal)	4	6	30	15
Lenguas clásicas (latín, griego)	2	2	5	2
Filosofía	1	5	4	2
Geografía e Historia (Geografía, Historia, Historia de España, Historia de la filosofía, Historia de la música y de la danza, Historia del arte, Historia del mundo contemporáneo.)	4	17	13	0
Economía, Empresa y diseño de modelos de negocio	1	2	3	1
Disciplinas artísticas (Análisis musical, Artes escénicas, Coro y técnica vocal, Cultura audiovisual, Dibujo artístico, Proyectos artísticos, Movimientos culturales y artísticos, Técnicas de expresión gráfico-práctica, Volumen)	4	7	28	0

PRE: Preámbulo; CE: Competencias específicas; CEV: Criterios de evaluación; SB: Saberes básicos.

### Diseño de situaciones de aprendizaje potenciales: experimentación y resultados

Una vez realizado el análisis del currículum vigente mediante el prisma de la transversalidad argumental, se solicita a DFI que cursan el Máster de Profesorado de Secundaria el diseño de situaciones de aprendizaje potenciales que vinculen la materia de Matemáticas con otra materia de Educación Secundaria. El nexo de unión entre ambas materias deberá ser la *argumentación*. La muestra la forman un total de 11 DFI que previamente han cursado Grados científico-tecnológicos en Matemáticas, Ciencias o Ingeniería (tabla 3). A continuación, las situaciones de aprendizaje propuestas por estos DFI se analizan mediante una metodología analítica basada en la observación y examen de dichas situaciones, cuya discusión se centra en la ubicación de las nociones de argumentación como nexo de transversalidad curricular.

Tabla 3.

*Materias transversales y argumentación en la experimentación*

Etapa	Materia transversal a matemáticas	Autores
Educación Secundaria Obligatoria	Biología y Geología	DFI1
Educación Secundaria Obligatoria	Física y Química	DFI2
Educación Secundaria Obligatoria	Geografía e Historia	DFI3, DFI4, DFI5
Educación Secundaria Obligatoria	Música	DFI6
Bachillerato	Lengua y Literatura	DFI7, DFI8
Bachillerato de Ciencias	Biología	DFI9

Bachillerato de Ciencias	Dibujo Técnico	DFI10
Bachillerato de Ciencias Sociales	Economía, Historia del Mundo	DFI11

En la muestra, 6 DFI se decantan por desarrollar una propuesta para la etapa obligatoria (2 propuestas en Ciencias, 3 en Ciencias Sociales, y 1 en Artes). Otras 5 propuestas se enfocan al Bachillerato (2 propuestas Humanísticas, 1 en Ciencias, 1 de tipo Técnico, y 1 de Ciencias Sociales). Existen pues 3 propuestas que buscan relacionar el currículum de matemáticas con otras ciencias naturales y experimentales, tanto en la etapa obligatoria como en la etapa preuniversitaria (tabla 4).

Tabla 4.

*Transversalidad de matemáticas con ciencias naturales y experimentales*

Materia	CE	CEV	SB
Matemáticas	1, 2, 3, 6, 7 y 8	1.1, 2.1, 2.2, 3.1, 6.1, 6.2, 6.3, 8.1, 8.2	A3, B2, B2.1, C1.1, C3, C3.2, C3.3, C4, D2, D2.1, D2.2, D3.1, D3.2, D4, D4.1, D4.2, D4.3, D5.1, D5.2, F1.1, F1.3
Biología y Geología	1 y 4	---	(Fases del diseño de un experimento científico)
Física y Química	1, 2, 3, 5 y 6	1.1, 1.2, 2.1, 2.2, 3.1, 5.1, 6.1	D1, D2, D3, D4.
Dibujo Técnico	1, 2 y 4	1.1, 2.1, 2.3, 4.2	A1, A5, A7

CE: Competencias específicas; CEV: Criterios de evaluación; SB: Saberes básicos.

En la primera de ellas (DFI1) se plantea una situación de aprendizaje para la búsqueda de patrones en la naturaleza (por ejemplo, en paneles de abejas, en pipas de girasol, en conchas de nautilus o en la filotaxis de hojas en plantas), enfocado a la Educación Secundaria Obligatoria. Mediante un proyecto basado en la indagación, se relacionan el sentido numérico (operaciones en situaciones contextualizadas), geométrico y algebraico (búsqueda de patrones en la naturaleza). La argumentación permite, en este caso, observar que dichos patrones matemáticos en la naturaleza no son aleatorios, sino que responden a principios de *eficiencia* y *optimización* biológica. Cada estructura sigue unas reglas matemáticas que permiten a los elementos de la naturaleza *maximizar* recursos, crecer de manera *óptima* y garantizar su *supervivencia*. Las nociones de *razonamiento* y *argumentación* permiten la comprensión rigurosa del proceso de experimentación científica.

La segunda propuesta de situación de aprendizaje (DFI9) se centra asimismo en la búsqueda de patrones matemáticos en contextos biológicos, pero avanza a la etapa de Bachillerato. Las características de la etapa permiten centrar la actividad en aspectos de modelización empleando nociones algebraicas y funcionales, mediante instrumentos digitales.

Se tratan de esta manera nociones de virología y epidemiología, tales como: la propagación, las curvas de infectados o las medidas de contención.

La tercera propuesta de ámbito científico (DFI2) consiste en una situación de aprendizaje para el estudio de los *loopings* de las montañas rusas en los parques de atracciones. El desarrollo se basa una vez más en un proceso de indagación, que parte de la evolución histórica de los loopings, la comparación de diversos modelos y sus propiedades físicas. La experimentación mediante el método científico pasa por el uso de maquetas, canicas y cronómetros, la modelización mediante software, la modelización mediante expresiones funcionales y algebraicas y su significado físico, con el objetivo de argumentar qué modelo es mejor y por qué.

Existe una cuarta propuesta de tipo técnico (DFI10) enfocado a una situación de aprendizaje transversal entre Matemáticas y Dibujo Técnico, en la etapa obligatoria. En ella, se plantea una secuencia de aprendizaje de las transformaciones isométricas y las teselaciones del plano. Se parte de ejemplos particulares de la vida cotidiana, como baldosas, tejados o mosaicos, y se trabaja la resolución de problemas gráfico-matemáticos mediante procedimientos *inductivos* (propiedades que emergen de casos concretos en patrones arquitectónicos que se repiten, búsqueda de reglas, construcción de categorías, etc.) y *deductivos* (composición y descomposición de teselas complejas a partir de una regla ya validada). Durante todo el proceso, se da especial importancia a la precisión en el dibujo técnico.

Se identifican 2 propuestas que buscan relacionar el currículum de matemáticas con disciplinas humanísticas, en el bloque genérico de la etapa preuniversitaria relativo a lenguas y literatura. Ambas situaciones de aprendizaje se pueden aplicar indistintamente en las lenguas vehiculares *euskera* o *castellano*.

La primera propuesta de situación de aprendizaje (DFI7) enlaza la discusión de un sistema de ecuaciones con la redacción y el análisis de un texto que explique y ejemplifique el modelo algebraico a resolver. Cada estudiante redacta un texto individual, y a continuación este texto será objeto de estudio para analizar su estructura y coherencia. El objetivo final de la situación de aprendizaje consiste en elaborar criterios de clasificación de textos, que permitan distinguir en qué sistemas de ecuaciones que se describen en éstos habrá una única solución, varias soluciones o ninguna solución.

La segunda propuesta transversal a las ciencias humanas (DFI8) se centra en el análisis lógico del lenguaje, para distinguir argumentos lógicamente correctos de falacias argumentales (formales y no formales). Se trabajan tópicos matemáticos desde el punto de vista de la

construcción del lenguaje, en grupos reducidos y con momentos de micro-institucionalización de contenidos (Brousseau, 1998).

Tabla 5.

*Transversalidad de matemáticas con ciencias humanas*

Materia	CE	CEV	SB
Matemáticas	1, 2, 3, 8 y 9	1.1, 1.2, 3.1, 8.1, 9.1, 9.2, 9.3	A1.1, A1.2, C1.1, C3.2, C3.3, D1.1, D2.2, D2.3, D3.2, D5.1, F1.1, F1.2, F3.1
Lengua y literatura	2, 3, 5, 8 y 10	3.1, 3.2, 5.1, 5.2, 10.2	B1.1, B2.1, B2.2, B3.1, B3.3, B3.4, B3.5, B3.6, B4.2, B4.3, B4.4, B4.5, B4.6

CE: Competencias específicas; CEV: Criterios de evaluación; SB: Saberes básicos.

Se identifican 4 propuestas de situación de aprendizaje que buscan relacionar el currículum de matemáticas con diversas ciencias sociales, tanto en la etapa obligatoria como en la etapa preuniversitaria.

Las primeras 3 propuestas se centran en la etapa obligatoria, y tratan cuestiones de historia antigua o demografía. La primera propuesta (DFI3) aborda la argumentación desde el punto de vista de la historia antigua, y traslada la actividad matemática al estudio del antiguo Egipto. El alumnado debe resolver tareas numéricas y geométricas argumentando la utilización de los instrumentos tecnológicos de la época. Las propuestas segunda y tercera (DFI4, DFI5) se centran, respectivamente, en la lectura de gráficos de pirámides de población y en la evolución de la población mundial. En ambos casos, la argumentación aparece ligada tanto a la elaboración de gráficos mediante fuentes de información fidedignas, como a procesos de debate en la interpretación de dichos gráficos.

La cuarta propuesta del ámbito de las ciencias sociales (DFI11) describe una situación de aprendizaje que tiene por objetivo el análisis de la distribución de la riqueza en el mundo. Se emplea la argumentación para validar la solidez de las soluciones que se aportan a dicho problema, en términos de equidad o mediante la defensa de iniciativas eco-socialmente responsables. Los estudiantes deben argumentar sus elecciones con base en aspectos económicos, sociales y medioambientales, utilizando el significado matemático de los principales índices o indicadores económicos (PIB, PIB per cápita, Índice de Gini, etc.). La transversalidad con la materia de historia facilita, asimismo, hallar indicios documentados del origen histórico de dichas desigualdades, fomentando con ello el pensamiento crítico.

Tabla 6.

*Transversalidad de matemáticas con ciencias sociales*

<b>Materia</b>	<b>CE</b>	<b>CEV</b>	<b>SB</b>
Matemáticas	2, 3, 6 y 7	2.1, 2.2, 3.1, 5.1, 6.2, 7.1, 8.1, 8.2	C5.1, C5.2, D2.4, E1.2, E1.3, E1.4, E2.2., E3.1, E3.2
Geografía e Historia	1, 2, 3, 5 y 8	2.1, 2.2, 2.4, 3.1, 3.4, 3.5, 5.2	A5, A6, B1, B6
Economía	5, 6	5.1, 6.2	C2, C3, E1

CE: Competencias específicas; CEV: Criterios de evaluación; SB: Saberes básicos.

Una última propuesta (DFI6) busca relacionar el currículum de matemáticas con disciplinas artísticas musicales, en la etapa obligatoria. En este caso, la propuesta se centra en contenidos transversales de proporcionalidad. Se observa que la proporcionalidad es un contenido que vertebría tanto los contenidos de matemáticas como los contenidos relativos al sonido en los instrumentos musicales. En los contextos artísticos, la noción de argumentación aparece ligada al “gusto por el sonido”, y en este caso, la argumentación matemática va ligada a la descripción del sonido mediante gráficos funcionales.

Tabla 7.

*Transversalidad de matemáticas con artes*

<b>Materia</b>	<b>CE</b>	<b>CEV</b>	<b>SB</b>
Matemáticas	1, 2 y 8	8.2	A5.3, D5.2, D5.3
Música	---	---	A1, A2, A5, A8, A9

CE: Competencias específicas; CEV: Criterios de evaluación; SB: Saberes básicos.

**Análisis de los resultados**

El currículum de la etapa de Bachillerato (GN, 2022b) establece las asignaturas que los estudiantes deben cursar o pueden elegir en los distintos itinerarios. En el currículum se describen cada una de ellas y, a su vez, se determina qué competencias específicas y qué saberes básicos debe adquirir el alumnado, así como los criterios de evaluación que debe implementar el profesorado para evaluar cada competencia.

De las 44 asignaturas que contempla el currículum (GN, 2022b), 41 mencionan explícitamente la necesidad de *argumentar, razonar o justificar*. Las únicas excepciones son Economía, Emprendimiento y actividad empresarial, Educación física, y Lenguaje y práctica musical, que no incluyen estos aspectos. Las materias en las que estas habilidades se mencionan con mayor frecuencia pertenecen a las ciencias, como Matemáticas, Biología y Geología. Sin

embargo, en Química, Física, y Tecnología e Ingeniería, a pesar de formar parte del ámbito STEM, se mencionan en menor frecuencia. Filosofía y Literatura de las lenguas (castellana y vasca) también requieren ampliamente *argumentar*, *razonar* y *justificar*. En contraste, las materias relacionadas con las Artes y la Economía incluyen estas habilidades en menor medida.

El énfasis en la argumentación se encuentra principalmente en los CEV, más que en las CE y los SB. En algunos casos, las CE no mencionan directamente la argumentación, pero sí lo hacen en su descripción. Por ejemplo, en Biología, la CE3 establece “analizar trabajos de investigación o divulgación relacionados con las ciencias biológicas, comprobando con sentido crítico su veracidad o si han seguido los pasos de los métodos científicos, para evaluar la fiabilidad de sus conclusiones” (GN, 2022b, p. 40).

Sin embargo, en su descripción se señala:

[...] no sólo el pensamiento crítico, sino también las destrezas comunicativas y digitales y el *razonamiento lógico*. [...] preparan al alumnado para el reconocimiento de falacias, bulos e información pseudocientífica y para formarse una opinión propia basada en *razonamientos* y evidencias contribuyendo así positivamente a su integración personal y profesional y a su participación en la sociedad democrática. (GN, 2022b, p. 40).

En Filosofía, la CE2 no menciona en un primer momento la argumentación:

Buscar, gestionar, interpretar, producir y transmitir correctamente información relativa a cuestiones filosóficas a partir del empleo contrastado y seguro de fuentes, el uso y análisis riguroso de las mismas, y el empleo de procedimientos elementales de investigación y comunicación, para desarrollar una actitud indagadora, autónoma, rigurosa y creativa en el ámbito de la reflexión filosófica. (GN, 2022b, p. 134).

Sin embargo, en su descripción se enfatiza que, “el objetivo es que el alumnado, genuinamente movido por preguntas y problemas filosóficos, y una vez obtenida a través de la *argumentación* y del diálogo una comprensión básica e informada de las principales tesis y concepciones filosóficas, prosiga...” (GN, 2022b, p. 134).

De esta manera, cuando se habla de analizar, comprobar con sentido crítico o comunicar reflexiones, se hace referencia implícita a la argumentación.

Además, hay asignaturas en las que la argumentación no se menciona explícitamente en las CE, pero sí en sus CEV. Por ejemplo, en Historia del Mundo Contemporáneo, aunque las CE5, CE6 y CE7 no incluyen la argumentación, algunos de sus CEV sí lo hacen. Por ejemplo:

7.1. Generar *opiniones argumentadas*, debatir y transferir ideas y conocimientos sobre la función que han desempeñado el pensamiento y las ideologías en la transformación de la realidad, desde los orígenes de la Edad Contemporánea hasta la actualidad, comprendiendo y contextualizando dicho fenómeno a través del trabajo sobre textos

históricos e historiográficos y de fuentes literarias, del cine y otros documentos audiovisuales. (GN, 2022b, p. 232).

En estos casos en las CE se habla de valorar críticamente, contrastar, debatir o analizar. Lo mismo ocurre en Literatura Universal, donde no se menciona la argumentación en sus CE, pero sí en cuatro CEV que corresponden a las CE1, CE2 y CE3. Por ejemplo, el CEV1.1 indica:

Explicar y *argumentar* la interpretación de las obras leídas a partir del análisis de las relaciones internas de sus elementos constitutivos con el sentido de la obra y de las relaciones externas del texto con su contexto socio-histórico y con la tradición literaria, utilizando un metalenguaje específico e incorporando juicios de valor vinculados a la apreciación estética de las obras. (GN, 2022b, p. 305).

Esta idea se refleja en la competencia específica de manera implícita mediante la expresión “interpretar y valorar clásicos de la literatura universal” (GN, 2022b, p. 304).

En definitiva, se puede decir que, como primer resultado, las nociones de *razonamiento* y *argumentación* aparecen de manera desigual en los CE, CEV y SB a lo largo del currículum de Bachillerato, en función de cada asignatura o materia.

Ahora bien, esta presencia desigual no limita la potencialidad de la noción como eje vertebrador de situaciones de aprendizaje transversales a otras asignaturas, que aparece en ámbitos ligados a otras materias de ciencia y tecnología, materias de ciencias sociales, materias de ciencias humanas, y disciplinas artísticas.

Las propuestas de situaciones de aprendizaje transversales a otras materias científicas (DFI1, DFI2 y DFI9) se caracterizan por buscar de manera natural una estructura de *proyecto*, que permita articular las fases de un experimento o implementar una metodología por indagación. Las matemáticas aportan en este contexto elementos algebraicos, geométricos y funcionales para la modelización de un proceso biológico o físico. Una expresión frecuente añade el adjetivo “científica” al término “argumentación”, sobre todo en contextos de “formulación entre iguales”. El objetivo de la *argumentación científica entre iguales* consistiría en desarrollar el pensamiento crítico y la capacidad de justificación, siempre en un contexto escolar que requiere *explicar* lo que se está haciendo con *rigor*.

Fuera de los contextos STEM, se encuentran también oportunidades de enlazar la comunicación de los argumentos empleados en contextos humanísticos y sociales, que fortalecen la dimensión interaccional del proceso de estudio. En este sentido, en las propuestas de situaciones de aprendizaje, se constata que los DFI otorgan gran importancia a un argumento escolar en función de su *idoneidad interaccional*. En este sentido, la argumentación se ve como un elemento que favorece el diálogo y la comunicación entre el alumnado, como herramienta

para convencer a iguales y para la búsqueda de consensos, o como estrategia para favorecer la inclusión. En las propuestas de Ciencias Sociales, los procesos de búsqueda de información rigurosa, de elaboración de soportes gráficos y de su comunicación, fomentan asimismo la *idoneidad interaccional* de la situación de aprendizaje.

En particular, la noción de argumentación está ligada a los momentos de *acción* y de *formulación* (Brousseau, 1998) del desarrollo del proyecto o de la tarea a resolver, es decir, a las discusiones en grupo de trabajo de pequeño tamaño, en los cuales el alumnado dará su opinión con mayor frecuencia. Llegado el momento de *comunicar el resultado*, la argumentación sigue teniendo carácter de *formulación*, ahora ligado a la *validación* del argumento (Brousseau, 1998), en una discusión en grupo grande. En este sentido, la argumentación favorece el proceso de construcción de un aprendizaje, fortaleciendo así la *idoneidad cognitiva* del proceso. En tanto que proceso de comunicación escrito, la redacción de textos coherentes que representen un modelo matemático favorece asimismo la construcción estos aprendizajes matemáticos.

En menor medida aparece el adjetivo “válida” junto con el término “argumentación”, expresión que haría referencia al *valor de verdad* del argumento empleado. En sus propuestas de situaciones de aprendizaje, los DFI apenas mencionan la validez de los argumentos matemáticos empleados, o la adecuación de las comprobaciones y de las demostraciones empleadas al nivel educativo. Es en los contextos humanísticos y sociales donde los DFI encuentran oportunidades para dotar de significado a la validez de un argumento. Por ejemplo, en las propuestas DFI7 y DFI8, de ámbito lingüístico e humanístico, aparece el objeto de distinguir entre argumentos verdaderos y falsos, que evoca la *idoneidad epistémica* del argumento, esta vez desde el punto de vista de la utilización del lenguaje.

Los argumentos empleados en contextos de Ciencias Sociales, cuando estos tratan temas sensibles como el reparto de la riqueza, permiten optimizar el proceso de estudio de las matemáticas en contextos que el alumnado siente como propios. En estas propuestas, la actualidad y cercanía de los temas propuestos incorpora elementos de *idoneidad afectiva*. Es en el contexto musical (DFI6) donde de manera más clara aparecen nociones argumentales ligadas al gusto o al placer. En este sentido, la *idoneidad afectiva* de la propuesta es mayor que en las demás propuestas estudiadas. El contexto es propicio para el trabajo del lenguaje de funciones y gráficas, y se respeta el rol vertebrador de la noción de proporcionalidad.

Finalmente, se observa que cuando la propuesta adquiere carácter técnico (DFI10), la noción de *argumentación* se acerca al significado de *procedimiento*. En este sentido, el EOS diferencia entre sus objetos matemáticos primarios los *argumentos* (inductivos, deductivos, o

de otro tipo) de los *procedimientos* (algoritmos o técnicas). Sin embargo, el currículum los trata de igual manera, al otorgar a un procedimiento carácter de “argumento formal y riguroso”.

## Conclusión

El *razonamiento*, la *argumentación* y la *justificación* no siempre se explicitan en las competencias específicas del currículum. Sin embargo, la argumentación sí es fundamental en la evaluación del alumnado en todas las materias, y aparece en mayor medida en los criterios de evaluación del currículum. En este sentido, se revela como un elemento eficaz a la hora de articular conexiones entre diversas materias, un elemento que facilita la transversalidad.

En las situaciones de aprendizaje potenciales propuestas por los DFI, se observa que los significados de la *argumentación* pivotan sobre las dimensiones *cognitiva*, *interaccional* y *epistémica* de la idoneidad didáctica, y superan *en acto* la clasificación de argumentos en inductivos y deductivos:

- *Idoneidad cognitiva*. La formulación de conjeturas iniciales y su desarrollo por indagación, permite la construcción de un argumento que sirva para dar respuesta a las preguntas planteadas en la situación de aprendizaje. Durante este proceso, el alumnado distingue entre argumentos consensuados y no consensuados por el grupo.
- *Idoneidad interaccional*. El proceso de comunicación de un resultado, requiere implícitamente de elementos retóricos para convencer al igual. En este sentido, la argumentación incluye la capacidad expositiva, la participación en debates, o el empleo de soportes digitales para apoyar las explicaciones.
- *Idoneidad epistémica*. Se valora la validez de un argumento en función de su valor de verdad en tanto que silogismo lógico.

Se observa asimismo una interpretación divergente de los términos *argumento* y *procedimiento* en los usos dentro de la teoría en didáctica de las matemáticas y en el currículum oficial. En tanto que *objetos matemáticos primarios*, los argumentos serían aquellos enunciados (inductivos, deductivos o de otro tipo) que sirven para justificar bien una proposición (por ejemplo, un teorema) o un procedimiento (por ejemplo, un algoritmo). Sin embargo, en los ámbitos técnicos del currículum, se determina que un procedimiento “riguroso” que requiera precisión tanto formal como de ejecución práctica tiene carácter de argumento en sí mismo.

La transversalidad con las disciplinas artísticas genera un choque entre la visión de las matemáticas en tanto que herramienta útil en la producción científica, y el placer de hacer matemáticas como un objetivo en sí mismo. Estudios recientes (Albizu, 2024) reivindican

precisamente la importancia de fomentar el placer de hacer matemáticas, en contraposición a la tendencia fomentada por el STEM de enfocar la enseñanza de las matemáticas y de las ciencias desde un punto de vista en cierta manera “productivista”, como elemento que fomenta el progreso, la competitividad o la producción. En este sentido, las propuestas de situaciones de aprendizaje transversales tienen la potencialidad de fomentar la *idoneidad afectiva*, en los aspectos humanos, sociales y artísticos de las matemáticas.

### Agradecimientos

Trabajo realizado dentro del Proyecto de Investigación PJUPNA2025-11907 financiado con fondos públicos del Gobierno de Navarra y de la Universidad Pública de Navarra, con título “La argumentación matemática escolar en la era del software”.

### Referencias

- Albizu, U. (2024). Matematika, hezkuntza eta generoa gurutzatzen diren leku kartografia bat. *Elhuyar*, 356, 76-79.
- Botana, F., Hohenwarter, M., Janicic, P., Kovacs, Z., Petrovic, I., Recio, T., & Weitzhofer, S. (2015). Automated Theorem Proving in GeoGebra: Current Achievements. *Journal of Automated Reasoning*, 55(1), 39-59.
- Brousseau, G. (1998). *Théorie des situations didactiques*. Grenoble : La pensée sauvage, éditions.
- Coelho, F., & Alvarenga, M. A. (2024). A natureza das estruturas globais de argumentação em um contexto de ensino baseado em argumentação coletiva. *Educação Matemática Pesquisa*, 26(1). <https://doi.org/10.23925/1983-3156.2024v26i1p418-448>
- Gobierno de Navarra (GN). (2022a). Decreto Foral 71/2022, de 29 de junio, publicado en el Boletín Oficial de Navarra número 155, de 4 de agosto de 2022, por el que se establece el Currículo de las Enseñanzas de la Etapa de Educación Secundaria Obligatoria en la Comunidad Foral de Navarra.
- Gobierno de Navarra (GN). (2022b). Decreto Foral 72/2022, de 29 de junio, publicado en el Boletín Oficial de Navarra número 170, de 26 de agosto de 2022, por el que se establece el Currículo de las Enseñanzas de la Etapa de Bachillerato en la Comunidad Foral de Navarra.
- Godino, J.D. (2024). *Enfoque ontosemiótico de educación matemática. Fundamentos, herramientas y aplicaciones*. Editorial Aula Magna.
- Godino, J. D., Wilhelmi, M. R., Blanco, T. F., Contreras, A., & Giacomone, B. (2016). Análisis de la actividad matemática mediante dos herramientas teóricas: Registros de representación semiótica y configuración ontosemiótica. *Avances de Investigación en Educación Matemática*, 10, 91-110
- Lasa, A., & Wilhelmi, M.R. (2013). Use of GeoGebra in explorative, illustrative and demonstrative moments. *Revista do Instituto GeoGebra de São Paolo*, 2(1), 52-64.

- Lasa, A., Wilhelmi, M.R., & Abaurrea, J. (2017). El problema de la argumentación: una aproximación desde el EOS. En J.M. Contreras, P. Arteaga, G.R. Cañas, M.M. Gea, B. Giacomone y M.M. López-Martín (Eds.), *Actas del Segundo Congreso International Virtual sobre el Enfoque Ontosemiótico del Conocimiento y la Instrucción Matemáticos*. Disponible en, [www.enfoqueontosemiotico.ugr.es/civeos.html](http://www.enfoqueontosemiotico.ugr.es/civeos.html)
- Manrique, V.H., & Soler-Álvarez, M.N. (2014). El proceso de descubrimiento en la clase de matemáticas: los razonamientos abductivo, inductivo y deductivo. *Enseñanza de las Ciencias*, 32(2), 191-219.
- Molina, O., Font., V., & Pino-Fan, L. (2019). Estructura y dinámica de argumentos analógicos, abductivos y deductivos: un curso de geometría del espacio como contexto de reflexión. *Enseñanza de las Ciencias*, 37(1), 93-116.
- Rondero, C., & Font, V. (2015). Articulación de la complejidad matemática de la media aritmética. *Enseñanza de las Ciencias*, 33(2), 29-49.
- Viana, J. M., & Almouloud, S. A. (2013). O modelo de Toulmin e a análise da prática da argumentação em matemática. *Educação Matemática Pesquisa*, 15(2), 487-512. <https://revistas.pucsp.br/index.php/emp/article/view/14592>.

**Anexo A (Presencia de la argumentación en el currículum obligatorio)**

<b>Disciplinas STEM</b>	<b>Ubicación (GN, 2022a)</b>
Descriptores STEM	Preámbulo
	Descriptor STEM1
Biología y Geología	Competencias específicas 1, 3, 4 y 6 Criterio de evaluación 4.1 (cursos 1, 2 y 4)
Física y Química	Competencia específica 3 Criterios de evaluación: 1.1 (curso 2), 2.1 (cursos 2 y 3), 2.2. (curso 4). Saberes básicos: A.2 (cursos 2 y 3), C.3, D.1
Matemáticas	Preámbulo Competencias específicas 1 y 3 Saberes básicos: C.4
Ciencias aplicadas	Competencias específicas 2 y 7 Criterios de evaluación: 3.1, 3.3 Saberes básicos: I.5
<b>Disciplinas humanas</b>	<b>Ubicación (GN, 2022a)</b>
Lengua y literatura (castellana, euskera, extranjera)	Competencias específicas 2 y 9 Criterios de evaluación: 2.1 (cursos 3 y 4), 5.1 (curso 4), 8.1 (cursos 1, 2, 3 y 4), 9.2 (cursos 2, 3 y 4)
Latín	Competencia específica 4
Geografía e Historia	Competencia específica 2 Criterios de evaluación: 1.2 (cursos 1 y 2), 2.2 (cursos 1 y 2), 4.2. (curso 2), 6.4 (curso 4)
<b>Disciplinas sociales</b>	<b>Ubicación (GN, 2022a)</b>
Educación en valores cívicos y éticos	Saberes básicos: B1
Formación y orientación personal y profesional	Competencia específica 1
<b>Disciplinas artísticas</b>	<b>Ubicación (GN, 2022a)</b>
Educación plástica, visual y audiovisual	Criterio de evaluación 3.2 (Curso 3)

**Anexo B (Presencia de la argumentación en el currículum preuniversitario)**

<b>Disciplinas STEM</b>	<b>Ubicación (GN, 2022b)</b>
Descriptores STEM	Preámbulo Descriptor STEM1
Biología	Preámbulo
Geología	Competencias específicas 1, 2, 3, 4, 5 y 6
Ciencias Ambientales	Criterios de evaluación: 1.2, 1.3, 2.2., 2.3, 3.2, 3.4, 4.1, 4.2, 5.1, 5.2, 6.1 Saberes básicos: C4.
Física y Química	Preámbulo Competencias específicas 1, 2, 4, 5 y 6 Criterios de evaluación: 1.2, 2.1, 2.3, 3.3, 4.2, 5.2, 5.3, 6.1
Matemáticas	Preámbulo
Matemáticas aplicadas a las ciencias sociales	Competencias específicas 1, 2, 3, 5 y 7 Criterios de evaluación: 2.1, 2.2, 3.1, 7.1, 9.2, 9.3
Matemáticas generales	Saberes básicos: A4.1, C1, C3, D5.1, D5.2
Ciencias generales	Preámbulo Competencias específicas 3 y 4 Criterio de evaluación: 4.1 Saberes básicos: A2, A4
Dibujo técnico	Preámbulo
Dibujo técnico aplicado a las artes plásticas y al diseño	Competencia específica 2 Saberes básicos: A7
Tecnología e ingeniería	Criterio de evaluación: 1.3
<b>Disciplinas sociales</b>	<b>Ubicación (GN, 2022b)</b>
Economía	Preámbulo
Empresa y diseño de modelos de negocio	Competencias específicas 4 y 5 Criterio de evaluación: 1.2, 5.3, 6.1 Saberes básicos: D1
Geografía	Competencias específicas 1, 4, 5, 6 y 7 Criterios de evaluación: 1.1, 4.1, 5.1, 6.1, 6.2, 7.1

<b>Disciplinas humanas</b>	<b>Ubicación (GN, 2022b)</b>
Filosofía	Preámbulo Competencias específicas 2, 3, 5, 8 y 9 Criterios de evaluación: 3.1, 3.3, 5.2, 8.1 Saberes básicos: A1.3, B1.2
Lengua y literatura (castellana, euskera, extranjera)	Preámbulo Competencias específicas 2, 7 y 8 Criterios de evaluación: 2.1, 2.2, 3.1, 5.1, 7.1, 7.2, 8.1, 8.2, 9.1, 9.2 Saberes básicos: A4, B3.3, C1.3, C2.5, D4
Literatura dramática, Literatura universal	Preámbulo Criterios de evaluación: 1.1, 2.1, 3.1, 3.2 Saberes básicos: A2.6, A3.6, B4
Griego y Latín	Preámbulo Competencia específica 1 Criterios de evaluación: 1.2, 1.3, 4.2 Saberes básicos: A2.7
Historia de España	Preámbulo Competencias específicas 2 y 5 Criterios de evaluación: 5.2
Historia del mundo contemporáneo	Preámbulo Competencias específicas 2 y 4 Criterios de evaluación: 2.2, 4.2, 5.2, 6.1, 6.2, 7.1 Saberes básicos: A1
Historia de la filosofía	Competencias específicas 2, 3 y 4 Criterios de evaluación: 2.1, 2.2
Historia de la música y de la danza	Preámbulo Competencia específica 5 Criterios de evaluación: 5.2
Historia del arte	Preámbulo Criterios de evaluación: 5.1, 7.1

<b>Disciplinas artísticas</b>	<b>Ubicación (GN, 2022b)</b>
Análisis musical	Competencia específica 3 Criterios de evaluación: 3.1, 3.3
Artes escénicas	Criterios de evaluación: 4.1, 4.2, 5.1
Coro y técnica vocal	Criterio de evaluación: 1.1
Cultura audiovisual	Competencia específica 1 Criterio de evaluación: 1.3, 3.2, 4.1
Dibujo artístico	Competencias específicas 1 y 2 Criterios de evaluación: 1.3, 2.2, 7.1, 9.4
Fundamentos artísticos	Preámbulo Competencia específica 1 Criterios de evaluación: 1.2, 3.1, 7.1
Movimientos culturales y artísticos	Preámbulo Competencia específica 4 Criterios de evaluación: 3.3
Proyectos artísticos	Criterios de evaluación: 1.2, 3.2, 3.3, 4.2, 5.1
Volumen	Competencia específica 2 Criterios de evaluación: 2.2, 4.3, 6.2, 6.4
Diseño	Competencias específicas 5 y 6 Criterios de evaluación: 2.2, 3.2, 4.1
Técnicas de expresión gráfico-plástica	Preámbulo Competencia específica 5 Criterios de evaluación: 3.1, 5.1