

reconocer sus características y relacionarlas con los diferentes períodos de la música o de la danza; la ejecución de fragmentos musicales adaptados o las dramatizaciones; la exposición de las investigaciones realizadas; la elaboración de reseñas; o la reflexión sobre textos musicales a través de comentarios o juicios críticos.

En cualquier caso, se promoverá el uso generalizado de instrumentos de evaluación variados, diversos, accesibles y adaptados a las distintas situaciones de aprendizaje que permitan la valoración objetiva de todo el alumnado garantizándose, asimismo, que las condiciones de realización de los procesos asociados a la evaluación se adapten a las necesidades del alumnado con necesidad específica de apoyo educativo.

A su vez, la evaluación del proceso de enseñanza precisa de una reflexión sobre el desarrollo de las tareas propuestas, a nivel organizativo y de relación con los aprendizajes previstos; con los instrumentos de evaluación utilizados; con los recursos y con los diferentes agrupamientos aplicados en las actividades que formen parte de las situaciones de aprendizaje elaboradas. Además de esta autoevaluación, se puede obtener más información para la mejora de la práctica docente a partir del análisis de las producciones del propio alumnado y los resultados obtenidos, su nivel de motivación hacia el aprendizaje o la adecuación de la comunicación e interacción con el alumnado.

Inteligencia Artificial

Cada vez se hace más evidente que el desarrollo de la sociedad no puede entenderse de forma independiente al del desarrollo tecnológico, por la manera en que este último impacta sobre el primero. En este sentido, es innegable el considerable impacto que el desarrollo de la inteligencia artificial (IA, de ahora en adelante) está teniendo sobre la sociedad actual. En este contexto se hace imprescindible capacitar a la futura ciudadanía en el conocimiento, análisis crítico y uso responsable de estas tecnologías. La materia aborda el tratamiento de retos del siglo XXI, como el conocimiento como motor del desarrollo o el aprovechamiento crítico y responsable de la cultura digital, ejerciendo un doble rol, motivador y contextualizador de los aprendizajes propuestos. Al mismo tiempo, y con el mismo objetivo en mente, debe prestarse también atención a la adquisición de valores que fomenten el respeto hacia los demás, así como a la igualdad de condiciones y oportunidades en la formación de hombres y mujeres.

La materia tiene una relación muy estrecha con el desarrollo de la competencia digital y la competencia matemática y en ciencia, tecnología e ingeniería (STEM), en lo que respecta al uso de tecnologías digitales y medios informáticos para la creación de soluciones técnicas innovadoras que, desde la aplicación del método científico y de metodologías ágiles, contribuyen a conocer y valorar la realidad del mundo contemporáneo y su evolución para poder aportar herramientas y soluciones que mejoren las condiciones de vida de la población, manteniendo una postura reflexiva acerca de la sostenibilidad en general, y sobre los Objetivos de Desarrollo Sostenible en particular. Esta vinculación más directa con las competencias digital y STEM no obsta para que las distintas competencias específicas de la materia puedan contribuir al desarrollo del resto de competencias clave, como la competencia personal, social y de aprender a aprender, en lo relacionado con el trabajo en equipo, la competencia ciudadana, en lo relativo a los problemas éticos asociados y la competencia emprendedora vinculado con el desarrollo de soluciones innovadoras.

La materia se articula alrededor de cuatro competencias específicas, dos de carácter general, que permiten construir conocimiento básico sobre la IA, así como sobre las implicaciones de su empleo, y dos de carácter más específico, en las que se desarrollan aspectos técnicos, relacionados directamente con el diseño y creación de sistemas inteligentes a través de la programación informática y de diversas herramientas propias de diferentes ámbitos de carácter científico-tecnológico-matemático.

La temática recogida por la presente materia, así como las competencias que desarrolla, se construyen sobre una base previa que el alumnado ha adquirido en la etapa anterior, constituida por los conocimientos específicos relacionados con la IA, así como con las competencias relacionadas con la gestión de equipos, la programación informática y el desarrollo de actitudes reflexivas basadas en evidencias, conducentes a procesos de análisis sobre el impacto del desarrollo tecnológico en la sociedad. De este modo, esta

materia no solo se alinea con el currículo de la etapa anterior, sino que complementa también de manera idónea otras materias de la modalidad de Ciencias y Tecnología.

En cuanto a los saberes de la materia, estos se articulan alrededor de cinco bloques que se complementan entre sí en la búsqueda de un desarrollo competencial amplio en relación al análisis y creación de sistemas inteligentes: «Fundamentos de Inteligencia Artificial», «Tratamiento de la información», «Programación informática», «Fundamentos de métodos numéricos» y «Ética e IA».

El bloque «Fundamentos de Inteligencia Artificial», pretende dotar al alumnado de una base amplia y general sobre IA, que viene a complementar y afianzar los conocimientos adquiridos en la anterior etapa al respecto, para que el alumnado sea capaz de analizar críticamente el papel que la IA desempeña y desempeñará en el futuro en nuestra sociedad.

El bloque «Tratamiento de la información», aborda las características, el modo de representación interna y el tratamiento necesario de los datos que maneja el sistema inteligente, tanto los de entrada al mismo, que captan información del ambiente, ya sea físico o virtual, como los de salida, donde el formato y las características de estos datos vendrán dados por el objetivo del agente inteligente en particular.

El bloque «Programación informática», introduce conocimientos relativos a todos aquellos aspectos relacionados con la programación textual que se hagan necesarios para, en primer lugar, entender y describir códigos existentes y, en segundo lugar, modificar, editar y crear códigos propios que desarrollen funcionalidades relacionadas con la IA.

El bloque «Fundamentos de métodos numéricos», desarrolla aspectos relacionados con la arquitectura interna del sistema inteligente y de los módulos programados, así como las técnicas matemáticas que permiten el aprendizaje al mismo, desde el modo en el que un algoritmo posibilita el aprendizaje, hasta los distintos criterios que pueden emplearse para guiar este aprendizaje a través de distintas técnicas numéricas de optimización o del empleo selectivo de diversas funciones de coste, por ejemplo. En segundo curso, aparece un bloque análogo a este que se centra en la presentación de los saberes necesarios para el desarrollo de sistemas inteligentes que empleen redes neuronales, denominado «Fundamentos de redes neuronales».

Por último, el bloque «Ética e IA», introduce aspectos imprescindibles para permitir el análisis y la reflexión crítica sobre las funcionalidades de la IA y cómo estas están siendo aplicadas a diversas industrias, afectando tanto a la sociedad en general como al individuo en particular.

Los criterios de evaluación se han redactado con un claro enfoque competencial, tratando de describir la acción a evaluar que debe desarrollar el alumnado, matizándola con el contexto de aplicación o la manera en que esta debe desplegarse, sugiriendo así, de manera tácita, el planteamiento de posibles situaciones de aprendizaje o actividades que podrían emplearse en cada caso y que permitan la observación y valoración de los resultados de aprendizaje.

Metodológicamente, la materia se apoyará en las competencias desarrolladas por el alumnado en otras de carácter científico-tecnológico cursadas con anterioridad, para asignarles nuevos significados en el contexto del análisis de sistemas inteligentes. Además, la adquisición de los saberes más descriptivos podrá desarrollarse de modo que el nivel de autonomía del alumnado permita acciones como debatir o experimentar, a nivel individual o grupal, para favorecer una actitud proactiva en el proceso de aprendizaje, respetando en todo momento el nivel de desarrollo madurativo y competencial del alumnado. Además, pueden promoverse situaciones de aprendizaje que planteen la creación de productos digitales basados en IA como solución a necesidades relacionadas con la consecución de los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

Esta materia presenta la interrelación de diversos campos de la ciencia y la tecnología de manera contextualizada y con enfoque competencial, como elemento necesario para el desarrollo de capacidades dirigidas hacia un objetivo común: la comprensión, análisis y creación de sistemas basados en Inteligencia Artificial. Así, las matemáticas, la informática y la tecnología se entrelazan de manera coherente, lo que resulta imprescindible para abordar este nuevo campo de conocimiento que se encuentra en auge y que, probablemente, acabará influyendo sobre una inmensidad de aspectos de la vida cotidiana en el futuro.

Competencias específicas

1. Comprender aspectos básicos relacionados con los sistemas inteligentes, entendiendo el funcionamiento y la finalidad de sus partes integrantes, así como las circunstancias socioeconómicas y tecnológicas que han favorecido su auge, para analizar, de forma crítica y constructiva, la influencia presente y futura de la inteligencia artificial en el desarrollo de la sociedad y del individuo.

Esta competencia específica permite al alumnado tener un punto de vista crítico e informado al respecto de la evolución e impacto de la IA, tanto en el nivel individual como en el colectivo. Se fundamenta pues en una doble línea de actuación: por una parte, en la adquisición de conocimientos básicos acerca de la estructura y finalidad de los distintos componentes de un sistema inteligente, necesarios para entenderla y valorarla, y, por otra parte, en la comprensión de los motivos subyacentes al vertiginoso crecimiento de su presencia en muchos ámbitos de la vida, tanto personal como laboral. Ambas ideas permitirán construir en el alumnado la capacidad de analizar críticamente sistemas que involucren módulos de IA, para posteriormente poder contribuir, a través de la evaluación crítica y la creación, al desarrollo de una sociedad cuyo progreso se apoye, entre otros, en esta tecnología emergente, potenciando las capacidades humanas y contribuyendo a la creación de prosperidad y bienestar social de manera sostenible.

Esta competencia específica se conecta con los siguientes descriptores: CCL1, STEM2, CD2, CC1, CC4.

2. Analizar el proceso de interacción entre el entorno y los sistemas inteligentes, determinando las necesidades de datos y su tratamiento por parte del sistema y definiendo las características de la comunicación que establece el agente inteligente con su entorno, tanto en el mundo digital como en el real, para diseñar y crear sistemas que utilicen la IA.

Esta competencia específica capacita al alumnado para la creación de sistemas inteligentes, prestando especial atención al contenido y al modo en el que estos se comunican con el entorno, definiendo así un modelo que describe cómo es la representación interna de los datos que maneja el sistema inteligente. Por un lado, en relación a los datos de entrada, el alumnado necesita estudiar la información que necesita un agente inteligente, la naturaleza de esta y la manera en la que se codifica y es tratada para su posterior procesado. Por otro, en relación a los datos de salida, el alumnado debe analizar la manera en la que las conclusiones del sistema inteligente toman forma a través de los datos y cómo estos acaban interactuando con el entorno, con otros sistemas inteligentes y con los seres humanos. Es importante apuntar aquí que el alumnado no centra tanto su interés en el conjunto de dispositivos que permiten interactuar con el entorno, sino en el tratamiento que de la información recogida debe hacer el agente inteligente.

En el desarrollo de esta competencia se hará necesario que el alumnado trabaje con datos mediante la programación informática. Así, se irán trabajando aspectos relacionados con la misma en la medida en que se haga necesario para presentar los distintos saberes y vehicular procedimientos relacionados con el tratamiento numérico y representación de los datos de un sistema inteligente. Todo ello, como parte de una dinámica de trabajo contextualizada en la que la creación de sistemas inteligentes sea la manera de resolver problemas presentados en situaciones de aprendizaje contextualizadas.

Esta competencia específica se conecta con los siguientes descriptores: STEM2, CD2, CD3, CD4, CD5, CPSAA3.2, CE2, CE3.

3. Comprender y aplicar conocimientos interdisciplinares, profundizando en los métodos matemáticos que posibilitan el aprendizaje de sistemas inteligentes, a través de la experimentación mediante la programación de los mismos, para entender, aplicar, modificar y crear sistemas inteligentes funcionales.

Esta competencia específica requiere de la movilización de saberes interdisciplinares, principalmente de carácter matemático e informático, para entender el núcleo lógico que permite aprender a sistemas tecnológicos basados en IA. Se trata pues de conocer y utilizar distintas partes del sistema inteligente, cuya acción conjunta y coordinada permite la consecución del fin para el que el sistema tecnológico basado en IA es diseñado. El alumnado se centra así en la comprensión y posterior reproducción de modelos que permiten construir capacidades relacionadas con el razonamiento y aprendizaje a través de los datos, eligiendo entre distintos algoritmos provenientes de métodos de la matemática

aplicada (como los que se emplean en problemas de optimización numérica) y entendiendo sus aspectos básicos, como la definición de una función objetivo o el empleo de métodos iterativos.

Esta competencia, al igual que la anterior, requiere del alumnado la movilización de saberes relacionados con la programación informática, pues el desarrollo de productos digitales en situaciones contextualizadas requiere de esta última para construir sistemas inteligentes que tengan objetivos diversos, definidos en las diferentes situaciones de aprendizaje que puedan presentarse.

Esta competencia específica se conecta con los siguientes descriptores: CCL1, STEM1, STEM2, STEM3, CD2, CD3, CD4, CD5.

4. Reflexionar acerca de la contribución de la IA al desarrollo personal y social, de manera crítica, teniendo en cuenta aspectos relativos al respeto de los derechos y libertades de las personas, para analizar contextos normativos que regulen los aspectos éticos del desarrollo y el empleo de técnicas de IA en los distintos ámbitos de la sociedad.

Esta competencia específica permite al alumnado profundizar en aspectos teórico-prácticos acerca del análisis de contextos normativos que regulen el desarrollo, creación y uso de sistemas de IA. Como rama emergente de la ciencia informática, la IA tiene un impacto creciente en muchos aspectos vitales de la persona, en la medida en que afecta a la manera en la que interactúa con la sociedad a la hora de consumir, producir, expresarse o relacionarse. Es por ello que, como herramienta que promete una transformación profunda de la sociedad, requiere de una regulación que fomente y proteja los derechos y libertades de la ciudadanía al tiempo que elimine o limite los peligros que pueden perjudicarlos y demanda una ciudadanía competente en el análisis crítico de estos aspectos.

Esta competencia específica se conecta con los siguientes descriptores: CCL1, CCL2, STEM5, CD4, CPSAA4, CC3, CC4, CE1.

Inteligencia Artificial I

Criterios de evaluación

Competencia específica 1.

1.1 Analizar la influencia de la IA sobre los entornos personal y social, reflexionando sobre sus aplicaciones en diversos ámbitos e interactuando con sistemas inteligentes que desarrollan funciones de forma autónoma.

1.2 Entender los fundamentos de la IA, reconociendo los distintos módulos que la conforman, valorando la importancia de los datos para el proceso de aprendizaje automático y explicando las distintas estrategias de aprendizaje que se plantean.

Competencia específica 2.

2.1 Analizar los distintos datos de entrada a un sistema inteligente, clasificándolos de acuerdo a diversos criterios, describiendo sus características y la manera en que se codifican para su representación.

2.2 Definir las características de los datos de salida de un agente inteligente, como su cantidad y su formato, atendiendo a sus objetivos, al destinatario de los datos y al objetivo para el que ha sido diseñado.

Competencia específica 3.

3.1 Emplear simulaciones preexistentes de sistemas inteligentes, entendiendo el efecto sobre la salida de los distintos parámetros definitorios del modelo de aprendizaje automático involucrado.

3.2 Aplicar modelos existentes de aprendizaje automático que resuelvan problemas, experimentando con la variación de sus parámetros e integrándolos en soluciones o desarrollos más amplios.

3.3 Reconocer los problemas del compromiso sesgo-varianza en sistemas de aprendizaje automático y proponer soluciones a los mismos, experimentando con la funcionalidad de sistemas inteligentes y haciendo uso de programación informática.

3.4 Construir y editar programas informáticos sencillos que desarrollen funcionalidades relacionadas con la IA, utilizando entornos de programación.

Competencia específica 4.

4.1 Analizar el impacto que el uso generalizado de la IA tiene y tendrá en la sociedad, prestando especial atención a las noticias publicadas al respecto.

4.2 Analizar conjuntos de normas éticas que permiten regular la actividad de sistemas inteligentes, razonando sobre la necesidad y adecuación de las mismas y teniendo en cuenta los derechos y libertades de la ciudadanía.

Saberes básicos

A. Fundamentos de Inteligencia Artificial.

- Inteligencia Artificial. Significado, ejemplos e impacto sobre distintos ámbitos de la sociedad. IA de propósito general y de propósito específico.
 - Los datos como componente necesario para el desarrollo de la IA.
 - Sistemas inteligentes: componentes y funciones. Módulos de tratamiento de información y algoritmos para el aprendizaje automático.
 - Estrategias de aprendizaje automático: supervisado, no supervisado y por refuerzo.

Contexto y aplicaciones.

B. Tratamiento de la información.

- Captación y tratamiento de la información textual, sonora y visual. Representación.
- Datos de salida de un sistema inteligente. Formatos y objetivos en la resolución de problemas de clasificación y de regresión.

C. Programación informática.

- Entornos de desarrollo orientados a proyectos de IA. Servicios y aplicaciones para la experimentación con sistemas de IA.
 - Elementos fundamentales de un programa informático: cabecera, importación de librerías, configuración de dispositivos y canales de comunicación y funciones.
 - Declaración y formato de variables.
 - Funciones de control del flujo de ejecución de un programa informático (bucles, sentencias condicionales, comandos de ruptura y salida, excepciones).
 - Funciones de librerías específicas: tratamiento y graficado de datos; generación de modelos de IA.

D. Fundamentos de métodos numéricos.

- Problemas de clasificación. Matrices de confusión. Curva ROC. AUC. Árboles de decisión. Búsqueda de patrones. Aplicaciones.
- Regresión lineal. Aplicaciones.
- Los problemas del sesgo y la varianza. Errores de ajuste. Ajuste deficiente y sobreajuste. Hiperparámetros.

E. Ética e IA.

- Ética en la captación de datos.
- Impacto de la generalización en el empleo de sistemas basados en IA en el bienestar de las personas.

Inteligencia Artificial II

Criterios de evaluación

Competencia específica 1.

1.1 Diferenciar distintos métodos de razonamiento, explicando sus fundamentos, describiendo sus aplicaciones y limitaciones y enfatizando cuales suelen ser empleados en el aprendizaje automático.

Competencia específica 2.

2.1 Realizar análisis exploratorio de los datos, utilizando descriptores estadísticos y elementos gráficos.

2.2 Aplicar técnicas de pretratamiento de datos, tomando decisiones en función de las características de los mismos y posibilitando el empleo de datos categóricos como parte de los datos de entrada para su posterior tratamiento.

2.3 Distinguir distintas arquitecturas de redes neuronales, describiendo la funcionalidad y el sentido de cada una de sus partes, prestando especial atención a los módulos de tratamiento de los datos de entrada y salida.

Competencia específica 3.

3.1 Describir e interpretar la funcionalidad de diversos programas informáticos, que hacen uso de la IA para resolver problemas concretos.

3.2 Realizar búsquedas avanzadas sobre repositorios de código como fuente de información, analizando los resultados de la búsqueda, y describiendo la funcionalidad y utilidad de los mismos.

3.3 Describir la funcionalidad de los distintos elementos que construyen la capacidad de aprendizaje en las máquinas, distinguiendo sus objetivos específicos y relacionándolos con sus aplicaciones prácticas.

3.4 Experimentar con la ejecución de distintos programas de IA, alterando los parámetros de configuración de las técnicas numéricas involucradas, extrayendo conclusiones acerca de su funcionalidad.

3.5 Realizar programas informáticos que implementen arquitecturas sencillas de redes neuronales, utilizando entornos gráficos o textuales.

Competencia específica 4.

4.1 Analizar y debatir, con sentido crítico, acerca de las potenciales implicaciones del uso generalizado de la IA en diversos ámbitos y proponiendo debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades de la IA en cada ámbito.

4.2 Explorar, analizar o participar en iniciativas de ciencia ciudadana basadas en el empleo de la IA para el progreso hacia la resolución de problemáticas de índole social o relacionadas con la consecución de los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

Saberes básicos

A. Fundamentos de Inteligencia Artificial.

- Introducción a los métodos de razonamiento. Aprendizaje humano frente a aprendizaje automático.
- Razonamiento deductivo. Fundamentos de lógica proposicional. Construcción de argumentos válidos. Operadores lógicos.
- Razonamiento inductivo. Fundamentos de inferencia estadística. Aprendizaje inferencial de las máquinas. Detección de patrones.

B. Tratamiento de la información.

- Datos estructurados y no estructurados. Datos categóricos y numéricos.
- Análisis de los datos: exploración visual, tipos de gráficos para la representación de distribuciones de datos, tipos de formato y valores no significativos.
- Medidas de tendencia central y de dispersión de un conjunto de datos.

C. Programación informática.

- Librerías de IA existentes y repositorios de código. Análisis de *scripts* y funciones programadas.
- Programación de aplicaciones de IA sencillas.

D. Fundamentos de redes neuronales.

- Redes neuronales. Aprendizaje profundo. Elementos básicos: neuronas, capas y pesos.

– Arquitecturas básicas de redes neuronales. Introducción a las redes neuronales convolucionales. Matriz de convolución.

- Optimización numérica: método del descenso del gradiente.
- Funciones de activación y funciones de coste. Aplicaciones.

E. Ética e IA.

– Ética en el tratamiento de los datos y en los algoritmos. Sesgos que generan discriminación, aprendidos por las IA.

- Análisis del impacto de la IA. Debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades.
- Iniciativas de ciencia ciudadana que emplean IA.

Orientaciones metodológicas y para la evaluación

En la etapa de Bachillerato, el alumnado goza de un bagaje y de una autonomía tales que resultan claves para dilucidar qué metodologías pudieran resultar más convenientes para esta materia. Así, y dado el carácter optativo de la materia en una etapa de educación no obligatoria, se vislumbra un alto valor subjetivo de la materia para el alumnado, tanto desde su componente intrínseca, ya que deciden voluntariamente cursarla, como desde su componente extrínseca, vista la utilidad de las competencias que se trabajan en su mundo cotidiano. Todo ello conduce a un posible incremento de la motivación hacia la materia, que puede aprovecharse por el profesorado para impulsar competencias relativas a la iniciativa y al emprendimiento, canalizadas a través de la participación activa del alumnado en su proceso de aprendizaje, contribuyendo a una construcción conjunta de las temáticas en torno a las cuales se articulan las situaciones de aprendizaje, por ejemplo. En cualquier caso, se promoverá la implicación de las alumnas hacia el estudio de las áreas científico-tecnológicas, reconociendo referentes femeninos de estos ámbitos y su impacto histórico en la evolución de la disciplina y promoviendo ambientes y tratos igualitarios entre todo el alumnado.

El carácter innovador de la temática que propone esta materia no debe impedir vislumbrar los aspectos comunes, desde el punto de vista metodológico, que comparte con otras materias de carácter científico-tecnológico que puedan tener más tradición en el currículo. Así, tanto el aprendizaje contextualizado en forma de situaciones de aprendizaje que conecten al alumnado con la realidad próxima, como la resolución de problemas realistas cotidianos constituyen, aquí también, ejes vertebradores de la materia.

Trabajo individual y en equipo

Las competencias específicas de la materia se prestan al planteamiento de actividades tanto de carácter individual como en equipo, buscándose un equilibrio entre ambas, para que el alumnado pueda desarrollar cada una de las competencias de manera plena, aprovechando las características de cada tipo de agrupamiento.

Así, tanto el trabajo relacionado con el desarrollo de un conocimiento general sobre inteligencia artificial como aquel que trata aspectos de carácter más reflexivo sobre la ética asociada, se prestan al trabajo en grupo, ya sea de grupo-clase, en una interacción dinámica y participativa, ya sea en grupos más pequeños, donde la comunicación entre los miembros del equipo acerca de la temática propuesta permite la verbalización, argumentación y debate de conceptos entre iguales, promoviendo así la construcción conjunta de conocimiento. En ambos casos se promueve el aprendizaje activo, en tanto que el alumnado sostiene, de manera proactiva, la implicación que requiere la elaboración conceptual necesaria para la argumentación en equipo. De manera análoga, la manera de abordar dinámicas relacionadas con el debate reflexivo sobre los aspectos éticos, puede desarrollarse, en una primera fase, mediante la exploración del impacto actual de sistemas de IA, a través de la exposición de casos, análisis y debates, que podrán ser en el aula o en entornos virtuales, de forma síncrona o asíncrona. Se prestará especial atención a la relación entre la IA y los Objetivos de Desarrollo Sostenible, analizando cómo puede la primera impactar sobre estos últimos. Esta primera fase puede dar paso a una segunda, en la que capacidades como la comprensión y el análisis dan paso a otras de mayor carga cognitiva, como la evaluación o la creación. Así, trabajos colaborativos con objeto de proponer compromisos éticos en

contextos específicos que involucren la IA, pueden resultar actividades apropiadas para el desarrollo de esta competencia.

Por otra parte, competencias relacionadas con saberes de carácter matemático como aquellas en las que aparecen modelos necesarios para dotar de capacidad de aprendizaje a las máquinas, o con saberes relacionados con la programación informática o con el manejo de herramientas digitales diversas, exigen un esfuerzo de carácter individual para promover la comprensión de los mismos a través de la reflexión y el uso de las herramientas antes mencionadas. Una vez elaboradas las tareas relacionadas con estos aspectos, una revisión de estas en pequeño grupo permitirá afianzar y corregir, cuando proceda, los conceptos relacionados con las mismas.

Espacios físico y virtual

La presencia de herramientas digitales en las dinámicas de trabajo de la materia, permite construir y experimentar con modelos matemáticos variados que son capaces de aprender de los datos a través de su tratamiento informático. La cantidad de datos que precisan los sistemas inteligentes, unido a la computación necesaria sobre los mismos, requiere de la intervención de ordenadores y de lenguajes de programación que posibiliten la construcción de sistemas inteligentes, un aspecto muy relevante de la presente materia.

Es por ello que esta materia promueve, el trabajo del alumnado en los espacios físico y virtual, complementándose de manera saludable, y aprovechando las potencialidades de uno y otro para el mayor aprendizaje del alumnado. Mientras el espacio físico promoverá la interacción entre iguales, la comunicación reflexiva y la creación compartida de aprendizajes, el espacio virtual proveerá herramientas de modelado y simulación para la construcción de conocimiento, al tiempo que puede potenciar aspectos relacionados con el trabajo en equipo en entornos virtuales.

Interdisciplinariedad

Las competencias específicas de la materia requieren, necesariamente, de la presentación contextualizada e interrelacionada de aspectos relacionados con diversas áreas de conocimiento, en particular, de las matemáticas, de la tecnología y de la informática. Si bien toda materia presenta de manera natural conocimiento de diversas áreas, debido al carácter inherentemente interdisciplinario del conocimiento en general, a la diversidad de enfoques y aproximaciones que pueden emplearse y a la complejidad del mundo que pretende describir, en esta materia se establecen lazos todavía más fuertes entre distintas áreas, pues sin la intervención de estas no sería posible conseguir los objetivos de aprendizaje planteados. Es importante apuntar aquí que no se trata tanto de presentar específicamente los dispositivos que permiten recoger datos de entrada, transductores, o aquellos que permiten interactuar de formas específicas con el entorno físico, como motores, por ejemplo, sino que la materia se centra principalmente en la interacción con el mundo digital, donde la intervención de sistemas inteligentes es algo muy habitual.

Así, se hará necesario adoptar cuestiones relativas a las didácticas específicas de estas tres áreas de conocimiento para abordar de manera completa y comprensible los saberes y las competencias de la presente materia. Se harán necesarios pues planteamientos abiertos y flexibles relacionados con la resolución de problemas en matemáticas, permitiendo soluciones variadas a un mismo problema y haciendo intervenir los instrumentos y herramientas matemáticas que procedan para cada una. También intervendrán aspectos relacionados con la metodología de desarrollo o creación de programas informáticos, que canaliza el trabajo conducente a la construcción de una solución técnica, en este caso digital, para la satisfacción de una necesidad en concreto. Por último, aparecerán también dinámicas de trabajo específicas relacionadas con el empleo de equipamiento y herramientas digitales, para permitir la construcción de los sistemas inteligentes en el espacio digital.

Recursos para facilitar un adecuado andamiaje

La creación de sistemas inteligentes funcionales eficaces es una labor compleja en sí misma, necesitando de cierto nivel competencial en diversas áreas a la vez y de la

correspondiente orientación docente. En este sentido, el profesorado facilitará una multitud de herramientas y recursos didácticos que permitan la mejor comprensión posible, a través, por ejemplo, de la visualización de los conceptos mediante el uso de simulaciones o del empleo de herramientas digitales que satisfacen ya las funciones que se pretenden emular. El mundo interconectado en que vivimos provee de una inmensidad de estos recursos, que deberán ser organizados y secuenciados de manera adecuada por el profesorado, para proporcionar el andamiaje necesario que permita al alumnado la construcción de conocimiento desde su nivel de partida. Ello no excluye, por supuesto, la posibilidad de que sea el propio profesorado el que desarrolle sus propios materiales didácticos con el objeto de impactar sobre el proceso de aprendizaje de su alumnado.

De este modo, el profesorado podrá establecer una gradación de complejidad en sus actividades, otorgando mayor o menor autonomía al ejercicio del alumnado para la resolución de la tarea, en función del nivel competencial de partida. Así, por poner un ejemplo, los primeros pasos en el aprendizaje de la construcción de un agente inteligente pueden consistir en la identificación y comprensión de códigos provenientes de repositorios de proyectos de software con funcionalidades de inteligencia artificial integradas. Más tarde, el propio docente puede editar tales contenidos, generando vacíos premeditados sobre distintas funcionalidades específicas, para que sea el propio alumnado quien las complete. Finalmente, y tras repasar todos los componentes y tareas necesarias para el objetivo planteado, el alumnado debe ser capaz de abordar el diseño y creación de sistemas inteligentes sencillos, haciendo uso de componentes previos y razonando sobre la pertinencia de todos los elementos en el diseño e implementación finales.

Atención a la diversidad

Es importante que el profesorado procure al alumnado una diversidad amplia tanto en la manera en la que presenta los contenidos como en las dinámicas de trabajo que sugiere, y adopte asimismo enfoques diferentes de los mismos aspectos, para intentar atender así a la diversidad, tanto de intereses como de capacidades, de su alumnado. En esta línea, podrá ayudarse de la versatilidad de las herramientas digitales para presentar contenidos y generar dinámicas de trabajo.

La interdisciplinariedad de la materia, unida a la ubicuidad de la aplicación de la inteligencia artificial en entornos cotidianos, permitirán una variedad de enfoques y aproximaciones a los distintos contenidos que facilitarán el acercamiento al interés del alumnado, potenciando así su aprendizaje significativo. De este modo, la metodología empleada se alinea con los principios del Diseño Universal para el Aprendizaje, al ofrecer una amplia variedad de contextos que cubra un espectro amplio de intereses y motivaciones del alumnado. No solo eso, sino que también conviene que el profesorado plantee una amplia variedad tanto en los modos de representación de la información, como en los modos de expresión e intervención del alumnado.

Evaluación

Es conveniente tener presente la integración de las diversas actividades de evaluación en el proceso de enseñanza-aprendizaje, pues contribuye necesariamente a posibilitarlo, dirigirlo y hacerlo más eficaz. Así, deben aparecer entrelazadas actividades de evaluación con carácter diagnóstico, para decidir la dirección en la que orientar la actividad didáctica del profesorado con objeto de atenerse a los niveles individuales de partida de su alumnado, con aquellas de carácter formativo, las que se emplean para tomar conciencia y redirigir, si es necesario, tanto el proceso de enseñanza, por parte del profesorado, como el de aprendizaje, por parte del alumnado.

Para sistematizar el proceso de evaluación se utilizarán técnicas diversas como pueden ser la observación directa, el análisis de las distintas tareas y actividades o la interacción con el alumnado. Junto a estas técnicas, los instrumentos que se pueden utilizar relacionados con los procedimientos anteriores, pueden ser las listas de control, las escalas de valoración, los registros de evaluación individuales o grupales y las rúbricas, por ejemplo.

Las dinámicas de trabajo de la materia, en las que el debate y la colaboración en grupo están muy presentes, permiten la potenciación de los procesos de autoevaluación y