

23-24

MÁSTER UNIVERSITARIO EN
INVESTIGACIÓN EN INTELIGENCIA
ARTIFICIAL

GUÍA DE ESTUDIO PÚBLICA



SISTEMAS ADAPTATIVOS EN EDUCACIÓN

CÓDIGO 31101095

UNED

ÍNDICE

PRESENTACIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN	
REQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES PARA CURSAR ESTA ASIGNATURA	
EQUIPO DOCENTE	
HORARIO DE ATENCIÓN AL ESTUDIANTE	
COMPETENCIAS QUE ADQUIERE EL ESTUDIANTE	
RESULTADOS DE APRENDIZAJE	
CONTENIDOS	
METODOLOGÍA	
SISTEMA DE EVALUACIÓN	
BIBLIOGRAFÍA BÁSICA	
BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA	
RECURSOS DE APOYO Y WEBGRAFÍA	

Nombre de la asignatura	SISTEMAS ADAPTATIVOS EN EDUCACIÓN
Código	31101095
Curso académico	2023/2024
Título en que se imparte	MÁSTER UNIVERSITARIO EN INVESTIGACIÓN EN INTELIGENCIA ARTIFICIAL
Tipo	CONTENIDOS
Nº ETCS	6
Horas	150.0
Periodo	ANUAL
Idiomas en que se imparte	CASTELLANO

PRESENTACIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN

Esta asignatura pretende formar a los estudiantes en el desarrollo de los sistemas adaptativos de educación (SAE), sus objetivos y fundamentos. En este sentido, su objetivo es ayudar a adquirir destrezas y capacidades relacionadas con los aspectos metodológicos y tecnológicos del desarrollo de dichos sistemas. Esta asignatura hará que el alumno investigue y entienda cómo funcionan los SAE y realice experiencias prácticas que le permita aprender cómo éstos se desarrollan. También se aplican, adaptan y extienden los conocimientos adquiridos en asignaturas relacionadas como puedan ser: Métodos Simbólicos, Minería de Datos, Métodos de Aprendizaje Automático, aprendizaje automático e interfaces de usuario adaptativos, al dominio concreto de los sistemas inteligentes de aprendizaje.

Desde el punto de vista práctico, estos sistemas usan técnicas de analítica del aprendizaje y minería de datos, con la perspectiva de modelar al estudiante y al proceso de enseñanza-aprendizaje; cubriendo así: la analítica del aprendizaje (o Learning Analytics (LA) en inglés), la minería de datos en la educación (o Educational Data Mining (EDM en inglés) y el modelado del estudiante (Modelado de Usuario en sistemas de aprendizaje (o User Modelling (UM) en inglés).

Por otro lado, dada la naturaleza de los procesos implicados, se atenderán igualmente cuestiones de ética, privacidad y diversidad funcional de las personas en su interacción con estos sistemas, que deben ser conocidas y aplicadas.

REQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES PARA CURSAR ESTA ASIGNATURA

Los estudiantes de esta asignatura no requieren conocimientos previos adicionales más allá de los que surgen del seguimiento de los requeridos por el máster, permitiendo utilizar y desarrollar las competencias correspondientes.

Se recomienda leer en inglés con fluidez y conocimientos en lenguajes de programación, se incidirá especialmente en Python. Si los estudiantes no están familiarizados con este lenguaje se ofrecerá material de apoyo y no se requerirá conocimiento experto del mismo.

EQUIPO DOCENTE

Nombre y Apellidos
Correo Electrónico
Teléfono
Facultad
Departamento

OLGA C. SANTOS MARTÍN-MORENO
ocsantos@dia.uned.es

Nombre y Apellidos
Correo Electrónico
Teléfono
Facultad
Departamento

JESUS GONZALEZ BOTICARIO
jgb@dia.uned.es

HORARIO DE ATENCIÓN AL ESTUDIANTE

La tutorización de los estudiantes tendrá lugar esencialmente a través de los foros de la plataforma, aunque también podrán utilizarse ocasionalmente otros medios, tales como chats interactivos, servicios de mensajería instantánea y el correo electrónico. Adicionalmente, está también previsto, para temas personales que no afecten al resto de los estudiantes, atender consultas en persona o por teléfono.

Se aconseja el uso del correo electrónico con el equipo docente para acordar de forma individualizada la realización del proyecto final de la asignatura.

Despacho 3.07 (E. T. S. I. Informática)

Tel.: 91 398 71 97

e-mail: jgb@dia.uned.es

Horario de guardia: Lunes de 14:30 a 18:30.

Horario de Asistencia al Estudiante: Lunes de 10:00 a 14:00 y de 14:30 a 18:30 horas; Miércoles de 10:00 a 14:00 horas.

COMPETENCIAS QUE ADQUIERE EL ESTUDIANTE

MÁSTER UNIVERSITARIO EN LENGUAJES Y SISTEMAS INFORMÁTICOS

Competencias Básicas:

CB6 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación

CB7 - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio

CB8 - Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios

CB9 - Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y

sin ambigüedades

CB10 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

Competencias Generales:

CPG1 - Adquirir capacidad de abstracción, análisis, síntesis y relación de ideas.

CPG2 - Adquirir capacidad crítica y de decisión

CPG3 - Adquirir capacidad de estudio y autoaprendizaje

CPG4 - Adquirir capacidad creativa y de investigación

CPG5 - Adquirir habilidades sociales para el trabajo en equipo

Competencias Específicas:

CE2 - Adquirir capacidad de comprender y manejar de forma básica los aspectos más importantes relacionados con los lenguajes y sistemas informáticos en general y, de manera especial, en los siguientes ámbitos: Tecnologías de enseñanza, aprendizaje, colaboración y adaptación

CE3 - Adquirir capacidad de estudio de los sistemas y aproximaciones existentes y para distinguir las aproximaciones más efectivas.

CE4 - Adquirir capacidad para detectar carencias en el estado actual de la ciencia y la tecnología

CE5 - Adquirir capacidad para proponer nuevas aproximaciones que den solución a las carencias detectadas.

CE6 - Adquirir capacidad de especificar, diseñar, implementar y evaluar tanto cualitativa como cuantitativamente los modelos y sistemas propuestos.

CE7 - Adquirir capacidad para proponer y llevar a cabo experimentos con la metodología adecuada como para poder extraer conclusiones y determinar nuevas líneas de actuación e investigación.

MÁSTER UNIVERSITARIO EN INVESTIGACIÓN EN INTELIGENCIA ARTIFICIAL

Competencias Básicas:

CB6 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación

CB7 - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio

CB8 - Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios

CB9 - Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades

CB10 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

Competencias Generales:

CG1 - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio.

CG2 - Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios.

CG3 - Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones -y los conocimientos y razones últimas que las sustentan- a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.

CG4 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

Competencias Específicas:

CE1 - Conocer los fundamentos de la Inteligencia Artificial y las fronteras actuales en investigación.

CE2 - Conocer un conjunto de métodos y técnicas tanto simbólicas como conexionistas y probabilistas, para resolver problemas propios de la Inteligencia Artificial.

CE3 - Conocer los procedimientos específicos de aplicación de estos métodos a un conjunto relevante de dominio (educación, medicina, ingeniería, sistemas de seguridad y vigilancia, etc.), que representan las áreas más activas de investigación en IA.

RESULTADOS DE APRENDIZAJE

- Conocer, entender y saber aplicar técnicas de obtención y preprocesado de información relevante para el desarrollo de los sistemas inteligentes en educación.
- Conocer, entender y saber aplicar el proceso de minería y analítica de datos en sistemas inteligentes en educación, cubriendo técnicas supervisadas y no supervisadas.
- Conocer, entender, saber aplicar y evaluar técnicas de analítica y minería de datos en educación que sustentan el modelado del estudiante y su aprendizaje social y colaborativo.
- Conocer, entender y saber aplicar técnicas básicas de modelado del apoyo a la instrucción y el acompañamiento del aprendizaje requeridas en sistemas inteligentes en educación.
- Conocer, entender y saber aplicar los principios éticos, de privacidad y diversidad funcional de las personas en su interacción que deben garantizarse en el tratamiento de los datos y análisis de las interacciones implicados en el modelado del estudiante en sistemas inteligentes en educación.

CONTENIDOS

Tema 1 –Introducción a los sistemas adaptativos en educación y su evolución: analítica del aprendizaje, minería de datos en educación y modelado del estudiante

1. Introducción a los sistemas adaptativos en educación y su evolución histórica
2. Fundamentos de los sistemas adaptativos en educación
3. Analítica del aprendizaje en los sistemas adaptativos en educación
4. Minería de datos en los sistemas adaptativos en educación
5. Modelado del estudiante en los sistemas adaptativos en educación
6. Ética, privacidad y diversidad funcional de las personas en su interacción con los sistemas adaptativos en educación

Tema 2: Modelado del estudiante, ética, privacidad y diversidad funcional

El objetivo de este tema es ofrecer una visión del modelado del estudiante. Para ello el tema se centra en los siguientes apartados:

1. Modelado del estudiante y OLM
2. El tiempo y el contexto como factores determinantes del modelado
3. Evaluación del Modelo de usuario
4. Trustable/ FAIRNESS LM
5. Este tema tiene un carácter teórico. Se ofrece documentación que tendrá que ser leída y estudiada.

Tema 3: Minería de datos en educación

La minería de datos tiene como objetivo descubrir patrones en grandes volúmenes de conjuntos de datos utilizando métodos de inteligencia artificial, aprendizaje automático, estadística y sistemas de bases de datos. Se trata de extraer información de un conjunto de datos y transformarla en una estructura comprensible para su uso posterior.

Se estudia la minería de datos en el contexto educativo, que abarca: repaso de técnicas de aprendizaje automático, recolección de datos y preprocesado y técnicas de análisis y descubrimiento de nuevo conocimiento.

Se estudia:

1. Aprendizaje automático
1. Algoritmos supervisados
2. Algoritmos no supervisados
2. Preprocesado
3. Técnicas

Tema 4: Analítica del aprendizaje

Se amplía el estudio de la analítica del aprendizaje introducida en el tema 1.

En este tema se estudiarán distintos aspectos de la analítica del aprendizaje desde un punto de vista teórico siguiendo el manual Lang, C., Siemens, G., Wise, A., & Gasevic, D. (Eds.). (2017). Handbook of learning analytics. New York: SOLAR, Society for Learning Analytics and Research.

Los contenidos del tema son:

1. Teoría y analítica del aprendizaje
2. Introducción a los métodos computacionales
3. Medidas y usos en la analítica del aprendizaje
4. Ética y analítica del aprendizaje

Tema 5: Visualización, aprendizaje colaborativo y social y análisis de datos

En este tema se estudian las técnicas que se utilizan en los siguientes ámbitos:

1. Visualización
2. Aprendizaje social y colaborativo
3. Análisis del aprendizaje social

METODOLOGÍA

Esta asignatura tiene como objetivos:

- *Promover la participación* del estudiante en un proceso de aprendizaje basado en la realización de tareas
- *Fomentar el aprendizaje basado en la investigación y la experimentación*
- *Favorecer el seguimiento y la evaluación continua*
- *Fomentar el aprendizaje en colaboración*: aunque el número de estudiantes del curso académico condicione este tipo de tareas, todos los trabajos solicitados, con excepción del trabajo final de la asignatura, requerirán compartir en el foro su resultado y serán objeto de evaluación, tanto los trabajos como los comentarios de otros estudiantes sobre los mismos, encaminados estos últimos a valorarlos y mejorarlos antes de ser enviados finalmente como informe al equipo docente de la asignatura

La metodología del trabajo de la asignatura se basa en una **planificación temporal de las actividades**. Existirán diferentes módulos o unidades didácticas. Cada uno de éstos tendrá asociado unas unidades de aprendizaje y requerirá realizar las actividades relacionadas con el mismo.

Los tipos de actividades previstos pueden englobarse en las siguientes categorías:

- Lecturas de artículos científicos e informes
- Casos prácticos: asociados al uso de aplicaciones
- Desarrollo de componentes o prototipos de sistemas
- Trabajos en proyectos colaborativos (cuando el número de estudiantes lo permita)
- Trabajos de investigación, en su caso y para los estudiantes interesados, enmarcados en su trabajo fin de máster.
- Realización de un trabajo final de mayor complejidad en el que se incluyan aspectos teóricos y aplicados.

Se irá elaborando una Sección de **Preguntas Más Frecuentes (P+F)** que responde a preguntas realizadas en los diferentes cursos académicos

Esta asignatura pretende ofrecer una perspectiva en la que los conceptos y técnicas estudiados proporcionen una visión crítica que sirva, tanto para comprender y utilizar los métodos y las herramientas más actuales del campo como para asentar una perspectiva de futuro, que permita adaptarse a los cambios continuos de esta área de conocimientos.

SISTEMA DE EVALUACIÓN

TIPO DE PRIMERA PRUEBA PRESENCIAL

Tipo de examen

No hay prueba presencial

TIPO DE SEGUNDA PRUEBA PRESENCIAL

Tipo de examen2

No hay prueba presencial

CARACTERÍSTICAS DE LA PRUEBA PRESENCIAL Y/O LOS TRABAJOS

Requiere Presencialidad

No

Descripción

La evaluación es un aspecto esencial del propio proceso de aprendizaje y como tal se hará uso de ésta.

La evaluación estará fundamentalmente orientada a facilitar la capacidad de autocomprensión de los conocimientos y las destrezas adquiridas y para ello se compartirán los trabajos y se recibirán un informe personalizado del equipo docente de aquellos de mayor interés. Se pretende fomentar la capacidad de evaluación colaborativa

En cuanto a los ejercicios que requieran trabajo colaborativo (en su caso), se evaluará una parte individual y otra que será el resultado de la colaboración. Si el número de estudiantes lo permitiese, se haría una experiencia de trabajo colaborativo basada en el Marco Lógico Colaborativo, que es un marco de trabajo desarrollado por el grupo de investigación aDeNu de UNED.

Esta experiencia contaría con el respaldo y seguimiento del Proyecto de Innovación Docente titulado: Soporte afectivo en el Marco Lógico Colaborativo (MLC).

TRABAJO (PROYECTO) FINAL DE LA ASIGNATURA

Desde el principio del curso el alumno debe ser consciente de la necesidad de realizar un proyecto final de la asignatura que cubre, desde el punto de vista del trabajo requerido, una parte significativa de los créditos de la asignatura. Para facilitar su selección, habrá una tarea destinada a su propuesta, que será evaluada si es el resultado de un interés específico del estudiante. En estos casos también será evaluado el resultado del proyecto final una vez se acepte y evalúe la propuesta.

Para realizar el proyecto final existen dos alternativas. La primera consiste en seguir el planteamiento propuesto en cada curso y la segunda enmarcarlo en el trabajo final del máster, asumiendo así un interés específico del estudiante. Para esto último, deberá haber un acuerdo con el equipo docente de la asignatura y el tutor del trabajo final del máster.

El proyecto final elegido requiere atender una serie de fases comunes a cualquier proceso de desarrollo de un sistema adaptativo en educación.

El proyecto final propuesto por el equipo docente requerirá un desarrollo práctico por parte del estudiante.

Criterios de evaluación

Para los estudios, análisis, revisiones del estado del arte, etc. se valorará especialmente:

concretar de forma explícita y documentada cómo se responde a cada una de las preguntas planteadas en una tarea o sintetizar los aspectos de mayor interés haber utilizado fuentes de documentación diversas y actualizadas para contrastar la argumentación introducida dejando claras las coincidencias que muestran diversos estudios del estado del arte al respecto de los puntos estudiados seguir en la descripción los principios de los artículos científicos del campo en cuanto al formato, estructura y contenidos

En definitiva, se trata de evaluar si se ha sabido documentar, explicar, razonar, contrastar... los análisis y estudios realizados.

Para los casos prácticos, se valorará el desarrollo realizado, la documentación y una memoria que resuma objetivos. En concreto:

Memoria que explique el desarrollo-diseño

Objetivos y justificación de su interés

Descripción de las tareas realizadas

Descripción detallada del modelado de usuario

Planteamiento de la evaluación

Un fichero comprimido con el desarrollo

Ponderación de la prueba presencial y/o los trabajos en la nota final 60% (ver nota final)

Fecha aproximada de entrega Entrega PEC 20 de junio

Comentarios y observaciones

La selección del tipo de proyecto requiere un acuerdo con el equipo docente y se realiza a través de la realización de la tarea correspondiente; esto es, "Planteamiento del Proyecto Final de la Asignatura"

PRUEBAS DE EVALUACIÓN CONTINUA (PEC)

¿Hay PEC? Si, PEC no presencial

Descripción

La PEC será un ejercicio que requerirá una parte práctica o un diseño para un desarrollo práctico que se resultase efectivo. En la PEC siempre se abordará el análisis y modelado en el contexto de los SAE.

En la PEC se elaborará una memoria sobre la misma que deberá permitir verificar la naturaleza práctica del trabajo, tanto en la descripción de lo desarrollado, como en el uso y valoración personal del mismo.

Criterios de evaluación

Se evaluarán las siguientes cuestiones fundamentales:

¿Se corresponde el trabajo de la PEC con una dedicación equivalente al 60% del trabajo total realizado en la asignatura?

¿Cumple el trabajo los objetivos de iniciación a la investigación? En particular, ¿demuestra conocer la metodología científica a la hora de plantear y desarrollar un trabajo de investigación?

¿Ha establecido y motivado con claridad los objetivos de su investigación?

¿Ha contextualizado su propuesta adecuadamente con respecto a las áreas de investigación relevantes y el estado del arte en esas áreas?

¿Ha desarrollado y evaluado su propuesta de forma consistente? ¿Ha realizado un análisis correcto de los resultados?

¿Cuál es la calidad de la memoria en cuanto a presentación y claridad de la exposición?

¿Cuál es la principal aportación del trabajo? ¿Queda claro en la memoria?

¿Se cubren las tareas esenciales en cualquier desarrollo de sistema adaptativo de educación: adquisición de los datos de entrada, identificación de las tareas de adaptación, modelado del usuario, evaluación empírica del sistema y del aprendizaje de los usuarios frente al sistema construido?

En las PEC también se valorará:

Recogida y análisis de datos: Esto implica recopilar y analizar datos relacionados con el rendimiento de los estudiantes, los resultados del aprendizaje y otros factores relevantes.

Algoritmos de aprendizaje automático: Los algoritmos de aprendizaje automático que se utilicen para identificar patrones en los datos y hacer predicciones basadas en esos patrones.

Los aspectos de personalización: La personalización es una característica clave de los sistemas inteligentes en educación, permitiendo experiencias de aprendizaje individualizadas basadas en las necesidades, intereses y estilo de aprendizaje de cada estudiante.

Integración con los sistemas existentes: El sistema inteligente debe integrarse con los sistemas y herramientas educativos existentes, como los sistemas de gestión del aprendizaje, los sistemas de información para estudiantes y las herramientas de evaluación. El uso de herramientas abiertas, estándares y repositorios compartidos serán valorados.

Se valorará la discusión de los aspectos implicados de ética, privacidad y diversidad funcional de las personas en su interacción con estos sistemas. Cuando la PEC requiera, en todo o en una parte, trabajo colaborativo, el estudiante deberá indicar en la memoria del trabajo realizado cuáles fueron sus aportaciones en el desarrollo del caso práctico colaborativo planteado. La estructura y contenidos de dicha memoria se establecerán al ser publicada su enunciado.

Ponderación de la PEC en la nota final

60% (ver nota final)

Fecha aproximada de entrega

Entrega PEC 20 de junio

Comentarios y observaciones

La carga de trabajo se distribuye como sigue:

actividades prácticas, 30% esfuerzo = 60 horas estimadas

actividades sobre contenidos = 45 horas.

En todos los trabajos de análisis propuestos en las distintas actividades se espera un estudio comparativo que considere otras referencias y trabajos relacionados más recientes, de acuerdo con los objetivos generales de esta asignatura en un máster de investigación. Para ello se requiere:

Revisar e interpretar artículos científicos y **documentar con referencias todas aquellas fuentes que se hayan utilizado**. Esto es, cuando se mencionan sistemas contruidos o se realizan afirmaciones debe indicarse con referencias bien contruidas dichas fuentes.

Recopilar, organizar y utilizar el material estudiado con el fin de integrar y construir descripciones que identifiquen y **sinteticen los aspectos de mayor interés**. No se trata de crear documentos con muchas páginas sino de concretar lo importante y tener en cuenta la planificación y carga de trabajo previstas.

Se debe **concretar de forma explícita y documentada cómo se responde a cada una de las preguntas planteadas en una tarea** y no basta con describir de forma (poco organizada) temas incluidos en dichas preguntas.

Escribir los trabajos propuestos siguiendo los principios de los artículos científicos del campo en cuanto al **formato, estructura y contenidos**. En concreto, para reportar referencias bibliográficas y organizar los trabajos se aconseja leer la documentación disponible desde la **ayuda inicial del curso**, donde se encuentran enlaces a:

Criterios a tener en cuenta al leer un artículo de investigación: *How to read a research paper*

Cómo escribir y publicar un artículo científico: Apartados: Escribir un artículo y Publicar de la Web temática de la Universidad de Alcalá o Notar: por ejemplo, las referencias no se incluyen como notas al pié de página sino mediante una **sección específica de referencias** siguiendo **formatos de especificación reconocidos**, como pueda ser APA, IEEE, ...

Notar: por ejemplo, **las referencias deben ser completas** (autores, título, lugar de publicación, año e identificador único si existiese) no se incluyen como notas al pié de página sino mediante una sección específica siguiendo formatos de especificación reconocidos, como pueda ser APA.

OTRAS ACTIVIDADES EVALUABLES

¿Hay otra/s actividad/es evaluable/s?

Si,no presencial

Descripción

Criterios de evaluación

Ponderación en la nota final

30%

Fecha aproximada de entrega

Entrega Tareas 31 mayo

Comentarios y observaciones

Se irán planteando las fechas de entrega de cada tarea a lo largo del curso en el momento de su publicación, siguiendo la planificación prevista.

¿CÓMO SE OBTIENE LA NOTA FINAL?

La calificación final de la asignatura se calculará de la siguiente forma:

Nota final = $(0.6 \times \text{Nota PEC}) + (0.3 \times \text{Nota de las actividades planteadas a lo largo del curso}) + (0.1 \times \text{Nota de participación activa y aportaciones a lo largo del curso})$

Aprobarán la asignatura los estudiantes que consigan al menos 5 puntos en la nota final.

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

ISBN(13):9780995240803

Título:THE HANDBOOK OF LEARNING ANALYTICS (2017)

Autor/es:Charles Lang ; Dragan Gašević ; Alyssa Wise ; George Siemens ;

Editorial:SOLAR

ISBN(13):9781492032649

Título: HANDS-ON MACHINE LEARNING WITH SCIKIT-LEARN, KERAS AND TENSORFLOW (Second)

Autor/es:Aurélien Géron ;

Editorial:O'Reilly Media

ISBN(13):9781787126787

Título:LEARNING DATA MINING WITH PYTHON (2017)

Autor/es:Layton, Robert ;

Editorial:Packt Publishing

ISBN(13):9788496094215

Título:SISTEMAS INTERACTIVOS DE ENSEÑANZA/APRENDIZAJE (1ª)

Autor/es:Gaudioso Vázquez, Elena ; González Boticario, Jesús ;

Editorial:SANZ Y TORRES

1. Bibliografía Básica

En el curso virtual se ofrece contenido creado por el equipo docente sobre la bibliografía básica.

La bibliografía básica se complementa con los siguientes artículos, o secciones de estos, que aparecen en la sección de los contenidos de esta guía:

- Boticario, J, Aspectos básicos del modelado del usuario en sistemas adaptativos de educación (2023) (disponibles en el curso virtual).
- Joksimovi, S., Kovanovi, V., & Dawson, S. (2019). The journey of learning analytics. HERDSA Review of Higher Education, 6, 27-63.

- Keim, D., Andrienko, G., Fekete, J. D., Görg, C., Kohlhammer, J., & Melançon, G. (2008). Visual analytics: Definition, process, and challenges. In *Information visualization* (pp. 154-175). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Vieira, C., Parsons, P., & Byrd, V. (2018). Visual learning analytics of educational data: A systematic literature review and research agenda. *Computers & Education*, 122, 119-135.
- Saqr, M., & Alamro, A. (2019). The role of social network analysis as a learning analytics tool in online problem based learning. *BMC medical education*, 19(1), 1-11.
- Romero, C., & Ventura, S. (2020). Educational data mining and learning analytics: An updated survey. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Data Mining and Knowledge Discovery*, 10(3), e1355.
- Romero, C., Romero, J. R., & Ventura, S. (2014). A survey on pre-processing educational data. In *Educational data mining* (pp. 29-64). Springer, Cham.
- Manjarres, A. V., Sandoval, L. G. M., & Suárez, M. S. (2018). Data mining techniques applied in educational environments: Literature review. *Digital Education Review*, (33), 235-266.
- Boticario J.G., Aspectos básicos del modelado de usuario en sistemas adaptativos de educación (2022). UNED
- Bull S., Kay J. (2010) Open Learner Models. In: Nkambou R., Bourdeau J., Mizoguchi R. (eds) *Advances in Intelligent Tutoring Systems. Studies in Computational Intelligence*, vol 308. Springer, Berlin, Heidelberg. DOI:10.1007/978-3-642-14363-2_15
- B Cook R., Kay J., Kummerfeld B. (2015) MOOCIm: User Modelling for MOOCs. In: Ricci F., Bontcheva K., Conlan O., Lawless S. (eds) *User Modeling, Adaptation and Personalization. UMAP 2015. Lecture Notes in Computer Science*, vol 9146. Springer, Cham. DOI:10.1007/978-3-319-20267-9_7
- Bull S., Kay J. (2013) Open Learner Models as Drivers for Metacognitive Processes. In: Azevedo R., Aleven V. (eds) *International Handbook of Metacognition and Learning Technologies. Springer International Handbooks of Education*, vol 28. Springer, New York, NY. DOI:10.1007/978-1-4419-5546-3_23
- Kay, J. (2008). Lifelong Learner Modeling for Lifelong Personalized Pervasive Learning. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 1(4), 215–228. <https://doi.org/10.1109/TLT.2009.9>
- Paramythis, A., Weibelzahl, S., & Masthoff, J. (2010). Layered evaluation of interactive adaptive systems: Framework and formative methods. *User Modeling and User-Adapted Interaction*, 20(5), 383–453. <https://doi.org/10.1007/s11257-010-9082-4>
- Tran, T. N. T., Felfernig, A., & Tintarev, N. (2021). Humanized recommender systems: State-of-the-art and research issues. *ACM Transactions on Interactive Intelligent Systems (TiiS)*, 11(2), 1-41.
- Fadel, C., Holmes, W., & Bialik, M. (2019). Artificial intelligence in education: Promises and implications for teaching and learning. The Center for Curriculum Redesign, Boston, MA.

Retrieved from <https://circls.org/primers/artificial-intelligence-in-education-promises-and-implications-for-teaching-and-learning>

- Calvet Liñán, L., & Juan Pérez, Á. A. (2015). Educational Data Mining and Learning Analytics: differences, similarities, and time evolution. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 12(3), 98-112.
- Barkley, E., Cross, K., Major, C., 2004. Collaborative Learning Techniques: A Practical Guide to Promoting Learning in Groups. Jossey Bass. Este manual guía a los educadores a través de todos los aspectos del trabajo en grupo, proporcionando información sólida sobre qué hacer, cómo hacerlo, y por qué es importante para el aprendizaje del estudiante. Los autores presentan procedimientos detallados de treinta técnicas de aprendizaje colaborativo y ofrecen sugerencias prácticas sobre una amplia gama de temas, entre ellos cómo formar grupos, asignar roles, crear espíritu de equipo, resolver problemas de evaluación y participación de los estudiantes.
- Johnson, D., Johnson, R., 2004. Cooperation and the use of technology. In: *Handbook of research on educational communications and technology*. Taylor and Francis Group, pp. 401–424. Estos autores son de referencia obligada en el campo y definen el aprendizaje colaborativo y explican sus ventajas, planteando el marco teórico para que el aprendizaje colaborativo se lleve a cabo.
- Social Network Analysis: Theory and Applications [1] Libro escrito por muchos colaboradores siguiendo la licencia Creative Commons. En este libro se enseña en profundidad el análisis de redes sociales, ofreciendo toda la información necesaria para comenzar un análisis de este tipo.

[1] <https://www.wiley.com/en-us/Social+Network+Analysis:+Theory+and+Applications-p-9781119836735>

- Anaya, A. R., & Boticario, J. G. (2011). Content-free collaborative learning modeling using data mining. *User Modeling and User-Adapted Interaction*, 21(1), 181–216. <https://doi.org/10.1007/s11257-010-9095-z>
- Boticario, J. G., Rodríguez-Ascaso, A., Santos, O. C., Raffenne, E., Montandon, L., Roldán, D., & Buendía, F. (2012). Accessible Lifelong Learning at Higher Education: Outcomes and Lessons Learned at two Different Pilot Sites in the EU4ALL Project. *JUCS - Journal of Universal Computer Science*, 18(1), 62–85. <https://doi.org/10.3217/jucs-018-01-0062>
- Bull, G., Thompson, A. D., Schmidt-Crawford, D., Garofalo, J., Hodges, C. B., Spector, J. M., ... & Kinshuk. (2016). Evaluating the impact of educational technology. *Journal of Digital Learning in Teacher Education*, 32(4), 117-118.
- Lynch, P., Singal, N., & Francis, G. A. (2022). Educational technology for learners with disabilities in primary school settings in low-and middle-income countries: a systematic

literature review. Educational Review, 1-27.

- Holstein, K., &Doroudi, S. (2022). Equity and Artificial Intelligence in education. In The Ethics of Artificial Intelligence in Education (pp. 151-173). Routledge.
- Ainscow, M. (2020). Promoting inclusion and equity in education: lessons from international experiences. Nordic Journal of Studies in Educational Policy, 6(1), 7-16.
- Holmes, W., Bektik, D., Denise, W., Woolf, B.P. (2018). Ethics in aied: Who cares? In Proceedings of the 19th International Conference on Artificial Intelligence in Education, pp. 551-553.
- Holmes, W., Bektik, D., Di Gennaro, M., Woolf, B.P., Luckin, R. (2019). Ethics in aied: Who cares? In Proceedings of the 20th International Conference on Artificial Intelligence in Education, pp. 424-425.

2. Bibliografía de Revisión de Fundamentos y Perspectiva Histórica

1. "Sistemas Interactivos de Enseñanza/Aprendizaje". González Boticario, J. y Gaudio E., 2003. Editorial: Sanz y Torres

Cubre en gran medida los contenidos de la asignatura y proporciona un resumen operativo de las cuestiones básicas de interés de cada uno de los temas tratados. Incluye igualmente referencias y enlaces a sitios de interés.

El objetivo principal de este texto es conseguir que el lector conozca las bases que fundamentan el desarrollo y uso de los llamados sistemas interactivos de enseñanza/aprendizaje (EA). Entendiendo como tales a los sistemas que en el campo de la educación utilizan fundamentalmente las técnicas y los recursos provenientes del campo de la Inteligencia Artificial (IA). Este libro aborda el campo de la adaptación y personalización del software como un tema esencial en una materia que trata del desarrollo de sistemas interactivos para un proceso tan dependiente del individuo y del momento como lo es el aprendizaje.

Por otro lado, en este libro se han introducido una serie de elementos adicionales que pretenden facilitar su comprensión. Estos elementos, además de proporcionar un valor añadido para los lectores inscritos en modelos de enseñanza a distancia, pretenden facilitar el uso del libro para distintos propósitos (organización docente, estudio de contenidos, realización de ejercicios prácticos, acceso a referencias web, consultas bibliográficas, etc.).

Título: Sistemas de aprendizaje colaborativo

Autor/es: Rodríguez Anaya, Antonio; González Boticario, Jesús;

Apuntes del Tema 2.

Editorial: se publica bajo licencia [Creative Commons \(Reconocimiento 4.0 Internacional License\)](#) y está accesible desde el Curso Virtual.

2. Resto de Materiales que componen la Bibliografía Básica

Dada la dispersión y actualidad de las fuentes utilizadas, y considerando la escasa bibliografía en castellano disponible, se ha optado por proponer algunas fuentes como

esenciales para los diferentes temas estudiados y otras serán de carácter complementario. Se proporcionarán materiales complementarios que se actualizarán cada año dada la evolución del campo sobre cada uno de los temas de la asignatura.

A continuación se muestran los únicos que se mantienen, referidos a la perspectiva histórica de los fundamentos

A) Fundamentos, Perspectiva Histórica y Áreas de Desarrollo

Self, J. Computational Mathematics: Towards a Science of Learning Systems Design. Computer Based Learning Unit. University of Leeds, 1995. (accesible desde <https://www.drakkar.co.uk/compmathetics.pdf>).

Self, J. Formal approaches to student modelling. In McCalla, Greer, J. (eds.), Student modelling: the key to individualized knowledge-based instruction, pp. 295-352, 1995

Artículos del número especial en homenaje a John Self del International Journal of Artificial Intelligence in Education 13 (2003).

Artículos del número especial del International Journal of Artificial Intelligence in Education (2016): Volume 26, Issue 2, June 2016. 25th Anniversary Issue, Part 2; Guest Editors: H. Chad Lane, Gordon McCalla, Chee-Kit Looi, and Susan Bull.

SCHANK, R. C. y CLEARY, C.: Engines for Education. Lawrence Erlbaum, 1995. (accesible desde <https://www.engines4ed.org/hyperbook/>)

B) Fundamentos de Hipermedia Adaptativa y Sistemas de Educación Adaptativos en la Web

Artículos de Peter Brusilovsky sobre hipermedia adaptativa (accesibles desde: <https://www2.sis.pitt.edu/~peterb/>)

Por ejemplo:

Brusilovski, P., Kobsa, A., & Nejd, W. (Eds.). (2007). The adaptive web: methods and strategies of web personalization (Vol. 4321). Springer Science & Business Media.

Brusilovsky, P., Sosnovsky, S., and Yudelson, M. (2009) Addictive links: The motivational value of adaptive link annotation. New Review of Hypermedia and Multimedia 15 (1), 97-118.

Hsiao, I.-H., Sosnovsky, S., and Brusilovsky, P. (2010). Guiding students to the right questions: adaptive navigation support in an E-Learning system for Java programming. Journal of Computer Assisted Learning 26 (4), 270-283

Hsiao, I. H., Bakalov, F., Brusilovsky, P., and König-Ries, B. (2013). Progressor: social navigation support through open social student modeling. New Review of Hypermedia and Multimedia 19 (2), 112-131.

C) Fundamentos de Modelado del usuario

Artículos de Michael Pazzani sobre modelado del usuario (accesibles desde: <https://www.cs.rutgers.edu/~pazzani/Publications/index.html>).

Revisión del estado del arte sobre Modelado de Usuario:

Artículos de la revista User modeling and user-adapted interaction: I Volume 11, Issue 1-2, 2001. Por ejemplo:

Kobsa, Alfred. "Generic user modeling systems." User modeling and user-adapted interaction 11.1-2 (2001): 49-63.

Artículos de Bull & Kay sobre Open Learner Models: por ejemplo:

- Bull, S. & Kay, J. (2007). Student Models that Invite the Learner In: The SMILI Open Learner Modelling Framework. International Journal of Artificial Intelligence in Education, 17(3), pp. 89-120.
- Bull, S. & Kay, J. (2008). Metacognition and Open Learner Models. In Roll, I. & Aleven, V. (Eds), Proceedings of Workshop on Metacognition and Self-Regulated Learning in Educational Technologies - International Conference on Intelligent Tutoring Systems (pp.7-20).
- Bull, Susan y Judy Kay (2010). Open learner models. In: Nkambou, R., Bourdeau, J., Mizoguchi, R. (eds.). Advances in Intelligent Tutoring Systems, pp. 318–338. Springer, Berlin.
- Bull, Susan y Judy Kay (2013). Open learner models as drivers for metacognitive processes. In: Azevedo, R., Aleven, V. (eds.) International Handbook on Metacognition and Learning Technologies. Springer, New York.

D) Fundamentos de Interfaces adaptativos

Artículos de Pat Langley sobre interfaces adaptativos (accesibles desde: <https://www.isle.org/~langley>).

E) Fundamentos de Sistemas de aprendizaje colaborativo

Dillenbourg, P. (Ed.), 1996. Collaborative learning: Cognitive and computational approaches. Pergamon, Elsevier Science.

Johnson, D., Johnson, R., 2004. Cooperation and the use of technology. In: Handbook of research on educational communications and technology. Taylor and Francis Group, pp. 401–424.

Johnson, D. W., Johnson, R. T., & Smith, K. A. (2014). Cooperative learning: Improving university instruction by basing practice on validated theory. Journal on Excellence in University Teaching, 25(4), 1–26.

F) Fundamentos de Analítica y Minería de Datos

The Handbook of Learning Analytics. (2017). Editors: Charles Lang, George Siemens, Alyssa Wise, Dragan Gašević. Society for Learning Analytics Research (<https://solaresearch.org/wp-content/uploads/2017/05/hla17.pdf>).

G) Fundamentos de Estándares, Interoperabilidad y Accesibilidad

Martínez Normand, Loïc. (2007). "Software Accessibility Standards, User Modelling and Adaptive Systems." TUMAS-A Workshop's Proceedings.

H) Fundamentos de Sistemas Recomendadores Educativos

Revisiones:

Manouselis, N., Drachsler, H., Verbert, K., & Santos, O. C. (2014). Recommender Systems for Technology Enhanced Learning. Springer Verlag New-York.

Santos, O. C. & Boticario (Eds.). (2011). Educational Recommender Systems and Technologies: Practices and Challenges. IGI Global.

Nota: A estas fuentes básicas habrá que sumar otras que se proporcionarán sobre cada tema a través de la plataforma de aprendizaje.

* **Online:** todas las direcciones proporcionadas pueden haber sufrido modificaciones de última hora por lo que pueden tener que ser actualizadas y para ello se recomienda utilizar los buscadores disponibles.

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

ISBN(13):9788496094734

Título: APRENDIZAJE AUTOMÁTICO (1ª)

Autor/es: González Boticario, Jesús ; Isasi Viñuela, Pedro ; Borrajo Millán, Daniel ;

Editorial: SANZ Y TORRES

Bibliografía Complementaria

Al exponer con detalle el programa de la asignatura, señalamos cuál es la bibliografía complementaria para cada tema o unidad didáctica, de modo que el estudiante que lo desee pueda profundizar en aquellos puntos que más le hayan interesado. En este apartado se van a describir los que merecen una reseña especial por la calidad de las aportaciones o por la importancia de los temas tratados.

Nota importante: La bibliografía que se detalla a continuación es la que se utilizará como punto de partida en cada bloque temático para concretar aspectos de interés. Dado que es un máster de investigación, esta bibliografía se corresponde con los fundamentos de cada tema y no necesariamente con el estado-del-arte actual. A través de las distintas actividades y documentación ofrecida en su caso, se trabajarán las fuentes recientes de los temas señalados:

Nota 1: El estudio de cada uno de los temas de la asignatura se realizará a través del desarrollo de las tareas del mismo.

Nota 2: Se proporcionarán enlaces básicos a las referencias bibliográficas existentes pero se espera, dada la naturaleza de la asignatura, que el estudiante complete dichas referencias.

Nota 3: Las direcciones web de los textos recomendados y las referencias proporcionadas podrían variar y se mantendrán actualizadas en el espacio virtual de la asignatura. En dicho caso, se comunicarán los cambios en dicho espacio.

Como textos complementarios, además de los señalados en cada tema, se recomiendan los siguientes (estos textos están en castellano y se han estado utilizando en diversas asignaturas de los estudios de Informática en la UNED):

- Borrajó, D., Boticario, J.G., Isasi, P. Aprendizaje Automático. Ed. Sanz y Torres 2006.
- En este libro en castellano se hace un repaso extenso de las principales técnicas de aprendizaje automático existentes que facilitan el desarrollo dinámico de los modelos de usuario de los SIEA adaptativos. En el mismo se incluye una revisión que comprende técnicas de aprendizaje: simbólico (p.ej., Aq, EBL, FOIL), mixtas (p.ej., C4.5, Bayesianos, Genéticos) y puramente no simbólico (p.ej., Redes neuronales). Tiene el valor adicional de utilizar un mismo marco de descripción para todos los algoritmos en los que se sintetiza su planteamiento desde el punto de vista de los problemas de búsqueda y las bias asociadas.
- Lang, C., Siemens, G., Wise, A., Gasevic, D., &Merceron, A. (2022). *Journal of Learning Analytics - Society for Learning Analytics Research (SoLAR)*.
<https://doi.org/10.18608/hla22>
- Última versión de esta reconocida fuente de trabajos de interés en el campo de las analíticas de aprendizaje. La primera versión tiene documentación sobre muchos temas del campo de especial valor:
- Lang, C., Siemens, G., Wise, A., &Gasevic, D. (2017). *Handbook of Learning Analytics. Handbook of Learning Analytics*. Society for Learning Analytics Research (SoLAR).
<https://doi.org/10.18608/hla17>
- Cristobal Romero, Sebastian Ventura, Mykola Pechenizkiy, Ryan S.J.d. Baker. Handbook of Education Data Mining. Ed. CRC Press, Taylor &Francis Group, 2010.
- Este libro proporciona una perspectiva de los trabajos en el campo hasta la fecha señalada cubriendo los métodos utilizados, aspectos psico-educativos relacionados y casos prácticos de uso de estos sistemas. La primera parte incluye estudios y tutoriales sobre las técnicas de DM usadas en educación y la segunda parte incluye 25 casos de estudio, ofreciendo así una perspectiva de interés de la variedad de temas implicados.
- Se aconseja completar su lectura con las siguientes fuentes:
- Peña-Ayala, Alejandro. "Educational data mining: A survey and a data mining-based analysis of recent works." *Expert systems with applications* 41.4 (2014): 1432-1462.
- Romero, Cristóbal, and Sebastián Ventura. "Educational data science in massive open online courses." *Wiley Interdisciplinary Reviews: Data Mining and Knowledge Discovery* 7.1 (2017).

Además de estos textos complementarios se pueden mencionar una serie de fuentes adicionales para los distintos bloques temáticos:

A) Fundamentos, Perspectiva Histórica y Áreas de Desarrollo

Simon, H. What we know about learning. Speech at the 1997 Frontiers in Education Conference.

McArthur, D., Lewis, M., Bishay, M. The Roles of Artificial Intelligence in Education: Current Progress and Future Prospects. RAND Corporation, DRU-472-NSF, 1993.

Artículos de Peter Brusilovsky sobre revisiones del campo y evolución de los SAE (accesibles desde: <https://www2.sis.pitt.edu/~peterb/>)

B) Hipermedia Adaptativa y Sistemas de Educación Adaptativos en la Web

Artículos de Peter Brusilovsky sobre hipermedia adaptativa (accesibles desde:

<https://www2.sis.pitt.edu/~peterb/>)

(buscar otros ejemplos relacionados)

C) Modelado del usuario

Chrysafiadi, Konstantina, and Maria Virvou. "Student modeling approaches: A literature review for the last decade." *Expert Systems with Applications* 40.11 (2013): 4715-4729.

Carmagnola, Francesca, Federica Cena, and Cristina Gena. "User model interoperability: a survey." *User Modeling and User-Adapted Interaction* 21.3 (2011): 285-331.

Cocea, Mihaela, and George D. Magoulas. "Participatory Learner Modelling Design: A methodology for iterative learner models development." *Information Sciences* 321 (2015): 48-70.

D) Interfaces adaptativos

Sitio web del grupo ADENU (<https://blogs.uned.es/adenu/>)

E) Sistemas de aprendizaje colaborativo

Dennen, V., 2013. Designing collaborative learning through computer support. In: *The International Handbook of Collaborative Learning*. Routledge.

Isotani, S., Inaba, A., Ikeda, M., Mizoguchi, R., 2009. An ontology engineering approach to the realization of theory-driven group formation. *International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning* 4 (4), 445–478.

Jeoung, H., Hmelo-Silver, C. E., 2010. Technology use in cscl: A content meta-analysis. In: *Proceedings of the 43rd Hawaii International Conference on System Sciences*.

Magnisalis, I., Demetriadis, S., Karakostas, A., 2011. Adaptive and intelligent systems for collaborative learning support: A review of the field. *IEEE Transactions on Learning Technologies* 4 (1), 5–22.

Artículos del grupo aDeNu sobre sistemas colaborativos. Algunos ejemplos:

Anaya, A. R., González-Boticario, J., Letón, E., & Hernández-del-Olmo, F. (2015). An Approach of Collaboration Analytics in MOOCs Using Social Network Analysis and Influence Diagram. In EDM (pp. 492-495).

Anaya, A. R., & Boticario, J. G. (2013). A domain-independent, transferable and timely analysis approach to assess student collaboration. *International Journal on Artificial Intelligence Tools*, 22(04), p. 1350020.

Anaya, A. R., & Boticario, J. G. (2011). Content-free collaborative learning modeling using data mining. *User Modeling and User-Adapted Interaction*, 21(1-2), 181-216.

Lobo, J. L., Santos, O. C., Boticario, J. G., & Del Ser, J. (2016). Identifying recommendation opportunities for computer-supported collaborative environments. *Expert Systems*, 33(5),

463-479.

Santos, O. C., &Boticario, J. G. (2014). Involving users to improve the collaborative logical framework. *The Scientific World Journal*, 2014.

F) Analítica y Minería de Datos

Romero, C., &Ventura, S. (2020). Educational data mining and learning analytics: An updated survey. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Data Mining and Knowledge Discovery*, 10(3), e1355. <https://doi.org/10.1002/widm.1355>

Siemens, George, and Ryan SJ d Baker., (2012). "Learning analytics and educational data mining: towards communication and collaboration." *Proceedings of the 2nd international conference on learning analytics and knowledge*. ACM.

Ifenthaler, Dirk. "Designing Effective Digital Learning Environments: Toward Learning Analytics Design." (2017): 401-404.

Teasley, Stephanie D. "Student Facing Dashboards: One Size Fits All?." *Technology, Knowledge and Learning* 22.3 (2017): 377-384.

Sobre EDM ver los antedichos trabajos de Romero y Ventura al respecto

Algún ejemplo de trabajos del grupo aDeNu:

Serrano-Mamolar, A., Arevalillo-Herráez, M., Chicote-Huete, G., &G. Boticario, J. G. (2021). An Intra-Subject Approach Based on the Application of HMM to Predict Concentration in Educational Contexts from Nonintrusive Physiological Signals in Real-World Situations. *Sensors*, 21(5), 1777. <https://doi.org/10.3390/s21051777>

S. Salmeron-Majadas, R. S. Baker, O. C. Santos and J. G. Boticario, "A Machine Learning Approach to Leverage Individual Keyboard and Mouse Interaction Behavior From Multiple Users in Real-World Learning Scenarios," in *IEEE Access*, vol. 6, pp. 39154-39179, 2018.

Salmeron-Majadas, S., Santos, O. C., &Boticario, J. G. (2015, June). Towards Multimodal Affective Detection in Educational Systems Through Mining Emotional Data Sources. In *International Conference on Artificial Intelligence in Education*(pp. 860-863). LNCS/LNAI 9112, Springer.

Gaudio, E., &Boticario, J. G. (2003, July). Towards web-based adaptive learning communities. Ulrike Hoppe, Felisa Verdejo, Judy Kay (Eds.) In *Proceedings of the 11th International Conference on Artificial Intelligence in Education (AIED'2003)*. Sidney, Australia.

Gaudio, E., &Boticario, J. G. (2004). An ensemble of classifiers approach to user modeling on adaptive learning communities. *International Journal on Artificial Intelligence Tools*, 13(02), 383-409.

G) Estándares, Interoperabilidad y Accesibilidad

Caliper Analytics: <https://www.imslobal.org/caliper-analytics-v11-introduction>

GRAPPLE European Project: <https://cordis.europa.eu/project/id/215434/es>

EU4ALL European Project: Boticario, J. G., Rodriguez-Ascaso, A., Santos, O. C., Raffenne, E., Montandon, L., Roldán, D., &Buendía, F. (2012). Accessible Lifelong Learning at Higher

Education: Outcomes and Lessons Learned at two Different Pilot Sites in the EU4ALL Project. *JUCS - Journal of Universal Computer Science*, 18(1), 62–85.

<https://doi.org/10.3217/jucs-018-01-0062>

Sampson, D. G., & Zervas, P. (2011). Supporting accessible technology-enhanced training: the eaccess2learn framework. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 4(4), 353-364

Batanero, C., Fernández-Sanz, L., Piironen, A. K., Holvikivi, J., Hilera, J. R., Otón, S., & Alonso, J. (2017). Accessible platforms for e-learning: A case study. *Computer Applications in Engineering Education*, 25(6), 1018-1037.

Organero, M. M., Kloos, C. D., & Merino, P. M. (2010). Personalized service-oriented e-learning environments. *IEEE Internet Computing*, 14(2), 62-67.

Artículos del grupo aDeNu sobre el uso de estándares en los SAE actuales y sobre el tratamiento requerido para realizar un modelado inclusivo que considere la diversidad de las características de interacción existentes (disponibles desde <https://blogs.uned.es/adenu/>)

Algunos ejemplos:

Boticario, J. G., Rodríguez-Ascaso, A., Santos, O. C., Raffenne, E., Montandon, L., Roldán Martínez, D., & Buendía García, F. (2012). Accessible lifelong learning at higher education: outcomes and lessons Learned at two different Pilot Sites in the EU4ALL Project. In *Journal of Universal Computer Science* (Vol. 18, No. 1, pp. 62-85). Graz University of Technology, Institut für Informationssysteme und Computer Medien (IICM).

Baldiris, S., Santos, O. C., Moreno, G., Huerva, D., Fabregat, R., & Boticario, J. G. (2008, July). Management of learning styles, competences and access device preferences to alleviate the authoring of standard-based adaptive learning designs. In *A3H: Sixth International Workshop on Authoring of Adaptive and Adaptable Hypermedia* (p. 81).

Martin, L., y Restrepo, E. G., Barrera, C., Ascaso, A. R., Santos, O. C., & Boticario, J. G. (2007, December). Usability and accessibility evaluations along the eLearning cycle. In *International Conference on Web Information Systems Engineering* (pp. 453-458). Springer, Berlin, Heidelberg.

Rodríguez-Ascaso, A., Boticario, J. G., Finat, C., & Petrie, (2007). "Setting accessibility preferences about learning objects within adaptive elearning systems: User experience and organizational aspects." *Expert Systems* 34.4.

Rodríguez-Ascaso, Alejandro, and Jesús G. Boticario, (2015). "Accesibilidad y MOOC: Hacia una perspectiva integral." *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia* 18.2 (2015).

Rodríguez-Ascaso, A., Boticario, J. G., Finat, C., del Campo, E., Saneiro, M., Alcocer, E., ... & Mazzone, E. (2011, July). Inclusive scenarios to evaluate an open and standards-based framework that supports accessibility and personalisation at higher education. In *International Conference on Universal Access in Human-Computer Interaction* (pp. 612-621). Springer, Berlin, Heidelberg.

Santos, O. C., Boticario, J. G., Raffenne, E., Granado, J., Rodríguez-Ascaso, A., & Gutierrez y Restrepo, E. (2010). A Standards-Based Framework to Support Personalisation, Adaptation and Interoperability in Inclusive Learning Scenarios (pp. 126-169). IGI Publisher: Hershey, PA, USA.

Santos, O., & Boticario, J. (2011). A General Framework for Inclusive Lifelong Learning in Higher Education Institutions with Adaptive Web-Based Services that Support Standards. In *E-Infrastructures and Technologies for Lifelong Learning: Next Generation Environments* (pp. 29-58). IGI Global.

H) Sistemas Recomendadores Educativos

Siemens, George, and Ryan SJ d Baker., 2012. "Learning analytics and educational data mining: towards communication and collaboration." *Proceedings of the 2nd international conference on learning analytics and knowledge*. ACM.

Artículos del grupo aDeNu sobre el uso de sistemas recomendadores en los SAE actuales (disponibles desde <https://blogs.uned.es/adenu/>). Algunos ejemplos:

Santos, O. C., & Boticario, J. G. (2015). Practical guidelines for designing and evaluating educationally oriented recommendations. *Computers & Education*, 81, 354-374.

Santos, O. C., Boticario, J. G., & Pérez-Marín, D. (2014). Extending web-based educational systems with personalised support through User Centred Designed recommendations along the e-learning life cycle. *Science of Computer Programming*, 88, 92-109.

Santos, O. C., Boticario, J. G., & Manjarrés-Riesco, Á. (2014). An approach for an affective educational recommendation model. In *Recommender Systems for Technology Enhanced Learning* (pp. 123-143). Springer, New York, NY.

Santos, O. C., Uria-Rivas, R., Rodriguez-Sanchez, M. C., & Boticario, J. G. (2016). An open sensing and acting platform for context-aware affective support in ambient intelligent educational settings. *IEEE Sensors Journal*, 16(10), 3865-3874.

Hernandez-del-Olmo, F., Gaudio, E., & Boticario, J. G. (2005, July). Evaluating the intrusion cost of recommending in recommender systems. In *International Conference on User Modeling* (pp. 342-346). Springer, Berlin, Heidelberg.

I) Computación Afectiva y Aprendizaje ("engagement" y otros)

D'Mello, S., Dieterle, E., & Duckworth, A. (2017). Advanced, analytic, automated (AAA) measurement of engagement during learning. *Educational Psychologist*, 52(2), 104-123.

Monkaresi, H., Bosch, N., Calvo, R. A., & D'Mello, S. K. (2017). Automated {Detection} of Engagement Using Video-Based Estimation of Facial Expressions and Heart Rate. *IEEE Transactions on Affective Computing*, 8(1), 15-28.

<https://doi.org/10.1109/TAFFC.2016.2515084>

Grawemeyer, B., Mavrikis, M., Holmes, W., Gutiérrez-Santos, S., Wiedmann, M., & Rummel, N. (2017). Affective learning: improving engagement and enhancing learning with affect-aware feedback. *User Modeling and User-Adapted Interaction*, 27(1), 119-158.

<https://doi.org/10.1007/s11257-017-9188-z>

Mega, C., Ronconi, L., & De Beni, R. (2014). What makes a good student? How emotions, self-regulated learning, and motivation contribute to academic achievement. *Journal of Educational Psychology*, 106(1), 121–131. <https://doi.org/10.1037/a0033546>

Henrie, C. R., Halverson, L. R., & Graham, C. R. (2015). Measuring student engagement in technology-mediated learning: A review. *Computers & Education*, 90, 36–53.

<https://doi.org/https://dx.doi.org/10.1016/j.compedu.2015.09.005>

Artículos del grupo aDeNu sobre computación afectiva y aprendizaje (disponibles desde <https://blogs.uned.es/adenu/>). Algunos ejemplos:

Uria-Rivas, Rodriguez-Sanchez, Santos, Vaquero, & Boticario. (2019). Impact of Physiological Signals Acquisition in the Emotional Support Provided in Learning Scenarios. *Sensors*, 19(20)

Cabestrero, R., Quirós, P., Santos, O. C., Salmeron-Majadas, S., Uria-Rivas, R., Boticario, J. G., ... Ferri, F. J. (2018). Some insights into the impact of affective information when delivering feedback to students. *Behaviour & Information Technology*, 0(0), 1–12.

<https://doi.org/10.1080/0144929X.2018.1499803>

Mar Saneiro, Olga C. Santos, Sergio Salmeron-Majadas, and Jesus G. Boticario. 2014.

Towards emotion detection in educational scenarios from facial expressions and body movements through multimodal approaches. *Scientific World Journal* 2014. DOI:

10.1155/2014/484873 <https://doi.org/10.1155/2014/484873>

Manjarrés-Riesco, Á., Santos, O. C., Boticario, J. G., & Saneiro, M. (2013). Open issues in educational affective recommendations for distance learning scenarios. In *CEUR Workshop Proceedings* (Vol. 997, pp. 26–33).

Nota: A estas fuentes básicas habrá que sumar otras que se proporcionarán sobre cada tema a través de la plataforma de aprendizaje.

* **Online:** todas las direcciones proporcionadas pueden haber sufrido modificaciones de última hora por lo que pueden tener que ser actualizadas y para ello se recomienda utilizar los buscadores disponibles.

RECURSOS DE APOYO Y WEBGRAFÍA

Para alcanzar los objetivos propuestos, el curso se va a articular, como ya se ha comentado, a través de una plataforma especialmente diseñada para facilitar el trabajo individual y colaborativo en Internet (basada en comunidades virtuales), desarrollada por la Sección de Innovación del Centro de Innovación y Desarrollo Tecnológico de la UNED: aLF.

La plataforma de e-Learning aLF proporcionará el soporte requerido para gestionar los procesos de enseñanza y aprendizaje, compartir documentos y enlaces de interés, crear y participar en comunidades temáticas y grupos de trabajo específicos, realizar proyectos de diversa naturaleza, organizar el trabajo mediante agendas compartidas e individuales, acceder y publicar noticias de interés, etc. Esta plataforma permitirá realizar el seguimiento

de las actividades del curso, así como estar al tanto de cualquier información o documentación de interés relacionada con el mismo.

Evaluación y materiales de autoevaluación

Todos los temas incluirán la realización de casos de estudio y comparativas y habrá ejercicios de autoevaluación para que el estudiante pueda evaluar el grado de aprovechamiento del estudio realizado y constatar así su evolución en el proceso de aprendizaje.

Los ejercicios de autoevaluación serán ejercicios interactivos que dejarán constancia de las respuestas correctas y los índices de aciertos.

Se incluirán además tareas transversales que se irán desarrollando a lo largo de los diversos apartados del temario y que serán evaluadas por el profesorado.

Los casos prácticos serán problemas más elaborados e incluirán la realización de tareas transversales. En ellos se incluirán referencias a otras fuentes disponibles online para ilustrar la naturaleza de las cuestiones involucradas.

Para realizar los **casos prácticos** promoverá el uso de herramientas de software abierto y libre y se proporcionarán los enlaces al software disponible en su caso. Se espera que el estudiante sea capaz de utilizar dichas fuentes y consultar, si fuese necesario, cuestiones concretas con los grupos de trabajo que dan soporte a dicho software. Esto será imprescindible para aquellos que elijan como proyecto final de la asignatura deseen realizar una colaboración con proyectos de investigación en marcha. Además de dichas fuentes, se proporcionarán para los casos prácticos genéricos documentación adicional sobre los procesos de instalación y el uso de las herramientas para alcanzar los objetivos previstos.

Todos estos materiales estarán disponibles a través de la plataforma de aprendizaje y se incluirán guías y documentación relacionadas con la realización de los casos prácticos.

En definitiva, todo el material de evaluación estará orientado a ayudar a constatar, de acuerdo a la planificación de la asignatura, el aprendizaje realizado.

Recursos en Internet (*):

- Asociación Internacional de Inteligencia Artificial en Educación (AIED):
•<https://iaied.org/>
- International Journal of Artificial Intelligence in Education:
<https://ijaied.org/journal/>
- User Modeling and User-Adapted Interaction:
<https://www.umuai.org/>
- Society for Learning Analytics Research (SoLAR)
<https://solaresearch.org/>
- Asociación Internacional de Minería de Datos aplicada a la Educación:
<https://www.educationdatamining.org/>
- Intelligent Tutoring Systems (ITS) International Conferences
<https://iis-international.org/its/>

- Artículos de Peter Brusilovsky:
<https://www2.sis.pitt.edu/~peterb/>
- Libro de Roger Schank sobre el desarrollo de STI:
<https://www.engines4ed.org/hyperbook/>
- Sistema SIETTE para realizar test adaptativos:
<https://portal.siette.org/>
- Software para el análisis de redes sociales:
https://en.wikipedia.org/wiki/Social_network_analysis_software
- Software de AHA:
<https://aha.win.tue.nl/>
- Investigación de Ryan Baker:
<https://www.upenn.edu/learninganalytics/ryanbaker/>
- Artículos de Pat Langley:
<https://www.isle.org/~langley>
- Páginas personales de Paul De Bra con enlaces a diversos sistemas:
<https://wwwis.win.tue.nl/~debra/>
- Organización sobre Modelado de Usuario, Personalización y Adaptación:
<https://www.um.org/>
- Advanced Distributed Learning (ADL) Initiative:
<https://www.adlnet.gov>
- IMS Global Learning Consortium:
<https://www.imsglobal.org/>
- Grupo de trabajo 12 sobre metadatos de objetos de aprendizaje (LOM) de la asociación IEEE:
<https://ltsc.ieee.org/wg12/>
- Fundación SIDAR sobre la accesibilidad web:
<https://www.sidar.org/recur/desdi/wai/>
- Sitio web del grupo ADENU:
<https://adenu.ia.uned.es> / <https://blogs.uned.es/adenu/>
- European ethical, legal, cultural and socio-economic values for AI:
www.ai4europe.eu/ethics
- AI Fairness 360 documentation:
<https://aif360.readthedocs.io/en/latest/>

* **Online:** todas las direcciones proporcionadas pueden haber sufrido modificaciones de última hora por lo que pueden tener que ser actualizadas y para ello se recomienda utilizar los buscadores disponibles.

IGUALDAD DE GÉNERO

En coherencia con el valor asumido de la igualdad de género, todas las denominaciones que en esta Guía hacen referencia a órganos de gobierno unipersonales, de representación, o miembros de la comunidad universitaria y se efectúan en género masculino, cuando no se hayan sustituido por términos genéricos, se entenderán hechas indistintamente en género femenino o masculino, según el sexo del titular que los desempeñe.