

**Aprentatge Computacional**

Codi: 104361  
Crèdits: 6

Titulació	Tipus	Curs	Semestre
2503758 Enginyeria de Dades	OB	3	1

La metodologia docent i l'avaluació proposades a la guia poden experimentar alguna modificació en funció de les restriccions a la presencialitat que imposin les autoritats sanitàries.

**Professor/a de contacte**

Nom: Ramón Baldrich Caselles  
Correu electrònic: Ramon.Baldrich@uab.cat

**Utilització d'idiomes a l'assignatura**

Llengua vehicular majoritària: català (cat)  
Grup íntegre en anglès: No  
Grup íntegre en català: Sí  
Grup íntegre en espanyol: No

**Prerequisits**

Es fonamental haver adquirit una bona base matemàtica així com tenir un bon nivell de programació, principalment en Python.

**Objectius**

L'assignatura pretén introduir els conceptes de la intel·ligència artificial que es basa en l'obtenció del coneixent, conceptes i tendències a partir de les dades. Es tracta de formar a l'alumne per ser un "enginyer de dades", i és una de les professions amb més futur i més demandades en l'actualitat per les grans empreses i start-ups tecnològiques. De fet, es preveu que el creixement de la demanda d'aquest professionals en enginyeria de dades sigui exponencial a nivell europeu, sobretot degut al creixement en la generació de dades massives. Així, el principal objectiu de l'assignatura és que l'alumne sàpiga trobar una bona solució (a vegades la millor és impossible) a problemes en contextes diferents dels tractats, a partir d'identificar les necessitats de representació del coneixement i, segons sigui aquest, aplicar la/les tècnica/ques més adequada/es per generar automàticament bons models matemàtics que expliquin les dades amb un error acceptable.

Els continguts escollits per aquesta assignatura són les tècniques i conceptes que s'usen extensivament en la indústria, entenent-la en el seu concepte més ampli. La base algorísmica serà fonamental durant el desenvolupament de l'assignatura que vol tenir un enfocament eminentment enginyeril, focalitzant-se en el ús de les propostes sense deixar de banda la comprensió dels fonaments matemàtics que les sustenten. Els algorismes i tècniques que es mostren són la base fonamental per a l'aprenentatge computacional 'tradicional' sense el que no es pot entendre les tècniques que es desenvoluparan en propers cursos. No per bàsiques són obsoletes, ans al contrari, cobreixen un gran ventall d'aplicacions i problemes on són fonamentals. L'alumne ha de ser conscient que aquest coneixement que és punta de llança de l'estat de l'art té una dificultat inherent, implicant un estudi i una dedicació considerables, quantificada en hores en la secció d'Activitats formatives d'aquesta guia. Això és perquè en aquesta assignatura no només s'ensenyen una part dels continguts més importants en matèria d'aprenentatge automàtic per esdevenir enginyer de dades, sino a més es treballa una línia de currículum que permeti ampliar el ventall de llocs de treball als que podreu accedir després de la carrera, així com posar les bases metodològiques necessàries per fer un Màster en enginyeria de dades o en intel·ligència artificial.

Els objectius de l'assignatura es poden resumir en:

Coneixements:

- Descriure les tècniques bàsiques d'aprenentatge computacional.
- Enumerar els passos essencials dels diferents algorismes d'aprenentatge
- Identificar els avantatges i inconvenients dels algorismes d'aprenentatge que s'expliquen.
- Resoldre problemes computacionals aplicant diferents tècniques d'aprenentatge per trobar la solució òptima.
- Entendre el resultat i les limitacions de les tècniques d'aprenentatge en diferents casos d'estudi.
- Saber escollir l'algorisme d'aprenentatge més adequat per solucionar problemes contextualitzats.

Habilitats:

- Reconèixer les situacions en les quals l'aplicació d'algorismes d'aprenentatge computacional pot ser adient per solucionar un problema
- Analitzar el problema a resoldre i dissenyar la solució òptima aplicant les tècniques apreses
- Redactar documents tècnics relacionats amb l'anàlisi i la solució d'un problema
- Programar els algorismes bàsics per solucionar els problemes proposats
- Avaluar els resultats de la solució implementada i valorar les possibles millores
- Defensar i argumentar les decisions preses en la solució dels problemes proposats

## Competències

- Analitzar les dades de forma eficient per al desenvolupament de sistemes intel·ligents amb capacitat d'aprenentatge autònom i/o per mineria de dades.
- Que els estudiants tinguin la capacitat de reunir i interpretar dades rellevants (normalment dins de la seva àrea d'estudi) per emetre judicis que incloguin una reflexió sobre temes destacats d'índole social, científica o ètica.
- Treballar cooperativament, en entorns complexos o incerts i amb recursos limitats, en un context multidisciplinari, assumint i respectant el rol dels diferents membres de l'equip.

## Resultats d'aprenentatge

1. Decidir el mètode d'aprenentatge de dades més adequat segons les característiques de les dades que cal analitzar.
2. Escollir l'algoritme de cerca i el paradigma de programació per a un problema d'optimització de paràmetres o estats.
3. Que els estudiants tinguin la capacitat de reunir i interpretar dades rellevants (normalment dins de la seva àrea d'estudi) per emetre judicis que incloguin una reflexió sobre temes destacats d'índole social, científica o ètica.
4. Treballar cooperativament, en entorns complexos o incerts i amb recursos limitats, en un context multidisciplinari, assumint i respectant el rol dels diferents membres de l'equip.

## Continguts

## Continguts

TEMA 1: INTRODUCCIÓ

1.1 Conceptes bàsics i els paradigmes bioinspirats

1.2 Història de l'aprenentatge computacional

## TEMA 2: REGRESSIÓ I CLASSIFICACIÓ

2.1 Regressió de dades numèriques: descens del gradient

2.2 Regularització i regressió logística

2.3 Classificació de dades numèriques: màquines de vectors de suport

2.4 Arbres de Decissió i Random Forest

2.5 Classificació Bayesiana

## TEMA 3: AGRUPACIÓ I CERCA

3.1 Memorització: aprenentatge mandrós

3.2 Sistemes recomanadors: Content-based vs. Collaborative filtering

3.3 Clustering: k-means i Expectation-Maximization

3.4 Algorismes genètics

## Metodologia

Tota la informació de l'assignatura i els documents relacionats que els estudiants necessitin es trobaran a la pàgina de Campus Virtual (<http://cv.uab.cat/>).

Les diferents activitats que es duran a terme en l'assignatura s'organitzen de la següent manera:

### Classes de teoria

S'exposaran els principals conceptes i algorismes de cada tema de teoria. Aquests temes suposen el punt de partida en el treball de l'assignatura.

### Seminaris de problemes

Seràn classes amb grups reduïts d'estudiants, que facilitin la interacció, o de caràcter individual, segons els casos. En aquestes classes es plantejaran casos pràctics que requereixin el disseny d'una solució en la que es facin servir els mètodes vistos a les classes de teoria. És impossible seguir les classes de problemes si no es segueixen els continguts de les classes de teoria. El resultat d'aquestes sessions és la resolució dels problemes que s'hauran d'entregar obligatòriament de foma setmanal. El mecanisme específic per a l'entrega, així com el mecanisme d'avaluació, s'indicarà en la pàgina web de l'assignatura (espai Caronte).

### Pràctiques de laboratori

Els grups de treball estaran formats per grups de 3-4 alumnes i s'hauran de formar la segona setmana del curs. Aquests grups de treball s'hauran de mantenir fins el final del curs i s'hauran d'autogestionar: repartiment de rols, planificació del treball, assignació de tasques, gestió dels recursos disponibles, conflictes, etc. Tot i que el professor guiarà el procés d'aprenentatge, la seva intervenció en la gestió dels grups serà mínima.

A l'inici del curs, es presentaran els problemes a resoldre i els alumnes definiran el seu propi projecte. Al llarg del semestre, els alumnes treballaran en grups cooperatius i hauran d'analitzar el problema escollit, dissenyar i implementar solucions basades en diferents algorismes d'aprenentatge computacional vistos a classe, analitzar els resultats obtinguts en cada un dels mètodes i defensar el seu projecte en públic.

Per desenvolupar el projecte, els grups treballaran de forma autònoma i les sessions de pràctiques s'han de dedicar principalment a resoldre dubtes amb el professor que farà el seguiment de l'estat del projecte, indicarà errors a corregir, proposarà millores, etc.

Algunes de les sessions es marcaran com sessions de control en les que s'haurà de lliurar alguna part del projecte. En aquestes sessions els grups hauran d'explicar la feina feta i el professor farà qüestions a tots els membres del grup per valorar la feina realitzada. L'assistència a aquestes sessions és obligatòria.

En la darrera sessió de cada un dels projectes de pràctiques, els grups faran una presentació del projecte on explicaran el projecte desenvolupat, la solució adoptada i els resultats obtinguts. En aquesta presentació cada membre del grup haurà de fer una part de la presentació.

## Activitats formatives

Títol	Hores	ECTS	Resultats d'aprenentatge
Tipus: Dirigides			
Contingut teoric	22	0,88	1, 2, 3
Tipus: Supervisades			
Classes pràctiques	16	0,64	1, 2, 3, 4
serminaris	10	0,4	1, 2
Tipus: Autònomes			
Preparació i realització dels projectes pràctics	52	2,08	1, 2, 3, 4
estudi	28	1,12	1, 2, 3

## Avaluació

Activitats i instruments d'avaluació:

Per avaluar l'assoliment dels coneixements i competències associats a l'assignatura s'estableix un mecanisme d'avaluació que combina l'assimilació dels coneixements, la capacitat de resolució de problemes, i de forma significativa, la capacitat de generar solucions computacionals a problemes complexos, tant grupal com individualment.

Amb aquest objectiu es divideix l'avaluació en tres parts:

– Avaluació de continguts teòrics-pràctics

La nota final de continguts es calcularà a partir de dos exàmens parcials:

$$\text{Nota Continguts} = 1/N * \text{Prova}_i$$

El número de proves pot variar i com a mínim seran 2. Per a poder tenir una nota de continguts caldrà que les notes dels cada un dels proves sigui superior a 4.

Les proves parcials es faran durant el curs i poden tenir naturalesa pràctica (proposta d'algorsime per a la resolució d'un enunciat), o ser de contingut conceptual on respondre a diferents preguntes sobre el contingut desenvolupat a les sessions 'teoriques'.

Aquestes proves pretenen ser una avaluació individualitzada de l'estudiant amb les seves capacitats de resoldre problemes fent servir les tècniques explicades a classe així com avaluar el nivell de conceptualització que l'estudiant n'ha fet de les tècniques vistes.

Examen de recuperació. En cas que la nota de continguts no arribi al nivell adequat en alguna de les proves, per obtenir una nota final suficient per considerar l'assoliment dels coneixements, els estudiants es poden presentar a l'examen de la convocatòria de l'assignatura i tornar a fer un examen que avaluï els continguts vists a l'assignatura de la/les part/s no superada/es. En cas de presentar-se per pujar nota, prevaleix la notamés alta.

No hi ha convalidacions en cas que s'hagués superat la part teòrica en anys anteriors.

#### – Avaluació dels projectes de pràctiques

L'avaluació de cada un dels projectes inclourà:

- Avaluació conjunta del projecte: nota única per tots els membres del grup de treball que valorarà el resultat global del projecte, la qualitat del codi, l'estructura general de la presentació final i els documents lliurats al llarg del projecte.
- Avaluació individual a cada membre del grup: es valorarà el treball individual a partir de les respostes a les preguntes en les sessions de control i de la presentació final del projecte.
- Avaluació entre iguals: breu formulari confidencial qualificant la contribució de cada company de grup al resultat final.

La nota del projecte es calcularà segons la fórmula:

$$\text{Nota Projecte} = (0.6 * \text{Nota Grup}) + (0.3 * \text{Nota Individual}) + (0.1 * \text{Av. entre iguals})$$

$$\text{Nota Grup} = (0.6 * \text{Programa}) + (0.2 * \text{Presentació}) + (0.2 * \text{Documentació})$$

$$\text{Nota Individual} = (0.5 * \text{Treball individual}) + (0.5 * \text{Presentació})$$

La nota final de practiques serà el promig de les notes dels projectes, havent d'obtenir un mínim de 3.5 en cada un d'ells. En el cas que no s'assoleixi aquest mínim en algun dels projectes la nota final de pràctiques tindrà un màxim de 3.5.

En cas de no superar algun dels projectes de pràctiques es permetrà la recuperació del codi i la memòria dels projectes no superats, però no la presentació oral.

En cas d'alumnes repetidors amb la part pràctica superada (mínim 6) l'any anterior exclusivament, podran tornar a presentar les pràctiques de l'any anterior afegint funcionalitat o modificant les dades d'acord amb el professor de practiques si el contingut del projecte es igual o similar a l'any anterior. Aquests alumnes en cap cas podran fer grup amb alumnes de primer any.

Podrà haver-hi projectes en grup i projectes individuals. Obviament, en el segon cas, totes les notes grupals passaran a ser individuals

#### – Avaluació del treball en els seminaris de problemes

Els problemes tenen com objectiu provocar que l'estudiant entri en els continguts de l'assignatura de manera continuada i a partir de petits problemes que facin que es familiaritzi directament en l'aplicació de la teoria. Com a evidència d'aquest treball es demana la presentació d'un portfoli en el que haurà anat guardant els problemes que haurà anat realitzant. Aquest portfoli tindrà entrega setmanal digital. L'alumne podrà autoavaluar-se continuament ja que disposarà de les solucions de cada un dels conjunts de problemes un cop finalitzat el període d'entrega. Juntament amb les hores de tutoria per si apareixen dubtes, és suficient per a que cada alumne identifiqui els seus punts febles.

La nota final de l'assignatura s'obté combinant l'avaluació d'aquestes 3 activitats de la manera següent:

$$\text{Nota Final} = (0.4 * \text{Continguts}) + (0.5 * \text{Projecte}) + (0.1 * \text{Portfoli})$$

Condicions per a superar l'assignatura:

- La nota final de teoria ha de ser més gran o igual que 4 per poder aprovar l'assignatura.
- La nota del projecte ha de ser més gran o igual que 6 per poder aprovar l'assignatura.

En cas que la nota, aplicant la fórmula de l'apartat anterior ("nota final de l'assignatura"), fos superior a 5 però no s'hagués superat el mínim exigít en alguna de les parts, la nota final en l'expedient serà un 4,5.

S'assignaran tantes matrícules d'honor com la normativa vigent permeti sempre i quan la nota sigui superior a 9.0. L'assignació de les matrícules es farà seguint l'ordre de notes. En cas d'haver-hi múltiples candidats amb la mateixa avaluació susceptibles de rebre Md'H es proposaran activitats suplementàries per a determinar el/s millor/s candidat/s.

L'alumne es qualificarà com "No Avaluable" si no té cap part avaluada ni dels continguts teòrics ni dels continguts pràctics.

Avisos importants:

- Les dates d'avaluació continuada i lliurament de treballs, així com tot el material docent es publicaran al site Caronte (<http://caronte.uab.cat/>), a l'espai d'aquesta assignatura ipoden estar subjectes a canvis de programació per motius d'adaptació a possibles incidències. Sempre s'informarà a [cerbero.uab.cat](mailto:cerbero.uab.cat) sobre aquests canvis ja que s'entén que Caronte esdevindrà el mecanisme habitual d'intercanvi d'informació entre professor i estudiants.
- Per a cada activitat d'avaluació, s'indicarà un lloc, data i hora de revisió en la que l'estudiant podrà revisar l'activitat amb el professor. En aquest context, es podran fer reclamacions sobre la nota de l'activitat, que seran avaluades pel professorat responsable de l'assignatura. Si l'estudiant no es presenta a aquesta revisió, no es revisarà posteriorment aquesta activitat.
- Sense perjudici d'altres mesures disciplinàries que s'estimin oportunes, i d'acord amb la normativa acadèmica vigent, les irregularitats comeses per un estudiant que puguin conduir a una variació de la qualificació en una activitat avaluable es qualificaran amb un zero (0). Les activitats d'avaluació qualificades d'aquesta forma i per aquest procediment no seran recuperables. Si és necessari superar qualsevol d'aquestes activitats d'avaluació per aprovar l'assignatura, aquesta assignatura quedarà suspesa directament, sense oportunitat de recuperar-la en el mateix curs. Aquestes irregularitats inclouen, entre d'altres:

- la còpia total o parcial d'una pràctica, informe, o qualsevol altra activitat d'avaluació;

- deixar copiar;

- presentar un treball de grup no fet íntegrament pels membres del grup (aplicat a tots els membres, no solament els que no han treballat);

- presentar com a propis materials elaborats per un tercer, encara que siguin traduccions o adaptacions, i en general treballs amb elements no originals i exclusius de l'estudiant;

- tenir dispositius digitals i/o de comunicació (com telèfons mòbils, smart watches, bolígrafs amb càmera, etc.) accessibles durant les proves d'avaluació teórico-pràctiques individuals (exàmens).

- parlar amb companys durant les proves d'avaluació teórico-pràctiques individuals (exàmens).

- observar/mirar les proves d'avaluació teórico-pràctiques (exàmens) d'altres companys durant la realització de la mateixa, encara que no s'hagi procedit a la còpia.

- observar/mirar en la taula, fulls, paret etc escrits relacionats amb la matèria durant la realització de les proves d'avaluació teórico-pràctiques (exàmens) encara que no s'hagi procedit a la còpia.

La nota numèrica de l'expedient serà el valor menor entre 3.0 i la mitjana ponderada de les notes en cas que l'estudiant hagi comès irregularitats en un acte d'avaluació (i per tant no serà possible l'aprovat per

compensació). En resum: copiar, deixar copiar o plagiar (o l'intent de) en qualsevol de les activitats d'avaluació equival a un SUSPENS amb nota inferior a 3,5.

## Activitats d'avaluació

Títol	Pes	Hores	ECTS	Resultats d'aprenentatge
Defensa del projecte pràctic (memòria+codi+presentació+seguiment)	50%	10	0,4	2, 3, 4
Portfolio problemes	10	5	0,2	1, 2, 3
Proves individuals	40	7	0,28	1, 2, 3

## Bibliografia

### Enllaços web

- Pàgina web de l'assignatura : <http://cv.uab.cat>
- Artificial Intelligence: A Modern Approach. <http://aima.cs.berkeley.edu/>

### Bibliografia bàsica

- S. Russell, P. Norvig. Artificial Intelligence: A Modern Approach. Ed. Prentice Hall, Second Edition, 2003. (Existeix traducció al castellà: Inteligencia artificial: Un Enfoque Moderno)
- T. Mitchell. Machine Learning. McGraw Hill. 1997.

### Bibliografia complementària

- C. Bishop. Pattern Recognition and Machine Learning. Springer-Verlag New York, Inc. 2006