



UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI

Introducció de la indagació estructurada i l'estudi de casos a l'aula de ciències

Alumne: Ingrid Filgaira Enri

Tutora: Núria Llorens

Màster universitari en Formació de Professorat d'Educació Secundària
Obligatòria i Batxillerat, Formació Professional i Ensenyaments d'Idiomes

Data: 09/05/2025

RESUM

Aquest Treball Fi de Màster aborda la problemàtica de la manca de motivació i les dificultats en competències científiques com el raonament, la investigació i la comunicació científica observades en alumnes de 3r d'ESO durant el període de pràctiques realitzat. Davant d'aquesta situació es planteja la següent pregunta de recerca: poden la introducció de l'estudi de casos realistes i la indagació estructurada millorar el desenvolupament de les competències científiques dels alumnes de ciències? Així, l'objectiu general és avaluar l'impacte d'aquesta combinació metodològica en les àrees de raonament, investigació i anàlisi de dades científiques.

La recerca s'ha dut a terme mitjançant un disseny quasiexperimental, amb un grup control que va seguir una metodologia tradicional, i un grup experimental al qual es van aplicar l'estudi de casos i la indagació estructurada en el context de la funció de relació i el sistema nerviós. La recollida de dades es va realitzar amb un qüestionari pretest i posttest basat en una activitat de les Competències Bàsiques del Departament d'Educació de l'àrea científicotecnològica, i les dades es van analitzar mitjançant el software JASP, usant la prova T de Student per a mostres independents i relacionades, així com la prova de Levene per a la igualtat de variàncies.

Els resultats principals no han mostrat diferències estadísticament significatives en la millora de la competència científica entre el grup experimental i el control, ni tampoc es van observar canvis significatius en analitzar cada grup individualment o en funció del sexe. Tot i això, es va apreciar una tendència a la millora en ambdós grups. La significació d'aquesta recerca rau en l'exploració de metodologies actives com les esmentades en un context real d'aula, tot i que els resultats suggereixen la necessitat de considerar factors com el temps d'aplicació i la possible influència d'altres variables per a futures investigacions.

Paraules clau

Educació Secundària; Indagació estructurada; Estudi casos; Biologia i Geologia; Ciències.

ABSTRACT

The present Master's Thesis addresses the problem of a lack of motivation and difficulties in scientific competence including reasoning, investigation and communication observed in 3rd year of Secondary Education students. Taking this into account, the following research question is established: can the introduction of realistic case studies and structured inquiry-based learning improve the development of these students' scientific competence? The general objective of the research is to evaluate the impact of this methodological combination in the areas of reasoning, investigation and scientific data analysis.

The research was carried out using a quasi-experimental design, with a control group that followed the traditional methodology and an experimental group where case studies and structured inquiry-based learning were applied in the context of the interaction function and the nervous system. Data collection was performed with a pretest and posttest questionnaire based on an activity from the *Competències Bàsiques* exam from the Department of Education, specifically from the scientific-technological part. Data was analysed with the JASP software, using the Student's t-test for independent and paired samples, as well as Levene's test for equality of variances.

The main results of the study did not show statistically significant differences in the improvement of scientific competence between the experimental group and the control group, nor were significant changes observed when analysing each group individually or based on gender. However, a trend towards improvement was observed in both groups. The significance of the research lies in the exploration of active methodologies such as case studies and inquiry in a real classroom context, although the results suggest the need to consider factors such as the application time and the possible influence of other variables for future research.

Key words

Secondary Education; Inquiry-Based Science Education; Case study; Biology and Geology; Science.

ÍNDEX DE CONTINGUTS

1.	INTRODUCCIÓ.....	6
1.1.	Detecció de necessitats.....	6
1.2.	Justificació de la proposta d'innovació	7
2.	MARC TEÒRIC.....	8
3.	PROPOSTA DE RECERCA.....	11
3.1.	Definició del problema.....	11
3.2.	Pregunta d'investigació.....	11
3.3.	Hipòtesi	11
3.4.	Objectius	12
3.5.	Disseny de la recerca.....	12
4.	INTERVENCIÓ EDUCATIVA.....	14
5.	MÈTODE	15
5.1.	Participants.....	15
5.2.	Variables.....	15
5.3.	Instruments de recollida de dades.....	15
5.4.	Procediments	16
5.5.	Metodologia usada per a l'anàlisi de les dades	17
6.	RESULTATS.....	18
7.	DISCUSSIÓ	24
8.	CONCLUSIONS	27
9.	REFERÈNCIES	28
	ANNEXOS.....	31
	Annex 1. Situació d'aprenentatge	32
	Annex 2. Qüestionari pretest i posttest	42
	Annex 3. Material didàctic	45
	Annex 4. Dossier d'activitats pels alumnes.....	57
	Annex 5. Prova escrita.....	63

ÍNDIX DE TAULES

Taula 1	18
Taula 2	18
Taula 3	19
Taula 4	19
Taula 5	20
Taula 6	21
Taula 7	21
Taula 8	21
Taula 9	22
Taula 10	22
Taula 11	22

ÍNDIX DE FIGURES

Figura 1	20
----------------	----

1. INTRODUCCIÓ

1.1. Detecció de necessitats

L'Institut Lluís de Peguera es troba al centre comercial de la ciutat de Manresa, a la zona del Passeig Pere III i concretament a Plaça Espanya. Aquest institut té una llarga tradició educativa (98 anys) i ha estat un centre de referència a la Catalunya Central durant dècades. La ubicació del centre, molt propera a barris que acullen bona part de la població migrant de la ciutat i de la societat més desfavorida a nivell cultural i social, ha generat una concentració d'alumnat amb necessitats especials superiors a la d'altres centres de la ciutat.

Durant el meu període d'observació a l'aula de 3r d'ESO de l'Institut Lluís de Peguera de Manresa, he tingut l'oportunitat d'observar el funcionament diari i la dinàmica del grup en diferents assignatures com Ciències Experimentals, Treball Globalitzat o Tutoria, entre d'altres. Les observacions m'han permès detectar necessitats i generar idees per la proposta d'innovació que es durà a terme durant el Treball Fi de Màster.

La classe de 3r d'ESO on s'han dut a terme les pràctiques és un grup petit, de 24 alumnes, amb poca diversitat d'aprenentatge, però sí cultural i social. És un grup ben cohesionat on a vegades es produeixen tensions i faltes de respecte camuflades en forma de bromes. L'alumnat és molt crític amb el Projecte Educatiu del Centre (PEC) i l'Institut, els docents, la forma d'avaluar, les activitats... El clima a l'aula acostuma a ser respectuós, però es distorsiona a mesura que avança el dia a causa d'un grup reduït d'alumnes.

Una de les principals necessitats detectades a l'aula de 3r és la manca de motivació envers els projectes proposats i per treballar en grup. Els alumnes porten des de 1r d'ESO fent l'assignatura Treball Globalitzat, basada en la metodologia d'aprenentatge per projectes, durant la qual duen a terme un projecte de caire més social o científic (segons el trimestre) en grups i que implica la generació de diferents productes visuals, pòdcast, redaccions, reflexions...A principi de curs, el grup va comunicar a la seva tutora que estaven cansats dels treballs en grup i que no els hi agradaven, i que quan fos possible, preferien treballar individualment. Focalitzant-me més en la meua especialitat, Biologia i Geologia, he assistit a classes de Ciències Experimentals en què treballaven la

reproducció i la nutrició humana i durant les quals els alumnes estaven atents i mostraven interès.

Paral·lelament, l'anàlisi dels resultats de les Competències Bàsiques del curs 2023-2024 dels alumnes del centre, concretament les de l'àmbit científic-tecnològic, mostren carències a nivell de raonament científic, d'investigació científica i també a nivell de comunicació científica.

1.2. Justificació de la proposta d'innovació

Tenint en compte les necessitats detectades a l'aula, falta de motivació i cansament envers reptes o projectes del tipus que fan habitualment, i els resultats de les Competències Bàsiques, on s'observen mancances a l'hora de raonar científicament i d'entendre i comunicar la ciència, es proposa l'aplicació de les metodologies d'indagació estructurada i l'estudi de casos, dues metodologies que promouen l'aprenentatge actiu i la motivació dels alumnes per tal que aquests vegin una aplicabilitat real dels conceptes apresos i reforçar alhora el pensament científic.

2. MARC TEÒRIC

Les profundes transformacions que ha patit la societat en les darreres dècades han impulsat un important canvi en l'educació, que ha passat a centrar-se en la creació d'individus competents capaços d'afrontar els reptes del món actual (OECD, 2005). Aquest enfocament prioritza el desenvolupament d'habilitats i competències, i s'allunya de tendències que prioritzaven l'aprenentatge de conceptes més teòrics i que afavorien un aprenentatge memorístic. Aquest canvi de paradigma promou l'aprenentatge actiu, on l'estudiant construeix el seu coneixement a través de l'anàlisi de situacions properes a la realitat, assumint un rol protagonista en el seu procés d'aprenentatge (Perrenoud, 2004; Zabala et al., 2007).

El decret 175/2022, de 27 de setembre, d'ordenació dels ensenyaments de l'educació bàsica a Catalunya, s'alinea amb aquesta visió renovada de l'educació i amb les recomanacions del Consell de la Unió Europea, de 22 de maig de 2018, relativa a les competències claus per l'aprenentatge permanent. Al primer, es detallen les competències claus que els estudiants han d'adquirir al llarg de l'educació bàsica, i estableix el currículum orientat al desenvolupament de l'alumne. A més, promou la implementació d'un aprenentatge basat en situacions, que contextualitza els coneixements i els apropa a la realitat dels estudiants, fent-los d'aquesta forma més significatius i motivadors.

En el context de l'ensenyament de les ciències, s'han desenvolupat diverses estratègies basades en teories constructivistes que es fonamenten en la recerca científica i tenen com a objectiu fomentar el pensament científic i crític en els estudiants (DeRosa i Abruscato, 2015). Això, s'aconsegueix a través del descobriment guiat pel docent, que actua com a facilitador del procés d'aprenentatge (Santrock, 2019). Aquest enfocament no només promou l'adquisició de coneixements científics, sinó que també posa el focus en l'alumne com a agent actiu en la construcció del seu aprenentatge. En conseqüència, l'alumne aprèn a investigar, formular preguntes, dissenyar experiments i analitzar dades, desenvolupant així habilitats que afavoriran la comprensió del món que l'envolta. A més, aquest tipus d'estratègies poden ajudar a despertar vocacions científiques, en mostrar als estudiants la rellevància i l'emoció de la recerca

científica (Lehrer i Schauble, 2015). Aquest enfocament metodològic connecta amb la idea d'aprenentatge significatiu (Ausubel, 1963), on els nous coneixements s'integren amb els coneixements previs de l'alumne.

Dins d'aquestes estratègies pedagògiques per a l'ensenyament de les ciències, trobem metodologies particularment efectives basades en la indagació (Keselman, 2003) i l'estudi de casos experimentals o clínics (Sturdy, 2007), que promouen activament l'observació, la formulació de preguntes rellevants i d'hipòtesis, l'anàlisi de les dades i la seva interpretació dins d'un context. Aquest procés d'investigació guiada permet als estudiants desenvolupar un pensament científic autèntic, similar al que duen a terme els científics en la seva pràctica professional (Lehrer i Schauble, 2015) i han demostrat ser més efectius que altres mètodes tradicionals en multitud d'estudis (Minner et al., 2010; Alfieri et al., 2011; Thistlethwaite et al., 2012). Així, la implantació d'activitats de recerca científica a classe afavoreixen un aprenentatge més significatiu per part dels estudiants, que connecten conceptes abstractes amb experiències concretes i rellevants, a més de fomentar el treball en grup, la comunicació científica i la resolució de problemes (Morales-Bueno i Landa Fitzgerald, 2004; Borrull Riera i Valls Bautista, 2019).

S'han definit diversos tipus d'indagació segons el grau d'autonomia dels alumnes: des de la indagació oberta, on els estudiants decideixen què i com volen estudiar algun fenomen, passant per la indagació estructurada, on el professor marca la pregunta i el procediment per resoldre-la i finalment la indagació guiada, a la que el docent fa una pregunta i els alumnes decideixen com han de resoldre-la (Windschitl, 2003). Totes elles però, tenen en comú un entorn de recerca, el paper actiu de l'alumne, el treball en grup, l'autonomia i capacitat de decisió i el disseny d'etapes que simulen la metodologia científica (Couso, 2014). Aquestes etapes bàsicament es fonamentaran en: identificar el problema, emetre una hipòtesi, buscar proves que permetin confirmar o refutar la hipòtesi, analitzar i interpretar els resultats i extreure conclusions i comunicar-les (Martínez-Chico, 2013; Aguilera Morales et al., 2018).

D'altra banda, l'estudi de casos clínics s'ha utilitzat de forma tradicional en l'ensenyament de les ciències de la salut, i més concretament de la medicina

utilitzant casos clínics de pacients o casos “models” per treballar situacions reals a l'aula (Sturdy, 2007). Tot i això, també s'ha incorporat l'estudi de casos en altres especialitats (Thistlethwaite et al., 2012) i s'ha comprovat que aquesta metodologia motiva els estudiants, fa que interaccionin entre ells i analitzin les dades, tot relacionant conceptes teòrics i pràctics (Wax, 2012).

Ambdues metodologies busquen apropar la realitat de professionals de la salut, ja siguin científics o metges, als estudiants, i això resulta en una resposta molt positiva per part dels alumnes, com s'ha comentat anteriorment. També, s'alinea amb les premisses de l'educació actual a Catalunya, ja que permeten l'aprenentatge actiu dels estudiants i el desenvolupament de competències a partir del plantejament d'una situació propera a la realitat. Així, malgrat que la realització d'experiments de laboratori als centres d'educació seria una forma òptima de treballar i aplicar les ciències, no sempre és factible, ja sigui per manca de temps o de recursos, entre altres (Borrull Riera i Valls Bautista, 2019). D'aquesta manera, la utilització de les metodologies abans comentades, indagació i estudi de casos, combinades per treballar experiments de recerca en què aquests es presentarien com si fossin casos clínics i es resoldrien seguint una sèrie de passos basats en la indagació, podria servir per treballar la ciència de forma diferent i més pràctica en el context actual de les aules.

3. PROPOSTA DE RECERCA

3.1. Definició del problema

Durant el període de pràctiques a l'institut s'han detectat una sèrie de necessitats a l'aula de 3r d'ESO, a partir de les quals s'ha definit un problema per poder dissenyar una proposta de recerca per aquest Treball Fi de Màster. El principal problema detectat ha estat una manca de motivació envers projectes i treballs en grup, acompanyada per dificultats en habilitats com el raonament, la investigació i la comunicació científica. Així, s'observen dificultats en l'aplicació pràctica i comprensió de la ciència, demostrant problemes per formular hipòtesis, dissenyar experiments senzills, analitzar dades i comunicar les seves conclusions de forma efectiva.

Fent recerca sobre diferents metodologies adients per l'aplicació a la classe de ciències i que fomentessin l'aprenentatge actiu, la motivació i la competència científica, s'han escollit dues metodologies diferents, l'estudi de casos i la indagació estructurada, per aplicar-les de forma combinada a l'aula.

3.2. Pregunta d'investigació

Després de definir el problema, establim una pregunta investigable a la que es voldrà donar resposta durant aquest treball. D'aquesta manera, la pregunta definida ha estat: la introducció de l'estudi de casos realistes i la indagació estructurada poden millorar el desenvolupament de les competències científiques dels alumnes de 3r d'ESO?

3.3. Hipòtesi

La hipòtesi a comprovar en el present treball és la següent: l'estudi d'un cas realista combinat amb la metodologia d'indagació estructurada millorarà significativament el desenvolupament del pensament científic dels alumnes de 3r, concretament en les àrees de raonament, investigació i anàlisi de dades científiques.

3.4. Objectius

L'objectiu general de la proposta d'innovació és avaluar l'impacte de l'estudi de casos i la indagació en el desenvolupament de les competències científiques dels alumnes de 3r en les àrees de raonament, investigació i anàlisi de dades científiques.

Els objectius específics són:

1. Dissenyar i implementar una situació d'aprenentatge basada en un cas realista i que utilitzi la metodologia de la indagació estructurada per a alumnes de 3r d'ESO.
2. Avaluar el desenvolupament de les competències científiques (raonament, investigació i anàlisi de dades) dels alumnes abans i després de la implementació de la situació d'aprenentatge.
3. Comparar el progrés en les competències científiques dels alumnes que han treballat amb la metodologia basada en estudi de cas i indagació amb un grup control que segueixi la metodologia que utilitzen normalment a l'aula.

3.5. Disseny de la recerca

El present Treball Fi de Màster es desenvoluparà mitjançant un disseny de recerca quasiexperimental per avaluar l'impacte de la metodologia d'indagació estructurada, vehiculada a través de l'estudi d'un cas realista, en el desenvolupament de les competències científiques de l'alumnat de 3r d'ESO de l'Institut on s'han fet les pràctiques. L'elecció del disseny quasiexperimental es justifica com l'opció metodològica més adient per aquesta investigació, ja que ens permetrà estudiar i comparar l'efecte d'una intervenció educativa innovadora en el context natural d'aula. D'aquesta manera, s'establiran dos grups, un grup control i un grup experimental, cadascun corresponent a un grup classe ja establert i acordat amb el centre. El grup control seguirà una metodologia més tradicional i el grup experimental serà a on s'aplicaran les dues metodologies a estudiar. Per tal d'investigar si hi ha canvis entre els dos grups, es farà un qüestionari pretest abans de dur a terme la intervenció educativa, i un qüestionari posttest després de la realització d'aquesta. Els detalls concrets sobre els grups,

variables, instrument de recollida de dades i el procediment a seguir es troben a l'apartat 5.

4. INTERVENCIÓ EDUCATIVA

La situació d'aprenentatge que s'ha treballat a la classe explora la funció de relació, aprofundint en el sistema nerviós i la prevenció de drogues. La investigació es desenvolupa en l'entorn de l'aula, amb dos grups classe preexistents. El grup control ha seguit la metodologia que utilitzen normalment a les sessions de Ciències Experimentals, on es combinen parts teòriques amb la realització d'activitats. En canvi, el grup experimental aborda el tema a través de l'estudi d'un cas realista: un pacient amb una lesió medul·lar fruit d'un accident de trànsit que utilitza un exoesquelet robòtic. Aquest cas és presentat per una neurocientífica, coincidint amb els tallers sobre la dona i la ciència que es van dur a terme al centre, i estarà estructurat en diferents subapartats. Al principi del tema, els subapartats estan dirigits a buscar una explicació a per què el nostre pacient no pot caminar després d'una lesió medul·lar, i aniran avançant per tal d'arribar a la neurona i la sinapsi, en el context de voler desenvolupar un nou fàrmac pel dolor que sent el pacient. Així, aquest mòdul també servirà per incloure el disseny d'un experiment. Finalment, amb la intenció de parlar sobre l'efecte de les drogues al sistema nerviós, la neurocientífica a través de l'exemple de l'accident de trànsit que va patir el pacient, introduirà la relació del consum de substàncies i els accidents de trànsit i enllaçarà amb l'efecte que tenen les drogues sobre el sistema nerviós. En paral·lel, els alumnes del grup experimental també duran a terme activitats durant el tema, algunes en què hagin de buscar informació i altres en què hagin d'aplicar el que s'ha explicat a classe, però tot es farà dins d'un context més real i seguint el fil conductor de la neurocientífica i el cas clínic.

5. MÈTODE

5.1. Participants

Els participants de l'estudi es divideixen en dos grups classe: el grup control, que utilitzarà la metodologia tradicional a les classes de ciències experimentals: seguir el llibre de text i anar fent activitats; i el grup experimental, al qual s'aplicarà la metodologia de l'estudi d'un cas realista i la indagació estructurada. Tots dos grups tenen característiques sociodemogràfiques i acadèmiques similars per tal que siguin comparables. Pel que fa al reclutament dels estudiants, les classes que formen part de l'estudi es van acordar amb les mentores del centre.

5.2. Variables

Les variables de l'estudi es poden dividir en tres categories diferents: la variable independent, la dependent i les estranyes. La variable independent de l'estudi serà l'aplicació de la metodologia d'indagació estructurada i l'estudi de cas; la variable dependent serà la millora de la competència científica dels estudiants. Les variables estranyes són totes aquelles que no controlem, però que poden afectar a la nostra variable dependent. En aquest cas, s'han identificat diverses variables estranyes: la primera i la més important és que les classes del grup control són impartides pel seu professor habitual i les del grup experimental les he dut a terme jo mateixa durant la intervenció que hem dut a terme al centre de pràctiques. La segona és que en l'assignatura de Treball Globalitzat, una assignatura per projectes que desenvolupen al centre, s'han treballat aspectes científics com ara l'anàlisi de gràfiques i dades, el que podria afectar a la variable dependent de l'estudi.

5.3. Instruments de recollida de dades

L'instrument de recollida de dades que s'ha decidit utilitzar a l'estudi és una activitat de les Competències Bàsiques de l'àmbit científicotecnològic del curs 2021-2022 que s'ha utilitzat com a qüestionari pretest i posttest (Annex 2). La raó per la qual s'ha decidit utilitzar aquesta activitat és perquè avalua la competència científica dels alumnes, ja que aquests han d'interpretar gràfiques, pensar com elaborarien un experiment o raonar sobre diferents situacions plantejades i perquè es tracta d'una prova ja validada per experts a la qual els criteris

d'avaluació ja estan establerts. El temps transcorregut entre la realització dels qüestionaris inicial i final va ser aproximadament d'un mes. El qüestionari utilitzat com a pretest i posttest consisteix a 4 preguntes en què els alumnes han d'interpretar figures, gràfiques i dades, fer càlculs matemàtics senzills i reflexionar sobre el disseny d'un experiment científic a partir d'un esquema. Concretament, l'activitat triada provinent de les Competències Bàsiques no té a veure amb el tema del que tracta la intervenció (funció de relació i sistema nerviós) perquè s'ha considerat que de ser així, hi hauria diferències massa significatives entre el pretest (abans de començar el tema) i el posttest (després de fer el tema). Per això, s'ha triat una activitat que tracta sobre les cremes solars, amb certa familiaritat pels alumnes.

5.4. Procediments

L'estudi s'ha dut a terme durant 7 sessions en les quals el grup control i el grup experimental han treballat els mateixos continguts, però seguint metodologies diferents. Pel que fa al grup control, s'ha treballat la funció de relació, el sistema nerviós a nivell macroscòpic i cel·lular i un apartat de prevenció de drogues. La metodologia utilitzada, com s'ha indicat abans, s'ha basat en seguir un llibre de text i anar fent les activitats indicades a cada apartat. Pel que fa al grup experimental, la situació d'aprenentatge plantejada parteix d'una neurocientífica (coincidint amb la setmana de la dona i la ciència) que estudia el cas d'un pacient que ha tingut un accident de trànsit, no pot caminar i utilitza un exoesquelet robòtic. Durant aquesta situació d'aprenentatge, els alumnes aprofundeixen sobre el sistema nerviós a nivell macroscòpic i cel·lular, i sobre el funcionament de la sinapsi per explicar què li ha passat al pacient. Des de l'aprenentatge d'aquests sabers, es fomenta una indagació estructurada sobre el desenvolupament teòric d'un fàrmac pel dolor dissenyant un experiment utilitzant un model animal: el test de retirada de pota, que permet analitzar la capacitat analgèsica dels fàrmacs. Davant el plantejament d'aquesta situació teòrica, el grup classe va definint la pregunta investigable, la hipòtesi, els grups experimentals, les variables, analitzant uns resultats hipotètics i extraient unes conclusions per validar o refutar la hipòtesi. Durant aquesta activitat, es fomenta que els alumnes pensin i vagin reflexionant sobre el mètode científic i que vagin raonant el per què de cadascun, arribant entre tots a acords per anar avançant

l'experiment. També s'ha dut a terme un apartat de prevenció de drogues, relacionant-ho amb l'efecte que aquestes tenen sobre el sistema nerviós. Tota l'estructura de la situació d'aprenentatge ha estat validada per les mentores del centre i per la tutora de la universitat.

5.5. Metodologia usada per a l'anàlisi de les dades

El grup, el sexe i els resultats de les proves pretest i posttest dels alumnes s'han recollit de forma anònima i s'han analitzat mitjançant el software JASP. Tenint en compte les característiques de l'estudi, el test més adient és T de Student per mostres independents perquè permet detectar si hi ha diferències estadísticament significatives entre el pretest i el posttest a tots dos grups. Abans de realitzar el T-Test s'ha realitzat la prova de Levene's per assegurar que es compleix la igualtat de variàncies. Les dades que s'inclouen són la T de Student, els graus de llibertat (df) i el p-valor obtingut.

A continuació, s'ha portat a terme un estudi de cada grup independentment per veure les diferències dins del mateix grup (T de Student per mostres relacionades) al que s'inclouen dades descriptives (mitjana aritmètica i desviació estàndard). També s'ha analitzat si hi ha diferències entre sexes dins de cada classe i entre les dues classes seguint les mateixes metodologies, però primer amb un sexe i després amb l'altre.

6. RESULTATS

Per tal de comprovar si s'ha produït una millora en la competència científica dels estudiants, entesa com a raonament científic, resolució de problemes i anàlisi de dades, aquesta s'ha avaluat abans d'iniciar la situació d'aprenentatge i després (pretest i posttest, respectivament) en el grup control i el grup experimental.

La distribució dels participants per grups i sexe es presenta a la Taula 1. Un total de 35 alumnes de 3er d'ESO van participar a l'estudi, 18 estudiants al grup control (11 noies i 7 nois) i 17 al grup experimental (9 noies i 8 nois). A la Taula 2 es mostren les mitjanes aritmètiques i desviacions estàndard dels grups control i experimental en el pretest i el posttest. Així, els resultats del pretest mostren que el grup control va obtenir una mitjana de 2.5 ± 1.3 , mentre que el grup experimental va obtenir una mitjana de 2.2 ± 1.2 . En el posttest, la mitjana del grup control va ser 2.9 ± 1.1 , mentre que la del grup experimental va ser de 2.5 ± 1 .

Taula 1

Distribució dels participants de l'estudi per grups i sexe.

Grup	Sexe	Nombre	Percentatge (%)
Control	Femení	11	61.1
	Masculí	7	38.9
	Total	18	100.000
Experimental	Femení	9	52.9
	Masculí	8	47.1
	Total	17	100.000

Taula 2

Mitjanes aritmètiques i desviacions estàndard dels resultats pretest i posttest del grup control i experimental.

Qüestionari	Grup	N	Mitjana	DE
Pretest	Control	18	2.5	1.3
	Experimental	17	2.2	1.2
Posttest	Control	18	2.9	1.1
	Experimental	17	2.5	1.0

Nota. DE= Desviació Estàndard. Les puntuacions representen el nivell de competència científica en una escala de 0 a 4, on 0 és el nivell més baix i 4 el més alt.

Per avaluar diferències en la competència científica entre els participants dels dos grups d'estudi, es va realitzar una prova T de Student per mostres independents per al pretest i per al posttest. Abans, es va confirmar la igualtat de variàncies mitjançant la prova de Levene (Taula 3). La prova T de Student per mostres independents es va aplicar per comparar les mitjanes dels grups controls i experimentals en els qüestionaris pretest i posttest (Taula 4). En el cas del pretest, el p valor obtingut és 0.483, mentre que pel posttest es tracta de 0.284.

Taula 3

Prova de Levene per a la igualtat de variàncies.

	F	df ₁	df ₂	p
Pretest	0.036	1	33	0.852
Posttest	0.033	1	33	0.857

Nota. F representa el valor estadístic de la prova, df₁ i df₂ són els graus de llibertat, i p és el valor de significació. Un p valor superior a 0.05 indica que no hi ha diferències estadísticament significatives en les variàncies, pel que es confirma la igualtat d'aquestes.

Taula 4

Comparació dels resultats del pretest i posttest entre grups d'estudi.

	t	df	p
Pretest	0.710	33	0.483
Posttest	1.089	33	0.284

Nota. La taula mostra els resultats de la prova T de Student per mostres independents, utilitzada per comparar les mitjanes obtingudes als qüestionaris pretest i posttest entre els grups control i experimental. Els valors presentats són el t valor, els graus de llibertat (df) i el p valor. Diferències estadísticament significatives quan p valor < 0.05.

Després d'analitzar les diferències entre els grups control i experimental, es procedeix a examinar l'evolució de la competència científica dins de cada grup d'estudi. Es presenten els resultats de la prova T de Student de mostres relacionades aplicada al grup control o experimental (Taula 5) per comparar així si hi ha diferències significatives entre el pretest i el posttest a cada grup de forma individual. Pel que fa al grup control, els resultats obtinguts mostren un p valor de 0.149. En canvi, el grup experimental mostra un p valor de 0.056. A la Figura 1 es mostra una representació dels resultats obtinguts al pretest i posttest per cada grup.

Taula 5

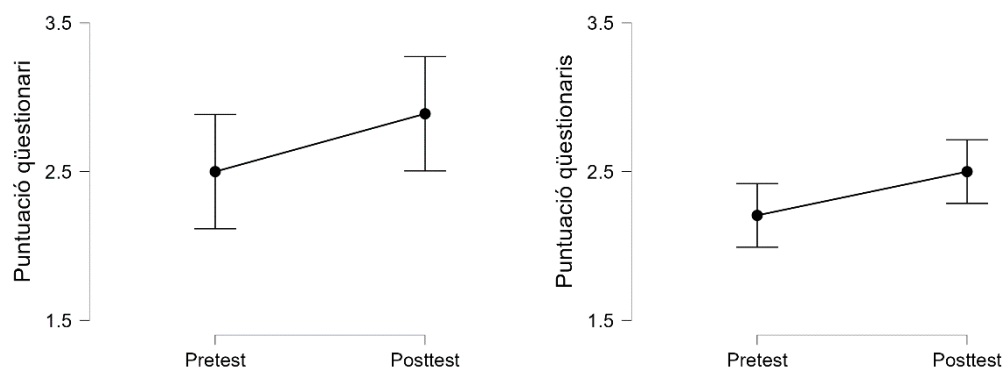
Comparació dels resultats del pretest i posttest al grup control i grup experimental individualment.

Grup	t	df	p
Control	-1.511	17	0.149
Experimental	-2.603	16	0.056

Nota. La taula presenta els resultats de la prova T de Student per mostres relacionades, que compara les puntuacions del pretest i posttest dins de cada grup (control i experimental). Els valors presentats són el t valor, els graus de llibertat (df) i el p valor. Diferències estadísticament significatives quan p valor < 0.05.

Figura 1

Evolució de les puntuacions mitjanes obtingudes en el pretest i posttest al grup control i experimental per avaluar la competència científica.



Nota. La figura mostra les mitjanes de puntuació del pretest i el posttest per a cada grup: control (esquerra) i experimental (dreta), amb interval de confiança del 95%. L'eix de d'ordenades indica la puntuació mitjana obtinguda al qüestionari pretest o posttest.

A continuació, s'analitzen les diferències en la competència científica entre el grup control i experimental en funció del sexe. Així, primer s'analitzen les diferències entre els dos grups d'estudi pel sexe femení i després pel masculí. La Taula 6 presenta dades descriptives per a les participants femenines, incloent-hi el número de participants per grup, 11 al control i 9 a l'experimental, així com les mitjanes aritmètiques i desviacions estàndard de les puntuacions dels qüestionaris. Amb l'objectiu d'analitzar si hi havia diferències significatives en la competència científica de les participants femenines entre els grups control i experimental, es va aplicar una prova T de Student per mostres independents. Com que aquesta prova assumeix la igualtat de variàncies, es va realitzar prèviament la prova de Levene per comprovar aquesta assumptió (Taula 7). La prova T de Student per mostres independents es va aplicar per comparar les mitjanes dels grups controls i experimentals en els qüestionaris pretest i posttest

de les participants femenines (Taula 8). En el cas del pretest, el p valor obtingut va ser 0.695, mentre que pel posttest va ser de 0.856.

Taula 6

Dades descriptives dels resultats de competència científica per a les participants femenines.

	Pretest		Posttest	
	Control	Experimental	Control	Experimental
Nombre participants	11	9	11	9
Mitjana aritmètica	2.5	2.2	2.8	2.7
Desviació estàndard	1.3	1.3	1.3	1.0

Nota. La taula presenta les mitjanes aritmètiques i desviacions estàndard de les puntuacions dels qüestionaris obtingudes per les participants femenines del grup control i experimental tant en el pretest com el posttest. També s'indica el nombre de participants de cada grup.

Taula 7

Prova de Levene per a la igualtat de variàncies dels resultats obtinguts per les participants femenines.

	F	df ₁	df ₂	p
Pretest	0.023	1	18	0.880
Posttest	1.614	1	18	0.220

Nota. F representa el valor estadístic de la prova, df₁ i df₂ són els graus de llibertat, i p és el valor de significació. Un p valor superior a 0.05 indica que no hi ha diferències estadísticament significatives en les variàncies, pel que es confirma la igualtat d'aquestes.

Taula 8

Comparació dels resultats del pretest i posttest de les participants femenines entre grups d'estudi.

	t	df	p
Pretest	0.399	18	0.695
Posttest	1.184	18	0.856

Nota. La taula mostra els resultats de la prova T de Student per mostres independents, utilitzada per comparar les mitjanes obtingudes als qüestionaris pretest i posttest de les noies participants entre els grups control i experimental. Els valors presentats són el t valor, els graus de llibertat (df) i el p valor. Diferències estadísticament significatives quan p valor < 0.05.

Per completar l'anàlisi de les diferències en funció del sexe, es presenten les dades descriptives dels participants masculins. La Taula 9 mostra el nombre de participants (7 al grup control i 8 a l'experimental), les mitjanes aritmètiques i les

desviacions estàndard de les puntuacions del pretest i el posttest, proporcionant una visió general de les puntuacions obtingudes per aquest grup. Amb l'objectiu de determinar diferències entre els grups d'estudi només tenint en compte els participants masculins, s'ha realitzat una prova T de Student per mostres no relacionades, amb prèvia comprovació de la igualtat de variàncies (Taula 10). Els resultats de la prova T de Student mostren un p valor de 0.552 pel qüestionari pretest i de 0.147 pel posttest (Taula 11).

Taula 9

Dades descriptives dels resultats de competència científica per als participants masculins.

	Pretest		Posttest	
	Control	Experimental	Control	Experimental
Nombre participants	7	8	7	8
Mitjana aritmètica	2.6	2.2	3	2.3
Desviació estàndard	1.3	1.2	0.8	1.0

Nota. La taula presenta les mitjanes aritmètiques i desviacions estàndard de les puntuacions dels qüestionaris obtingudes pels participants masculins del grup control i experimental tant en el pretest com el posttest. També s'indica el nombre de participants de cada grup.

Taula 10

Prova de Levene per a la igualtat de variàncies dels resultats obtinguts pels participants masculins.

	F	df ₁	df ₂	p
Pretest	0.174	1	13	0.683
Posttest	0.717	1	13	0.412

Nota. F representa el valor estadístic de la prova, df₁ i df₂ són els graus de llibertat, i p és el valor de significació. Un p valor superior a 0.05 indica que no hi ha diferències estadísticament significatives en les variàncies, pel que es confirma la igualtat d'aquestes.

Taula 11

Comparació dels resultats del pretest i posttest de les participants masculins entre grups d'estudi.

	t	df	p
Pretest	0.611	13	0.552
Posttest	1.541	13	0.147

Nota. La taula mostra els resultats de la prova T de Student per mostres independents, utilitzada per comparar les mitjanes obtingudes als qüestionaris pretest i posttest dels nois participants

entre els grups control i experimental. Els valors presentats són el t valor, els graus de llibertat (df) i el p valor. Diferències estadísticament significatives quan p valor < 0.05.

7. DISCUSSIÓ

L'objectiu general d'aquest treball ha estat avaluar l'impacte de l'estudi de casos i la indagació estructurada en el desenvolupament de la competència científica dels alumnes de 3r d'ESO, concretament en les àrees de raonament, investigació i anàlisi de dades científiques. Amb aquest fi, s'han establert dos grups d'estudi: el grup control, que seguia una metodologia tradicional, i el grup experimental, al qual es van aplicar les metodologies abans esmentades. Així, per avaluar l'impacte d'aquestes sobre la competència científica, s'ha utilitzat com a instrument d'avaluació una activitat extreta de les Competències Bàsiques de l'àmbit científicotecnològic del curs 2021-2022, que consistia a 4 preguntes en què els alumnes posaven de manifest la seva competència en aquest àmbit.

La comparació dels resultats obtinguts al pretest i posttest dels dos grups, mostra que tots dos grups presenten una millora entre el pretest i el posttest, i que aquesta diferència no és significativa. Així, podem concloure que l'aplicació de la metodologia de l'estudi de casos i la indagació estructurada, en aquest cas, no ha suposat una millora significativa respecte la metodologia tradicional, tot i que hi ha altres aspectes a tenir en compte. Entre ells, cal destacar el fet que els dos grups van treballar l'anàlisi de gràfiques i la competència científica a altres matèries, el que podria explicar la millora dels dos grups. També, és important recalcar que el pretest i posttest eren iguals, pel que es presenta també un factor de coneixença del qüestionari.

L'estudi de diferències entre el grup pretest i posttest a cadascun dels dos grups (control i experimental) de forma individual mostra que no hi ha diferències significatives a cap dels dos grups, encara que en el grup experimental el p valor s'aproxima al valor de significació estadística ($p= 0.056$). D'aquesta manera, s'aprecia una tendència a la millora a tots dos grups, però aquesta no es pot considerar significativa. A més a més, s'ha realitzat un anàlisi de les dades en funció del sexe: s'han estudiat les diferències entre grups control i experimental en la població femenina i la masculina, i també s'han estudiat les diferències dins de cada grup. Els resultats mostren que no hi ha diferències estadísticament significatives entre grups ni entre pretest i posttest del mateix grup en cap dels sexes estudiats.

En aquesta situació d'aprenentatge s'ha treballat l'estudi del cas d'un pacient, una metodologia que permet l'aproximació dels continguts a un context més real i rellevant i que s'ha observat promou un aprenentatge més significatiu dels estudiants (Sturdy, 2007). Aquesta metodologia permet el desenvolupament de conceptes a partir d'un problema o una situació que l'alumne pot identificar com a familiar o realista, però deixa de banda l'experimentació científica (Domènech Casal i Marbà Tallada, 2022), i per això, en aquest treball s'han combinat amb la metodologia de la indagació.

Diferents estudis han demostrat que l'aplicació de la metodologia de la indagació promou l'interès de l'alumnat (Rocard et al., 2007; Viennot 2011) i això es tradueix directament en l'adquisició de competència científica. En aquest estudi, no s'ha pogut comprovar que hi hagi diferències entre els dos grups d'estudi, pel que no es pot dir que la metodologia de la indagació, en aquest cas concret, produeixi una millora. Això no obstant, durant la intervenció sí que s'ha observat un augment de l'interès dels alumnes per com estava plantejada la situació d'aprenentatge, a partir de l'estudi d'un cas i treballant la indagació, així que potser si aquestes metodologies s'apliquessin durant més temps es podrien veure diferències entre els grups d'estudi.

En l'ensenyament de ciències mitjançant la metodologia de la indagació es pot ajustar el grau d'obertura, és a dir, el poder de decisió que té l'alumne per decidir què vol fer (Hodson, 1994). S'ha comprovat que com més gran és el grau d'obertura, més es reproduïx la investigació científica, ja que es fomenta molt més el pensament i la incertesa per resoldre algun repte (Fernández et al., 2002; Domènech, 2013). Tot i això, també s'ha vist que quan el professor actua com a guia del procés d'indagació, l'efecte sobre l'aprenentatge dels alumnes és major (Furtak et al., 2012) En aquest cas en concret, és cert que no s'ha pogut aplicar la metodologia d'indagació de forma experimental, sinó que s'ha treballat des d'un punt de vista teòric en què els alumnes treballaven com dissenyar un experiment en base al mètode científic, però no el duïen a terme. També, s'ha optat per una indagació estructurada, en que el docent anava guiant sobre el mètode experimental a seguir. Així, una aplicació d'indagació oberta, amb la oportunitat d'accedir al laboratori per crear un model experimental o poder dur a

terme les comprovacions pertinents, podria suposar un canvi molt més significatiu en els estudiants.

Entre les limitacions de l'estudi destaquen el temps d'aplicació de les metodologies, que era bastant limitat per poder veure diferències entre tots dos grups, les interferències amb altres assignatures, i l'adaptació de la docent del grup experimental, que es trobava fent les seves primeres classes, en comparació a un professor amb experiència en el grup control. També, cal tenir en compte que amb una mostra de 35 estudiants no es poden extreure unes conclusions gaire generalitzables.

Tot i les limitacions, l'aplicació de les metodologies al grup experimental va ser rebuda amb interès i motivació pels estudiants de 3r, que al llarg de la intervenció van participar i reflexionar sobre el cas del pacient i també sobre l'activitat indagatòria teòrica. Per possibles estudis futurs, una aplicació de més llarga durada de la metodologia d'indagació i l'estudi de casos, amb activitats més obertes a la experimentació en el cas de la primera podrien permetre observar canvis més rellevants entre els grups d'estudi.

8. CONCLUSIONS

En primer lloc, cal recordar que l'objectiu principal d'aquest Treball Fi de Màster ha estat investigar si l'aplicació de la metodologia d'indagació i l'estudi de casos poden promoure el desenvolupament de les competències científiques dels alumnes de 3r d'ESO. Per això, es va dissenyar i implementar una situació d'aprenentatge basada en aquestes metodologies i es va avaluar el desenvolupament de la competència científica dels estudiants, que es trobaven dividits en dos grups: el grup control, on s'aplicava una metodologia més tradicional basada en treballar conceptes teòrics i fer activitats relacionades, i el grup experimental, al qual s'implementaven les metodologies abans esmentades. Així, es va comparar la competència científica abans i després de realitzar la intervenció i es van fer un seguit d'estudis estadístics dels resultats.

Els resultats del treball mostren que no hi ha diferències significatives en la competència científica dels alumnes del grup control i de l'experimental, així com tampoc hi ha diferències significatives entre el pretest i posttest de cada grup individualment. Tampoc s'han observat diferències rellevants en funció del sexe. D'aquesta manera, no es pot concloure que l'aplicació de les metodologies d'indagació i estudi de casos millorin la competència científica en aquest estudi en concret. No obstant això, s'ha observat una tendència a la millora en tots dos grups d'estudi, possiblement deguda a diverses variables estranyes esmentades anteriorment.

De tota manera, altres estudis publicats han demostrat que aquestes metodologies poden causar una millora de l'interès de l'alumnat (Rocard et al., 2007; Sturdy, 2007; Viennot, 2011), i un augment de l'interès pot provocar una millora en la competència científica dels alumnes. Així, tot i que els resultats obtinguts no validen la hipòtesi inicial, es pot concloure que s'ha produït una tendència a la millora en tots dos grups d'estudi, probablement per interferències amb altres matèries. Com a docents, el que realment busquem és que aprenguin de forma integrada i que vagin interconnectant tot el que aprenen, i aquí es posa de manifest.

9. REFERÈNCIES

- Aguilera Morales, D., Martín-Páez, T., Valdivia-Rodríguez, V., Ruiz-Delgado, A., Williams-Pinto, L., Vilchez-González J.M., Perales-Palacios, F. J. (2018). La enseñanza de las ciencias basada en indagación. Una revisión sistemática de la producción española. *Revista de Educación*, 38, 259-274.
- Alfieri, L., Brooks, P. J., Aldrich, N. J., i Tenenbaum, H. R. (2011). Does discovery-based instruction enhance learning? *Journal of Educational Psychology*, 103(1), 1–18. <https://doi.org/10.1037/a0021017>
- Ausubel, D. P. (1963). *The psychology of meaningful verbal learning*. Grune & Stratton.
- Borrull Riera, A. i Valls Bautista, C. (2019). *Ciencia low cost : guía práctica de actividades indagatorias sobre ciencias de la vida para secundaria* (1a edición). Graó.
- Consell de la Unió Europea. (2018). *Recomanació del Consell, de 22 de maig de 2018, relativa a les competències clau per a l'aprenentatge permanent*. Diari Oficial de la Unió Europea, C 189/1. [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CA/TXT/?uri=CELEX:32018H0604\(01\)](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CA/TXT/?uri=CELEX:32018H0604(01))
- Couso, D. (2014). De la moda de “aprender indagando” a la indagación para modelizar: una reflexión crítica. *XXVI Encuentro de Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 423-428.
- DeRosa, D. A. i Abruscato, J. A. (2014). *Teaching children science: A discovery approach*. Pearson Higher Ed.
- Domènech Casal, J. (2013). Secuencias de apertura experimental y escritura de artículos en el laboratorio: un itinerario de mejora de las prácticas de laboratorio. *Enseñanza de las ciencias*, 31 (3), 249-262. <https://doi.org/10.5565/rev/ciencias.469>
- Domènech Casal, J. i Marbà Tallada, A. (2022). La dimensión epistémica de la competencia científica. Ejes para el diseño de actividades de aula. *Didáctica De Las Ciencias Experimentales Y Sociales*, (42), 81–98. <https://doi.org/10.7203/dces.42.21070>
- Fernández, I., Carrascosa J., Fernández Cachapuz A., Praia J. (2002). Visiones deformadas de la ciencia transmitidas por la enseñanza. *Enseñanza de las Ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 20 (3), 477-488. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.3962>
- Furtak, E. M., Seidel, T., Iverson, H., & Briggs, D. C. (2012). Estudis experimentals i quasi-experimentals de l'ensenyament de Ciències basades en la investigació. *Revisió de la recerca educativa*, 82, 300.
- Generalitat de Catalunya. (2022). *Decret 175/2022, de 27 de setembre, d'ordenació dels ensenyaments de l'educació bàsica a Catalunya*. Diari Oficial de la Generalitat de Catalunya (DOGC), núm. 8763. <https://portaldogc.gencat.cat/utillsEADOP/PDF/8763/1946853.pdf>

- Hodson, D. (1994). Hacia un enfoque más crítico del Trabajo de laboratorio. *Enseñanza de las ciencias*, 12 (3), 299-313. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.4417>
- Keselman, A. (2003). Supporting inquiry learning by promoting normative understanding of multivariable causality. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(9), 898-921. <https://doi.org/10.1002/tea.10115>
- Lehrer, R. i Schauble, L. (2015). The development of scientific thinking. En L. S. Liben, U. Müller, i R. M. Lerner (Eds), *Handbook of child psychology and developmental science: Cognitive processes* (7.ª ed). John Wiley & Sons.
- Martínez-Chico, M. (2013). *Formación inicial de maestros para la enseñanza de las ciencias. Diseño, implementación y evaluación de una propuesta de enseñanza* [Tesis doctoral]. Universidad de Almería.
- Minner, D. D., Levy, A. J., i Century, J. (2010). Inquiry-based science instruction - what is it and does it matter? Results from a research synthesis years 1984 to 2002. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 47(4), 474-496. <https://doi.org/10.1002/tea.20347>
- Morales-Bueno, P. i Landa Fitzgerald, V. (2004). Aprendizaje basado en problemas. *Theoria*, 13, 145-157.
- Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). (2005). *The definition and selection of key competencies: Executive summary*. OECD. <https://doi.org/10.1787/9789264007584-en>
- Perrenoud, P. (2004). *Diez nuevas competencias para enseñar* (vol. 196). Graó.
- Rocard, M., Csermely, P., Jorde, D., Lenzen, D., Walberg-Henrikson, H., Hemmo V. (2007) *Science education now: A renewed pedagogy for the future of Europe*. Brussels: European Commission.
- Santrock, J. (2019). Aprendizaje y cognición en las áreas de contenido. En J. Santrock (Ed), *Psicología de la educación* (6.ª ed.). McGraw-Hill Interamericana.
- Sturdy, S. (2007). Scientific method for medical practitioners: the case method of teaching pathology in early twentieth-century Edinburgh. *Bulletin of the History of Medicine*, 81(4), 760-792. <https://doi.org/10.1353/bhm.2007.0093>
- Thistlethwaite, J. E., Davies, D., Ekeocha, S., Kidd, J. M., MacDougall, C., Matthews, P., ... Clay, D. (2012). The effectiveness of case-based learning in health professional education. A BEME systematic review: BEME Guide No. 23. *Medical Teacher*, 34(6), e421–e444. <https://doi.org/10.3109/0142159X.2012.680939>
- Viennot, L. (2011). Els molts reptes d'un ensenyament de les Ciències basat en la indagació: ens aportaran múltiples beneficis en

l'aprenentatge? *Ciències: revista del professorat de ciències de Primària i Secundària*, 18, 22-26. <https://doi.org/10.5565/rev/ciencies.153>

- Wax, R. S. (2012). Canada: Where Are We Going? En D.W. Crippen (Ed), *ICU Resource Allocation in the New Millenium: Will We Say "No?"*. Sprincer Science.
- Windschitl, M. (2003). Inquiry projects in science teacher education: What can investigative experiences reveal about teacher thinking and eventual classroom practice? *Science Education*, 87(1), 112-143. <https://doi.org/10.1002/sce.10044>
- Zabala, A., Vidiella, A. Z., Belmonte, L. A., i Arnau, L. (2007). *11 ideas clave. Cómo aprender y enseñar competencias* (vol. 3). Graó.

ANNEXOS

Annex 1. Situació d'aprenentatge

Situació d'aprenentatge¹

Títol	El poder de la neurociència
Curs (nivell educatiu)	3r d'ESO
Àrea / Matèria ² / Àmbit ³	Ciències Experimentals (Biologia i Geologia)

¹ Les situacions d'aprenentatge són els escenaris que l'alumnat es troba a la vida real i que els centres educatius poden utilitzar per desenvolupar aprenentatges. Plantegen un context concret, una realitat actual, passada o previsible en el futur, en forma de pregunta o problema, en sentit ampli, que cal comprendre, i a la qual cal donar resposta o sobre la qual s'ha d'intervenir. És en la seva resolució que l'alumnat assoleix les competències. [Annex 5. Aprenentatge basat en situacions](#). Són propostes pedagògiques orientades al desenvolupament de les competències.

² A l'educació primària fem referència a les àrees i a l'educació secundària obligatòria i el batxillerat a les matèries.

³ Agrupació d'àrees o matèries que s'imparteixen de manera integrada.

DESCRIPCIÓ (context + repte)

Per què aquesta situació d'aprenentatge? Està relacionada amb alguna altra? Quin és el context?⁴ Quin repte planteja?⁵

Aquesta Situació d'Aprenentatge s'emmarca dins de l'estudi de la funció de relació dels humans, centrant-se en el sistema nerviós i la seva implicació en la resposta als estímuls. Es planteja com a punt de partida l'anàlisi d'un cas clínic realista presentat per una neurocientífica, en el qual l'alumnat haurà d'entendre els efectes d'una lesió medul·lar.

Per aprofundir en el coneixement del sistema nerviós, es proposa una indagació estructurada sobre el desenvolupament d'un fàrmac per al dolor, analitzant dades experimentals i representacions gràfiques. A més, es treballarà l'impacte de les drogues en el sistema nerviós i la seva relació amb la salut. Finalment, l'alumnat haurà de dissenyar un experiment per investigar el mecanisme d'acció de les drogues sobre la sinapsi, posant en pràctica habilitats científiques com el raonament crític, l'anàlisi de dades i la formulació d'hipòtesis.

COMPETÈNCIES ESPECÍFIQUES DE LES ÀREES O MATÈRIES

Amb la realització d'aquesta situació d'aprenentatge s'afavoreix l'assoliment de les competències específiques de les àrees o matèries següents:

<u>Àrea o matèria</u>	Competències específiques
Biologia i Geologia	CE1: Interpretar fenòmens de la naturalesa, predir i argumentant el seu comportament a partir de models, lleis i teories propis de la biologia i la geologia per apropiari-se de conceptes i processos propis de la ciència.
Biologia i Geologia	CE3: Dissenyar, desenvolupar i comunicar el plantejament i les conclusions de recerques dins de l'àmbit escolar, incloent la formulació de preguntes i d'hipòtesis i la seva contrastació experimental, seguint els passos de les metodologies pròpies de la ciència, com l'experimentació i la cerca d'evidències, cooperant quan calgui, per indagar en aspectes relacionats amb la biologia i la geologia.

⁴ Context: conjunt de circumstàncies que expliquen un esdeveniment o una situació i que envolten un individu, un col·lectiu o una comunitat, etc.

⁵ Un repte és un desafiament que sorgeix d'una pregunta, un problema, un cas, una polèmica, una recerca, un encàrrec, un projecte, un servei..., situat en un context. Resoldre'l implica mobilitzar sabers i connectar accions a partir dels quals es desenvolupen capacitats personals.

Biologia i Geologia	CE4: Fer servir diverses formes de raonament, com el pensament hipoteticodeductiu i el pensament computacional, per resoldre problemes o donar explicació a fenòmens naturals i processos de la vida quotidiana relacionats amb la biologia i la geologia, mitjançant l'anàlisi crítica de les respostes i solucions i reformulant el procediment, si fos necessari.
Biologia i Geologia	CE5: Analitzar els efectes de determinades accions sobre el medi ambient i la salut, basant-se en els fonaments de les ciències biològiques i geològiques, per fer propostes d'acció i per decidir de manera informada sobre problemàtiques actuals i adoptar hàbits que minimitzin els impactes mediambientals, que siguin compatibles amb un desenvolupament sostenible i que permetin mantenir i millorar la salut individual i col·lectiva.

COMPETÈNCIES ESPECÍFIQUES DE LES COMPETÈNCIES TRANSVERSALS

Amb la realització d'aquesta situació d'aprenentatge s'afavoreix l'assoliment de les competències específiques transversals següents:

Competència transversal ⁶	Competències específiques
Competència personal, social i d'aprendre a aprendre	Regular i expressar les seves emocions enfortint l'optimisme, la resiliència, l'autoeficàcia i la recerca de propòsit i motivació cap a l'aprenentatge per gestionar els reptes i canvis i harmonitzar-los amb els seus propis objectius.
Competència ciutadana	Analitzar i comprendre idees relatives a la dimensió social i ciutadana de la seva pròpia identitat, així com als fets socials, històrics i normatius que la determinen, demostrant respecte per les normes, empatia, equitat i esperit constructiu en la interacció amb els altres en diferents contextos socioinstitucionals.
Competència digital	Fer cerques avançades a Internet atenent a criteris de validesa, qualitat, actualitat i fiabilitat, seleccionant-les de manera crítica i arxivant-les per recuperar, referenciar i reutilitzar aquestes recerques respecte a la propietat intel·lectual. Gestionar i utilitzar el propi entorn personal digital d'aprenentatge permanent per construir nou coneixement i crear continguts digitals, mitjançant estratègies de tractament de la informació i l'ús de

⁶ Competència digital, competència emprenedora, competència ciutadana i competència personal, social i d'aprendre a aprendre.

	diferents eines digitals, seleccionant i configurant la més adequada en funció de la tasca i de les necessitats en cada ocasió.
Competència emprenedora	Desenvolupar el procés de creació d'idees i solucions valuoses i prendre decisions, de manera raonada, utilitzant estratègies àgils de planificació i gestió i reflexionant sobre el procés realitzat i el resultat obtingut, per dur a terme el procés de creació de prototips innovadors i de valor, considerant l'experiència com una oportunitat per aprendre.

OBJECTIUS D'APRENTATGE I CRITERIS D'AVUACIÓ

Objectius d'aprenentatge⁷ Què volem que aprengui l'alumnat i per a què? CAPACITAT + SABER + FINALITAT	Criteris d'avaluació⁸ Com sabem que ho ha après? ACCIÓ + SABER + CONTEXT
Analitzar el funcionament del sistema nerviós, interpretant la seva estructura i la transmissió de l'impuls nerviós, per comprendre com es produeixen les respostes a l'entorn.	1. Analitzar i interpretar informació científica en diferents formats (gràfics, taules, esquemes...) per comprendre el funcionament del sistema nerviós. 2. Argumentar, reflexionar, relacionar conceptes i definir diferents termes científics. Fer cerques a internet per ampliar alguns dels conceptes tractats a classe. Realitzant un dossier d'activitats.
Aplicar el mètode científic en la investigació d'un fàrmac per al dolor, desenvolupant habilitats d'anàlisi i experimentació, per comprendre com es produeix la recerca biomèdica.	3. Entendre i raonar sobre una investigació basada en el mètode científic sobre el sistema nerviós utilitzant un model animal teòric, analitzant les dades i extraient conclusions.
Reflexionar sobre l'impacte de les drogues en la sinapsi, analitzant-ne el mecanisme d'acció, per prendre decisions informades sobre la seva influència en la salut.	4. Analitzar i argumentar, basant-se en dades científiques, sobre l'impacte de les drogues al sistema nerviós i la societat.
Dissenyar un experiment científic, identificant variables i elaborant hipòtesis, per comprendre el mecanisme d'acció de les drogues a la sinapsi.	5. Formular preguntes, hipòtesis i dissenyar un experiment científic. Analitzar els resultats i extreure una conclusió per entendre el mecanisme d'acció de les drogues.

SABERS

Amb la realització d'aquesta situació d'aprenentatge es tractaran els sabers següents:

	Saber	Àrea o matèria
1	Formulació de preguntes, hipòtesis i conjetures científiques en el context del desenvolupament d'un fàrmac i el sistema nerviós.	Biologia i Geologia. Projecte científic.

⁷ Les competències específiques estan formulades de forma general i convé concretar-les per definir quins seran els aprenentatges que s'adquiriran amb la realització de la situació d'aprenentatge. Aquesta concreció ha de permetre formular unes competències pròpies de la situació d'aprenentatge que són l'equivalent dels objectius d'aprenentatge.

⁸ Els criteris d'avaluació es poden desplegar en indicadors. Un objectiu d'aprenentatge pot relacionar-se amb un, dos o més criteris d'avaluació.

2	Estratègies d'utilització d'eines digitals per a la cerca d'informació, col·laboració i comunicació de processos, resultats o idees en diferents formats (presentació, gràfica, vídeo, pòster, informe...) en el context de problemes investigables.	Biologia i Geologia. Projecte científic.
3	Disseny de recerques, experiments i estudis observacionals, per respondre a una qüestió científica determinada fent servir instruments i espais (laboratori, aules, entorn...) de manera adequada.	Biologia i Geologia. Projecte científic.
4	Reflexió sobre les necessitats de l'organisme humà relatives a la seva supervivència i relació amb el conjunt d'aparells i sistemes d'òrgans que integren el cos humà.	Biologia i Geologia. Cos humà.
5	Relació entre l'anatomia, la fisiologia i la funció dels aparells i sistemes d'òrgans implicats en les diferents necessitats (nutrició, relació, reproducció).	Biologia i Geologia. Cos humà.
6	Investigació sobre situacions i problemes relatius a la salut relacionats amb l'anatomia i la fisiologia de l'organisme humà.	Biologia i Geologia. Cos humà.
7	Investigació, reflexió i debat sobre situacions relatives al consum de drogues (incloent-hi aquelles de curs legal) destacant els efectes perjudicials sobre la salut dels consumidors i les persones del seu entorn proper.	Biologia i Geologia. Hàbits saludables.
8	Diferenciació entre malaltia i símptomes, exploració i diagnòstic a partir de casos concrets.	Biologia i Geologia. Salut i malaltia.

DESENVOLUPAMENT DE LA SITUACIÓ D'APRENTATGE

Quines són les principals estratègies metodològiques que es preveuen utilitzar? Quins tipus d'agrupament realitzarem? Quins són els principals materials que necessitarem? Etc.

Els estudiants treballaran mitjançant diverses estratègies metodològiques com l'estudi de cas d'un pacient amb lesió medul·lar, la indagació estructurada sobre la investigació d'una neurocientífica desenvolupant un fàrmac pel dolor i l'anàlisi de dades i gràfics científics. També es promourà la reflexió crítica sobre les drogues i es treballarà el disseny experimental i el mètode científic.

Agrupament: es farà treball individual (dossier d'activitats), petits grups (activitat final d'indagació estructurada) i de grup (reflexió sobre mites i veritats de drogues, desenvolupament del fàrmac).

Materials: presentacions, dossier d'activitats, vídeos explicatius, simulador 3D (online). Tot el material didàctic creat per aquesta situació d'aprenentatge es pot trobar a l'Annex 3 i el dossier d'activitats a l'Annex 4. La prova escrita final es pot trobar a l'Annex 5.

ACTIVITATS D'APRENTATGE I D'AVUACIÓ

Activitat	Descripció de l'activitat d'aprenentatge i d'avaluació	Temporització
Activitats inicials <i>Què en sé?</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Formulari pretest sobre raonament científic (Competències bàsiques àmbit científicotecnològic curs 2021-2022, activitat 4) (Annex 2) - Introducció a la SA: el poder de la neurociència. Presentació de la neurocientífica i del cas que estudia: un pacient que ha patit un accident de trànsit que li ha provocat una lesió medul·lar i utilitza un exoesquelet robòtic. Es plantegen preguntes a classe per veure què saben del tema i començar a introduir el sistema nerviós. - Com connectem amb el món que ens envolta? Introduïm la funció de relació i com el sistema nerviós és capaç de rebre informació (interna o externa) captada per receptors i efectuar una resposta. Activitat 1 i 2 del dossier d'activitats (+ correcció). - Mites i veritats sobre les drogues. Activitat en que es presenten diferents frases a classe i els alumnes han de decidir si són mites o veritats per introduir-nos a la prevenció de drogues. 	25 minuts 15 minuts 20 minuts 15 minuts
Activitats de desenvolupament <i>Què estic aprenent?</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Una lesió medul·lar? Comencem a aprofundir en el cas del pacient que estem estudiant. Treballem el sistema nerviós central i el perifèric mitjançant la presentació de classe i un simulador 3D indicat a l'Annex 1 (Activitats 3, 4 i 5 del dossier). Introduïm el sistema nerviós parasimpàtic i simpàtic (Activitat 6). Fem un esquema a la pissarra tots junts per facilitar la comprensió. Correcció d'activitats. - El missatge interromput. Aprofundim en què passa quan hi ha una lesió medul·lar a nivell cel·lular: concepte de neurona, sinapsi, neurotransmissors (vídeo). Activitats 7, 8, 9, 10 (+ correcció). - Ajuda científica urgent. El pacient del cas pateix dolor neuropàtic. La neurocientífica està desenvolupant un fàrmac pel dolor i ens demana ajuda per dissenyar i interpretar les dades del seu experiment de forma teòrica. Parlem sobre com funciona aquest fàrmac (bloquejant els receptors de la membrana postsinàptica a la sinapsi) i sobre l'ús d'un model animal (test de retirada de pota). Parlem del grup control/experimental i de les variables dependent/independent. Presentem els resultats de l'experiment i entre tots contestem unes preguntes per interpretar resultats i gràfics obtinguts. - Les drogues i el sistema nerviós: parlem de què es una droga i els mecanismes d'acció que poden tenir les drogues sobre la sinapsi. Activitats 11, 12, 13, 14 (correcció). Conceptes de tolerància i dependència. Activitat 15 (correcció). 	55 minuts 55 minuts 35 minuts 55 minuts

Activitats de síntesi i estructuració <i>Què he après de nou?</i>	<p>- Dades 2023. Què sabem dels accidents de trànsit a Espanya? La neurocientífica ens demana consell per analitzar dades referents a accidents de trànsit. Contestem unes preguntes relacionades amb la interpretació de dades entre tots a classe. Aquests resultats ens serviran per introduir les drogues i el seu efecte sobre el sistema nerviós.</p> <p>- Formulari posttest (última sessió): igual que el formulari pretest.</p>	<p>20 minuts</p> <p>25 minuts</p>
Activitats d'aplicació i transferència <i>Com sé que ho he après?</i>	<p>-Repte científic: la neurocientífica ens demana ajuda per estudiar el mecanisme d'acció d'una droga. Els alumnes es divideixen en grups de 4 persones (ja establerts) i han de dissenyar un experiment seguint el mètode científic amb estructura de joc de pistes. En primer lloc, es donarà un enunciat als estudiants sobre la droga que han d'estudiar i quin es el seu mecanisme d'acció (exemple: la cocaïna bloqueja la recaptació de dopamina a la neurona presinàptica) i han de formular la seva pregunta d'investigació i la hipòtesi. Un cop tenen això, aixecaran el braç i comunicaran a la docent la seva resposta, si van ben encaminats, se'ls hi donarà un altra pista i passaran a definir grup control/experimental i les variables. Tornaran a comunicar a la docent i si han definit bé l'experiment, tindran un altra pista amb els resultats en forma de gràfic que hauran d'interpretar i decidir si validen o refuten la hipòtesi que s'havien plantejat.</p> <p>Un cop tots els grups hagin acabat, hauran de fer un resum de la conclusió a la que han arribat i es comunicarà a la resta de la classe.</p> <p>-Prova escrita: es demanaran els conceptes claus treballats durant la unitat (Annex 5).</p>	<p>55 minuts</p> <p>55 minuts</p>

BREU DESCRIPCIÓ DE COM S'ABORDEN **ELS VECTORS**⁹ EN AQUESTA SITUACIÓ D'APRENTATGE

Benestar emocional: reflexió sobre les conseqüències de les lesions medul·lars i l'impacte de les drogues. Es treballa la regulació emocional i l'empatia a través de l'anàlisi del cas clínic i la reflexió sobre l'impacte de les drogues en la salut i el sistema nerviós.

Ciutadania democràtica i consciència global: es fomenta el pensament crític en l'anàlisi de dades sobre l'ús i els efectes de les drogues, així com la presa de decisions informades sobre la salut pública.

Aprenentatges competencials: l'alumnat aplica el mètode científic en un context real, analitzant informació científica, formulant hipòtesis i dissenyant un experiment propi (a partir d'unes pistes donades pel docent).

⁹ 1. Aprenentatges competencials. 2. Perspectiva de gènere. 3. Universalitat del currículum. 4. Qualitat de l'educació de les llengües. 5. Benestar emocional. 6. Ciutadania democràtica i consciència global.

Qualitat de l'educació en llengües: es potencia la comprensió i comunicació científica a través del treball de l'argumentació a partir del raonament científic.

Perspectiva de gènere: coincidint amb la setmana de la dona i la ciència, en què es duran a terme tallers pels alumnes, es presentarà aquesta SA que té com a protagonista una neurocientífica.

Universalitat del currículum: la SA s'ha dissenyat per ser inclusiva i accessible a tot l'alumnat, proporcionant diferents suports i estratègies metodològiques per garantir la participació de tothom i promoure l'equitat educativa.

MESURES I SUPORTS UNIVERSALS¹⁰

Materials adaptats per a la diversitat d'alumnes.
Ús de suport visual i tecnologies digitals per facilitar la comprensió.

MESURES I SUPORTS ADDITIONALS¹¹ O INTENSIVS¹²

Quines mesures o suports addicionals o intensius es proposen per a cadascun dels alumnes següents:

Alumne/a	Mesura i suport addicional o intensiu
X	Farà el dossier que té assignat durant les classes de Ciències Experimentals.

¹⁰ Les mesures i els suports universals són els que s'adrecen a tot l'alumnat. Han de permetre flexibilitzar el context d'aprenentatge, proporcionar als alumnes i als docents estratègies per minimitzar les barreres d'accés a l'aprenentatge i a la participació que es troben a l'entorn, i garantir la convivència i el compromís de tota la comunitat educativa.

¹¹ Les mesures i els suports addicionals s'adrecen a alguns alumnes. Permeten ajustar la resposta educativa de forma flexible, preventiva i temporal, focalitzant la intervenció educativa en aquells aspectes del procés d'aprenentatge que poden comprometre l'avenç personal i escolar.

¹² Les mesures i els suports intensius són específics per als i les alumnes amb necessitats educatives especials, estan adaptats a la seva singularitat i permeten ajustar la resposta educativa de forma extensa, amb una freqüència regular i, normalment, sense límit temporal.

Annex 2. Qüestionari pretest i posttest

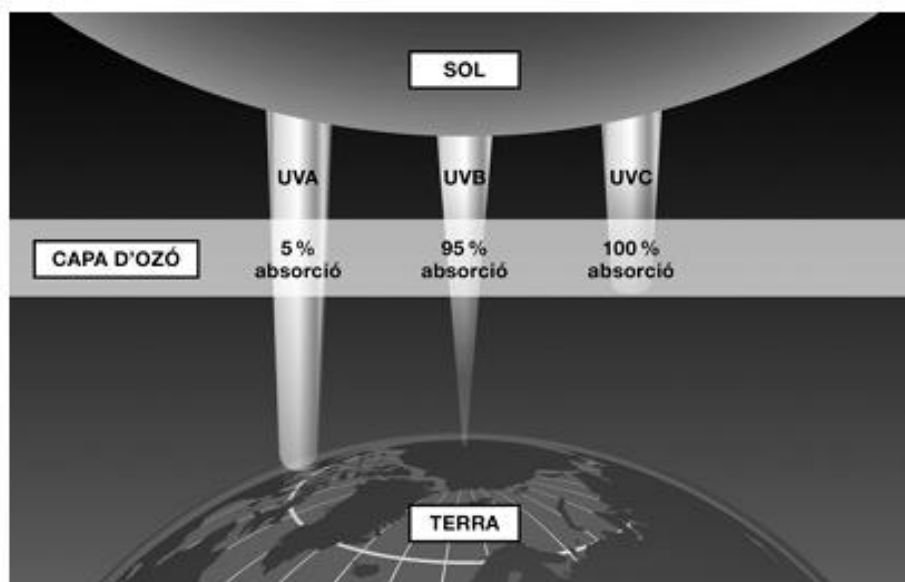
Activitat extreta de les Competències Bàsiques de l'àmbit científic-tecnològic del curs 2021-2022. Font: Departament d'Educació, Generalitat de Catalunya.

ACTIVITAT 4: PROTEGIM-NOS DEL SOL

Llegeix el text següent i respon a les preguntes:

El Sol és una gran font d'energia que fa possible la vida al nostre planeta, però algunes radiacions solars són perjudicials per a la salut.

Hi ha tres tipus de radiacions ultraviolades (UV) que arriben a la Terra: UVA, UVB i UVC. La menys energètica de les tres és la radiació UVA però penetra la pell més profundament i una exposició excessiva pot tenir efectes negatius. La radiació UVB és la que produeix el bronzejat, però també les cremades de sol, les reaccions al·lèrgiques i els càncers de pell. La radiació UVC és extremadament perillosa perquè és la que té més energia.



Imatge adaptada de: <https://culturacientifica.com/>

La capa d'ozó que hi ha a l'atmosfera absorbeix gran part de les radiacions UV, però l'ús d'altres filtres solars és molt recomanable.

1. La majoria de les cremes solars comercials proporcionen protecció per a les radiacions UVA i UVB, però al mercat no hi ha cremes que ens protegeixin de les radiacions UVC, que són les més perilloses de les tres. **Explica** per què.
Per respondre utilitza els conceptes capa d'ozó i radiacions UVC. **Subratlla** aquestes paraules en la teva resposta.

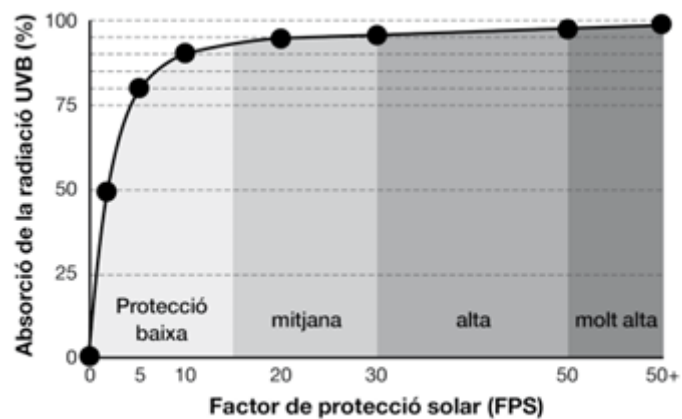
2. El factor de protecció solar (FPS) és un índex que informa del nivell de protecció de les cremes solars. Per exemple, una persona que sense protecció tarda 10 minuts a cremar-se, amb una crema amb FPS 50 pot multiplicar fins a 50 el temps d'exposició al sol sense patir cremades (10 minuts x 50 = 500 minuts).



Font imatge: <https://www.elpais.com.uy>

Si una persona s'ha aplicat una crema solar amb FPS 20 i ha començat a cremar-se després de 2 hores (120 minuts) d'exposició al sol, quant temps hauria tardat a cremar-se sense la crema protectora?

- a. 2 minuts
 - b. 6 minuts
 - c. 20 minuts
 - d. 60 minuts
3. El gràfic següent representa el percentatge de la radiació UVB absorbida per les cremes solars en funció del seu factor de protecció solar (FPS).

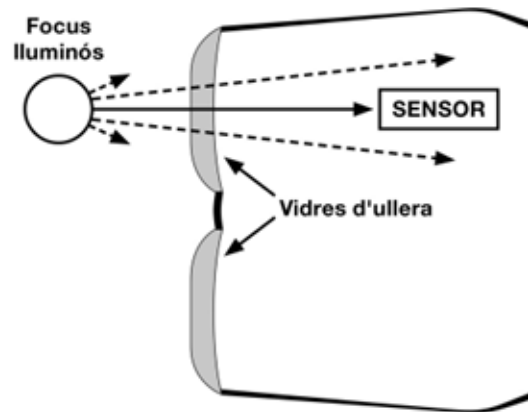


Gràfic adaptat de: <https://opcions.org>

A partir de la informació proporcionada pel gràfic, quina de les afirmacions següents és correcta?

- a. Una crema d'FPS 50 absorbeix el 50 % de la radiació UVB.
- b. Per obtenir la protecció més alta, hem d'utilitzar cremes amb FPS 50+.
- c. Una crema d'FPS 20 absorbeix el doble de radiació UVB que una crema d'FPS 10.
- d. Les cremes que proporcionen protecció alta absorbeixen entre el 80 % i el 85 % de la radiació UVB.

4. Per comparar com diferents vidres d'ulleres de sol absorbeixen la llum d'un determinat focus lluminós es dissenya l'experiment que es mostra a la figura següent:



Quina de les variables següents s'ha d'anar modificant al llarg de l'experiment?

- El tipus de vidre d'ullera.
- La intensitat del focus lluminós.
- La direcció de la llum emesa pel focus lluminós.
- La distància que hi ha entre el vidre d'ullera i el sensor.

Annex 3. Material didàctic

El poder de la neurociència

La Dra. Elena és una apassionada neurocientífica que porta anys estudiant el sistema nerviós i com aquest es pot veure afectat per diferents factors. Un dels seus casos més interessants és el d'un pacient que va patir un greu accident de trànsit i que, com a conseqüència, va quedar paraplègic.

Aquest pacient es diu Andreu i ha estat un veritable exemple de superació. Gràcies a la seva força de voluntat i a la tecnologia d'un exo esquelet robòtic, ha pogut recuperar part de la seva mobilitat i tornar a caminar.



Preguntes:

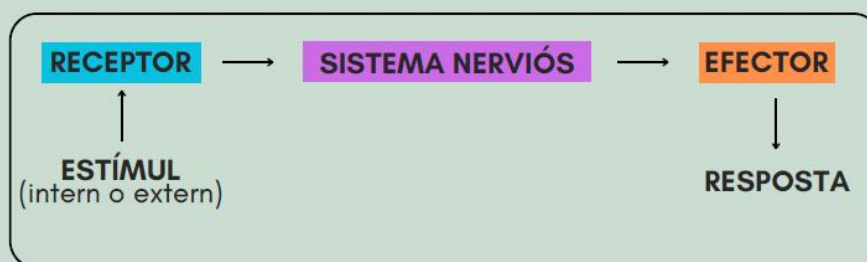
- Què creieu que li va passar a l'Andreu per no poder moure les cames després de l'accident?
- Què coneixeu del sistema nerviós?
- Per què creieu que la Dra. Elena estudia el sistema nerviós?
- Quina importància creieu que té el sistema nerviós per a la nostra vida?



Enllaç vídeo: <https://www.youtube.com/watch?v=kQ2fSap1E2I>

Com connectem amb el món que ens envolta?

La funció de relació ens permet **captar estímuls**, **processar-los** i **elaborar respostes** adequades.
Per exemple: ens cremem cuinant un pastís al forn.



Funció de relació

RECEPTORS

Estímuls externs: sons, llum, olor, gust, temperatura, dolor...



Vista



Oïda



Olfacte



Gust

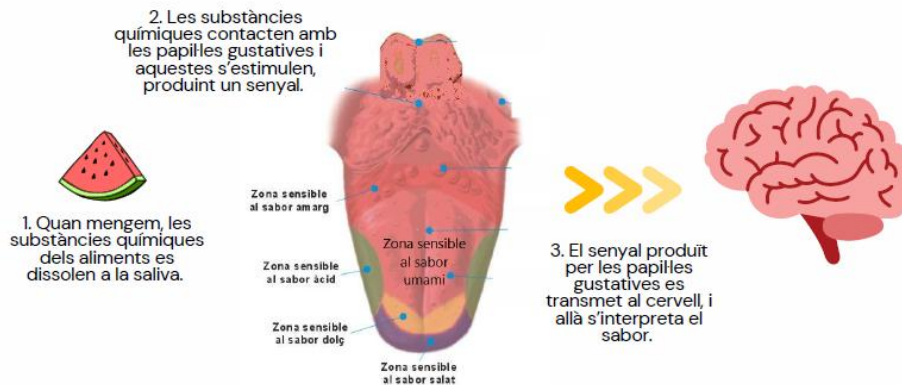


Tacte

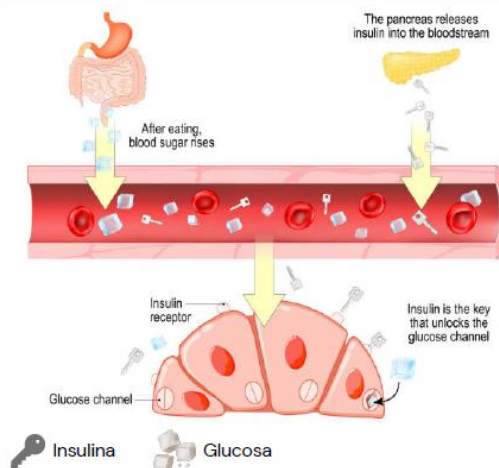
Estímuls interns: canvis de concentració de glucosa en sang, canvis freqüència del batec del cor...



El sentit del gust



El sistema endocrí: la insulina



Després de menjar, es produeix un augment de la quantitat de **glucosa** en sang. Això, és captat pel sistema nerviós, que estimularà la producció d'una hormona anomenada **insulina** al pàncrees.

La **insulina** permet l'entrada de **glucosa** a les **cèl·lules** de l'organisme per tal que puguin nodrir-se i proporcionar energia.

Una lesió medul·lar?



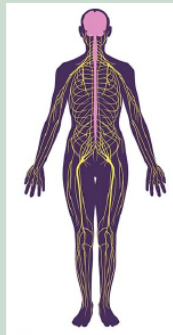
Mentre revisava l'historial mèdic de l'Andreu, la Dra Elena va trobar un informe que parlava d'una "**lesió medul·lar**". No estava familiaritzada amb el terme, així que va decidir investigar una mica més. Va buscar articles científics, va parlar amb altres metges i finalment va entendre de què es tractava.

Va descobrir que la medul·la espinal és com un cable gegant que connecta el cervell amb la resta del cos. Forma part del **sistema nerviós central (SNC)**, que és el centre de control principal del nostre cos. El **cervell** pren decisions i la **medul·la espinal** envia els missatges a través dels **nervis**, que formen part del **sistema nerviós perifèric (SNP)**.

Aleshores, **com una lesió a la medul·la espinal ha fet que l'Andreu no pugui moure les cames?**

Funció de relació

SISTEMA NERVIÓS



■ Sistema nerviós central (SNC)
 ■ Sistema nerviós perifèric (SNP)

SISTEMA NERVIÓS CENTRAL (SNC)

Encarregat de rebre i interpretar estímuls sensitius i generar una resposta motora.



SISTEMA NERVIÓS PERIFÈRIC (SNP)



Conjunt de nervis que connecten el SNC amb la resta del cos.

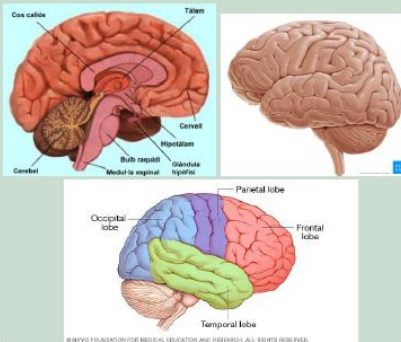
Funció de relació

SISTEMA NERVIÓS CENTRAL (SNC)

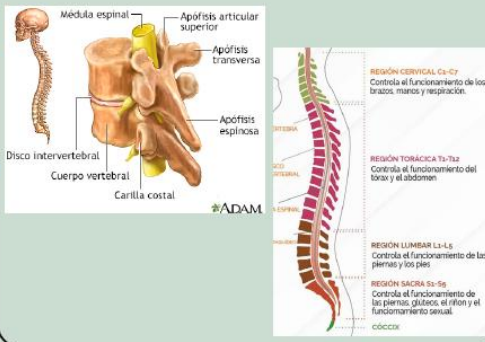
- Protegit pel crani i la columna vertebral.
- Envoltat per meninges i líquid cefaloraquídi.

Encèfal

Format pel cervell, el cerebel i el tronc encefàlic



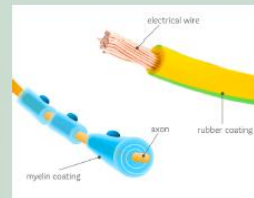
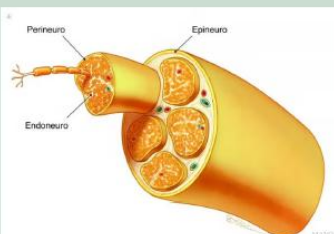
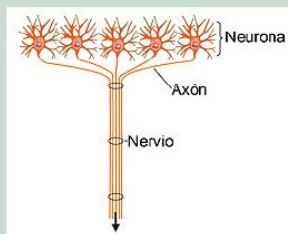
Medul·la espinal



Simulació 3D de l'encèfal: <https://www.brainfacts.org/3d-brain#intro=false&focus=Brain>

Funció de relació

SISTEMA NERVIÓS PERIFÈRIC (SNP)



El SNP està format per **nervis**, que estan compostos de fibres nervioses agrupades i tenen com a funció **transmetre impulsos nerviosos entre diferents parts del cos**.

Funció de relació

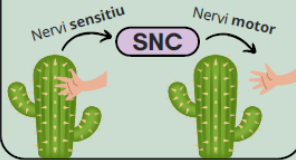
SISTEMA NERVIÓS PERIFÈRIC (SNP)

Els nervis es poden classificar segons 2 criteris:

1

Segons el sentit en què transmeten l'impuls nerviós:

- Nervis sensitius (cap al SNC)
- Nervis motors (cap a músculs i glàndules)



2

Segons si coordinen actes voluntaris o involuntaris:

- Sistema Nerviós Voluntari: accions voluntàries.
- Sistema Nerviós Autònom: accions involuntàries: funcions de les vísceres, la pressió arterial, la suor...
 - Parasimpàtic: moments de relaxació.
 - Simpàtic: moments de tensió.

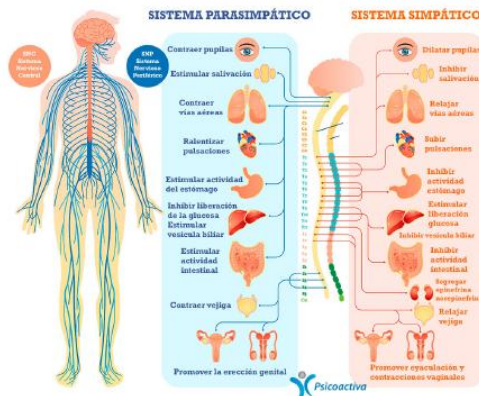


Funció de relació

SISTEMA NERVIÓS PERIFÈRIC (SNP)

Segons si coordinen actes voluntaris o involuntaris:

- Sistema Nerviós Voluntari: accions voluntàries.
- Sistema Nerviós Autònom: accions involuntàries: funcions de les vísceres, la pressió arterial, la suor...
 - Parasimpàtic: moments de relaxació.
 - Simpàtic: moments de tensió.



El missatge interromput

La Dra. Elena va explicar que la lesió de l'Andreu va interrompre la comunicació entre les neurones de la medul·la espinal.

—És com si s'hagués tallat un cable —va dir—. El missatge del cervell no pot arribar a les seves cames, per això no pot moure-les.

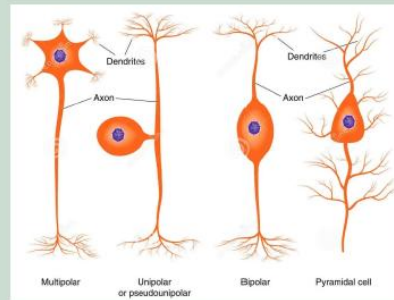
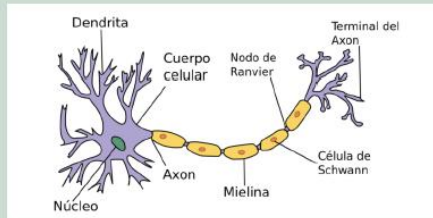
Ara que sabem que quan hi ha una lesió a la medul·la espinal es talla la comunicació entre el SNC i les extremitats inferiors, en el cas de l'Andreu seria interessant saber què passa a nivell cel·lular.

Però, quines són les cèl·lules principals del sistema nerviós? Com es comuniquen entre elles?



El sistema nerviós: un món de neurones connectades

Les **neurones** són cèl·lules especialitzades en la transmissió d'informació gràcies a la seva capacitat per generar corrents elèctrics (**impuls nerviós**).



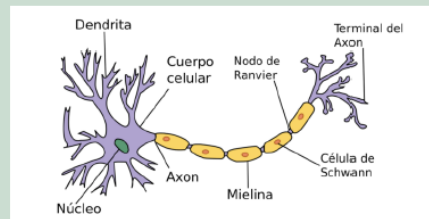
[VÍDEO](#)

Enllaç: <https://www.youtube.com/watch?v=1i8TrKksyv4>

La neurona

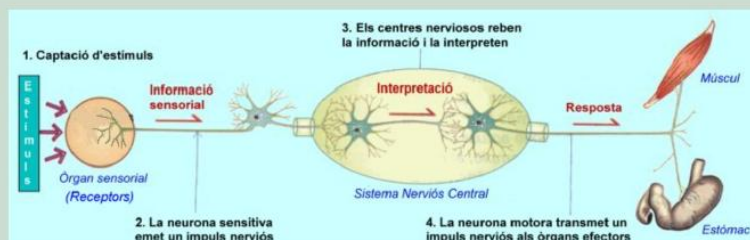
Parts de les neurones:

- **Dendrites:** receptors de senyal.
- **Axó:** prolongació a través de la qual viatja l'impuls nerviós. Envoltat de **vaines de mielina**, un aïllant que afavoreix la transmissió ràpida de l'impuls nerviós.
- **Cos neuronal:** conté el nucli de la neurona.



Com funciona el SISTEMA NERVIÓS?

Les neurones **sensitives** porten informació al SNC i les **motores** la porten des del SNC cap a òrgans efectors (ex: músculs).

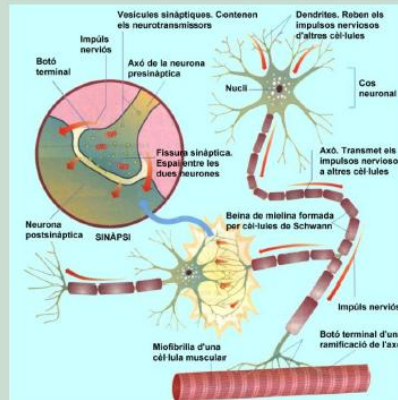


COM ES COMUNIQUEN ENTRE ELLES LES NEURONES?

Comunicació entre neurones: la sinapsi

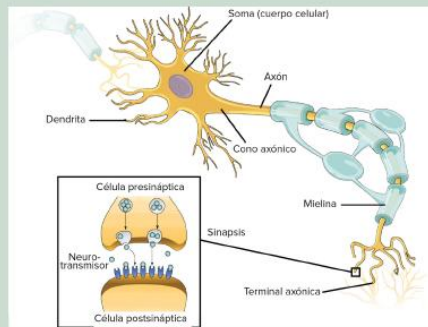
Les neurones connecten amb altres neurones sense arribar a tocar-se físicament mitjançant la **sinapsi**.

L'impuls elèctric generat a una neurona és transmès des de l'axó d'aquesta cap a la dendrita de la següent o cap a l'òrgan efector mitjançant un procés anomenat **transmissió de l'impuls nerviós**.



Comunicació entre neurones: la sinapsi

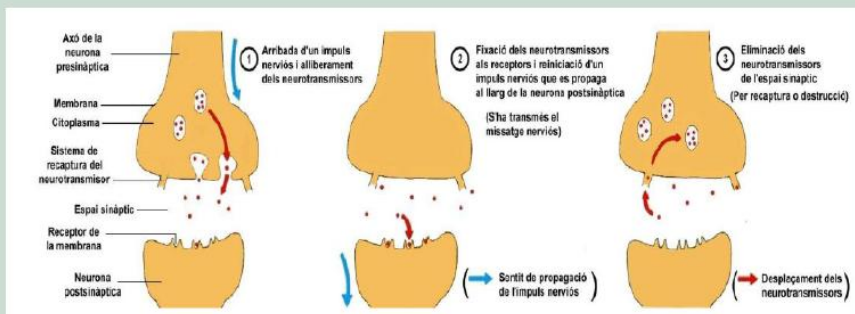
Quan un impuls elèctric arriba al final de l'axó d'una neurona, s'alliberen unes petites vesícules que contenen unes substàncies anomenades **neurotransmissors**. Els neurotransmissors són alliberats a la fissura sinàptica i són captats per les dendrites de la següent neurona, generant així un nou corrent elèctric. Aquest procés es produeix de forma successiva fins arribar als òrgans efectors i s'anomena **transmissió de l'impuls nerviós**.



[VÍDEO](#)

Enllaç: <https://www.youtube.com/watch?v=wqH8uIEQG6U>

Comunicació entre neurones: la sinapsi

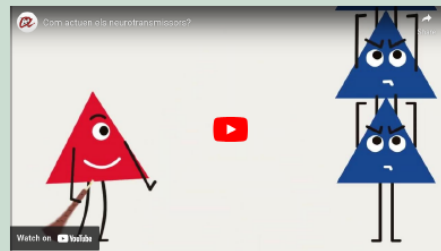


Els neurotransmissors

Hi ha neurotransmissors **excitatoris** (afavoreixen la transmissió de l'impuls nerviós) i **inhibitoris** (impedeixen la transmissió de l'impuls nerviós).

Els neurotransmissors tenen un paper molt important en les **sensacions** i **emocions** del nostre cos.

Alguns exemples de neurotransmissors són la **dopamina**, la **serotonina** o l'**adrenalina**.



Enllaç: https://www.youtube.com/watch?v=NgmR_ON45tU&authuser=1

Ajuda científica urgent!

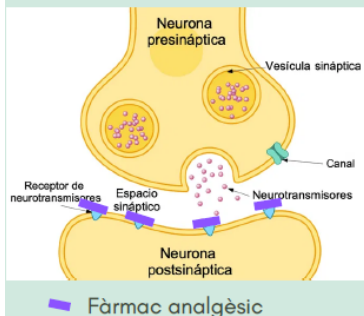


La Dra. Elena està molt preocupada pel **dolor** neuropàtic que sent l'Andreu. Aquest tipus de dolor apareix quan hi ha algun tipus de **lesió al sistema nerviós** i és **crònic** i de **gran intensitat**, molt diferent al dolor que sentim quan ens donem un cop.

Un dels projectes que té en marxa la Dra Elena és sobre el **desenvolupament d'un nou fàrmac pel dolor** que podria ser molt útil per pacients com l'Andreu, però que encara es troba en **fases de desenvolupament**.

La Dra Elena ens demana **ajuda per dissenyar i interpretar les dades obtingudes** en un experiment recent amb aquest nou fàrmac. L'ajudem?

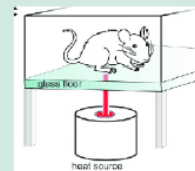
Mecanisme d'acció del fàrmac en desenvolupament



La Dra Elena ens explica que el fàrmac que estan desenvolupant té l'objectiu de comportar-se com a analgèsic (disminuir el dolor).

Per provar-lo utilitzaran un model animal amb ratolins que es coneix com a **test de retirada de pota**.

Quina seria la pregunta de recerca d'aquesta investigació? I la hipòtesi?



Disseny experimental

El disseny experimental és el pla o l'estructura que segueix un investigador per dur a terme un experiment científic. Aquest pla inclou tots els elements necessaris per respondre a una pregunta d'investigació específica de manera vàlida i fiable.

1 Establim els **grups** que hi haurà a l'experiment:



GRUP CONTROL

No rebrà tractament amb el fàrmac



GRUP EXPERIMENTAL

Sí rebrà tractament amb el fàrmac

2 Establim les **variables**:

VARIABLE INDEPENDENT

Factor que l'investigador manipula

En el nostre experiment, l'aplicació del fàrmac.

VARIABLE DEPENDENT

Factor que es mesura per veure l'efecte de la variable independent

En el nostre experiment, el temps que la pota dels ratolins està sobre la superfície calenta

Totes les condicions han de ser iguals entre els dos grups. Només ha de canviar la variable independent.

Analitzem resultats i interpretem



GRUP CONTROL

No rebrà tractament amb el fàrmac

GRUP CONTROL	Temps (segons)
Ratolí 1	2,5
Ratolí 2	2,8
Ratolí 3	2,2
Mitjana	2,5

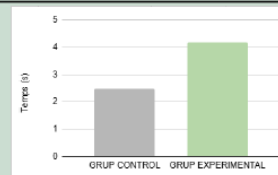


GRUP EXPERIMENTAL

Sí rebrà tractament amb el fàrmac

GRUP EXPERIMENTAL	Temps (segons)
Ratolí 4	4,1
Ratolí 5	4,5
Ratolí 6	3,9
Mitjana	4,2

- Quines diferències observeu?
- Quina podria ser la causa?
- Com podríem interpretar aquests resultats?
- Creieu que una representació gràfica podria ajudar a entendre millor els resultats?
- Què vol dir que el grup experimental tardi més temps a treure la pota de la superfície calenta?



Dades 2023: què sabem dels accidents de trànsit a Espanya?

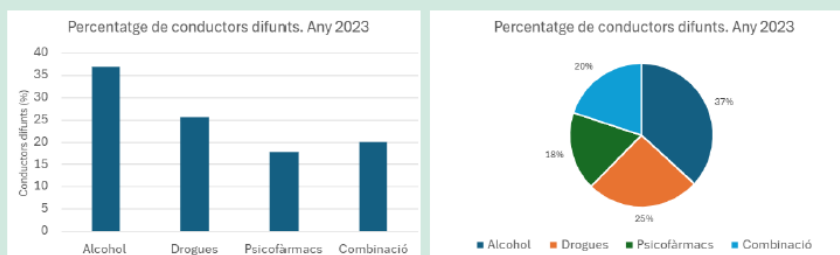
La Dra. Elena, molt preocupada per la **seguretat viària** després de l'accident de l'Andreu, va rebre un informe de la Direcció General de Trànsit (DGT) i l'Institut Nacional de Toxicologia i Ciències Forenses (INTCF) amb **dades sobre accidents de trànsit l'any 2023**. Ens demana si ara que ja som tots uns experts en **interpretar gràfics** la podem ajudar per tal d'entendre millor les causes d'accidents com el de l'Andreu.



Quines prediccions podeu fer? Quina creieu que és la principal causa d'accidents?

Dades 2023: què sabem dels accidents de trànsit a Espanya?

Total: 862 conductors morts al 2023 en accidents de trànsit



- Què us crida més l'atenció d'aquestes gràfiques? Us sorprèn alguna de les dades?
- Quines conseqüències pot tenir conduir sota els efectes de l'alcohol, les drogues o els psicofàrmacs?
- Com creieu que l'alcohol, les drogues i els psicofàrmacs afecten el nostre sistema nerviós?

Mites i veritats sobre les drogues



Només les drogues il·legals són perilloses.

Si només ho proves una vegada, no passa res.

Les drogues naturals són segures.

Totes les drogues tenen el mateix efecte.

L'alcohol i el tabac són responsables de més morts que algunes drogues il·legals.

Les drogues poden causar problemes socials i emocionals.

Les drogues poden causar dependència física i psicològica.

El consum moderat de drogues no fa mal.

El consum de drogues pot tenir conseqüències legals.

El cànnabis no és addictiu.

Les drogues alteren la química del cervell.

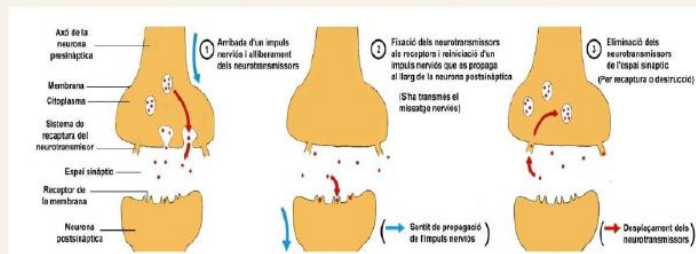
El cervell dels adolescents és més vulnerable a les drogues.

Beure alcohol només es perillós si et passes molt.

Què és una droga?

Una droga és una substància **psicoactiva** que modifica percepcions sensorials, sensacions, estats d'ànim... El mecanisme d'acció de les drogues es basa en **modificar el pas dels neurotransmissors a la sinapsi**.

Tipus de drogues: estimulants, depressores i al·lucinògenes.



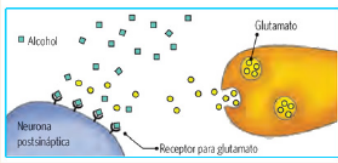
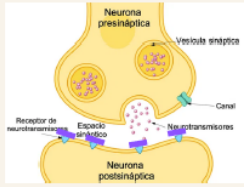
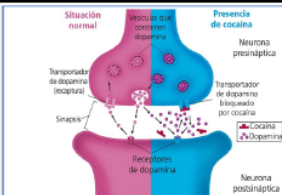
Les drogues i el sistema nerviós



Enllaç: <https://www.youtube.com/watch?v=lezMI-EoAVI>

Mecanismes d'acció de les drogues

Les drogues poden actuar de diverses maneres:

<p>Hi ha drogues amb una estructura molecular molt semblant a alguns neurotransmissors, de forma que els imiten i es fixen als receptors de la membrana postsinàptica sense activar-los i impedint la unió d'altres neurotransmissors.</p> 	<p>Altres drogues bloquegen la unió del neurotransmissor a la membrana postsinàptica.</p> 
<p>Certes drogues augmenten la presència de neurotransmissors a l'espai sinàptic. Com? Impedint el reciclatge a la membrana presinàptica o estimulant la secreció</p> 	

Tolerància i dependència

La majoria de drogues afecten el circuit de recompensa del cervell, implicat en la capacitat del cos per sentir plaer. Quan hi ha una exposició repetida a drogues, apareixen:

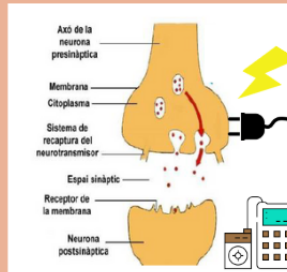
- La **tolerància** és un estat d'adaptació del cos davant l'exposició repetida de la mateixa quantitat d'una droga. Cada cop es necessitarà més quantitat per arribar als mateixos efectes.
- La **dependència** és un estat psíquic i físic resultat de la interacció entre un individu i una droga que es caracteritza per modificacions de comportament. Apareix la necessitat d'administrar-se la droga de forma contínua o periòdica per tal de tornar a experimentar els efectes o evitar el malestar que provoca no consumir-la (síndrome d'abstinència).

Repte científic

La Dra Elena ens presenta un **repte**. Fa uns anys, el seu grup i uns col·laboradors van crear un model cel·lular per estudiar la sinapsi. Volen que nosaltres, utilitzant aquest model estudiem el **mecanisme d'acció de diferents drogues** de les que hem estudiat a classe.



Cada grup tindrà un sobre amb unes directrius per anar **dissenyant un experiment seguint el mètode científic**. A mesura que avanceu, ens podreu anar demanant més pistes fins arribar a rebre els resultats. **Esteu preparats per desxifrar el misteri de les drogues i el cervell?**



Apliquem impuls elèctric a la neurona presinàptica

Mesurem l'impuls elèctric a la neurona postsinàptica



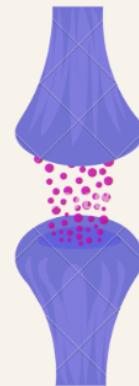
Avui us convertireu en neurocientífics! Utilitzarem el model de sinapsi presentat per estudiar com la cocaïna altera la comunicació entre les neurones. Per començar, heu de saber que la cocaïna **bloqueja la recaptació** de dopamina (neurotransmissor) a la **neurona presinàptica**. La vostra missió serà descobrir com aquest bloqueig afecta la transmissió del senyal a la sinapsi.

Què creieu que passarà si es bloqueja la recaptació del neurotransmissor a la membrana presinàptica?

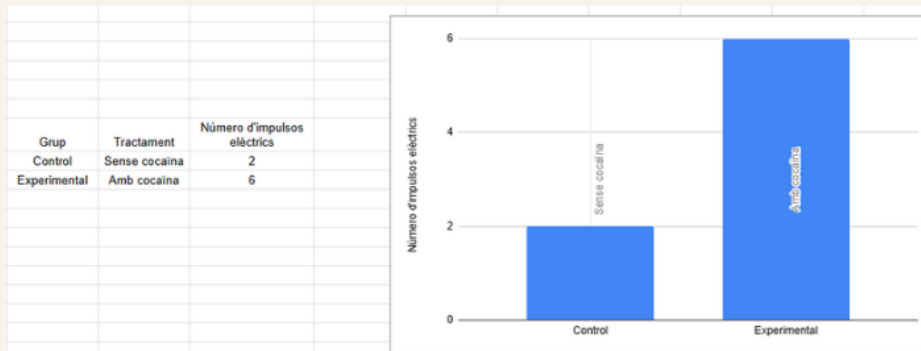
Formuleu la vostra pregunta d'investigació i la vostra hipòtesi.

Ara que ja sabeu què voleu investigar, hauríeu de dissenyar l'experiment. Expliqueu les **condicions** que tindreu (**control i experimental**) i quines seran les **variables dependent i independent**.

Un cop tingueu això, ja podreu rebre els resultats del vostre experiment i comprovar la vostra hipòtesi.



Aquests són els **resultats del vostre experiment**. Què podeu interpretar?
Validen o refuten la vostra hipòtesi?



Quina seria la **conclusió de l'experiment**?

Fitxa a completar pels alumnes:

REPTE CIENTÍFIC

Pregunta investigable:		
Hipòtesi		
Condicions experimentals	Grups d'estudi:	Variables:
Resultats (Què ens mostren?)		
Conclusió de l'experiment Valida o refuta la hipòtesi?		

Annex 4. Dossier d'activitats pels alumnes

1. Identifica els elements que intervien en les situacions següents:

Situació	Estímul	Receptor		Efector	Resposta
A			Sistema Nerviós		
B					
C					
D					
E					

- A. És Sant Jordi i algú et regala una rosa. Mentre l'agafes, et punxes un dit amb una de les seves espines.
- B. Vas caminant descalç per casa. El teu germà ha deixat una peça de construcció pel terra i la trepitges.
- C. Estàs cuinant un pastís pel teu millor amic i quan obres el forn et cremes l'avantbraç.
- D. T'acabes de despertar i encens el llum. Immediatament et tapes els ulls amb la ma per protegir-te de la claror.
- E. Estàs llegint el teu llibre preferit i de sobte et criden per anar a parar taula abans de sopar. Tu, aixeques el cap en sentir el teu nom.

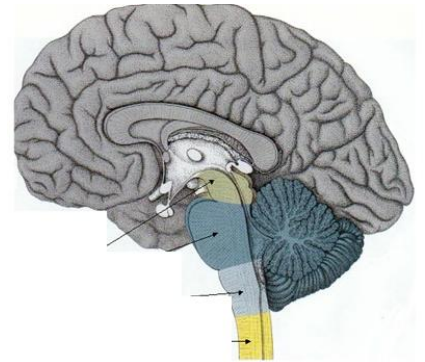
2. Explica amb les teves paraules els següents conceptes:

- Receptor:

- Sistema nerviós:

- Efector:

3. Situa el CERVELL, el TRONC ENCEFÀLIC i el CEREBEL a aquesta imatge. Podries explicar breument i amb les teves paraules quina és la funció de cada part? Consulta: <https://neurocenter.com/ca/blog/les-parts-del-cervell-huma/>



4. Tenint en compte que el cervell controla el cos a través de la medul·la espinal, creus que una lesió a la part alta d'aquesta (per exemple, al coll) tindria conseqüències més greus que una lesió a la part baixa de l'esquena? Justifica la teva resposta.

5. Explica amb les teves paraules les raons per les que l'Andreu no pot caminar ni té sensibilitat a les cames. Utilitza l'estructura de frase argumentativa i les següents paraules: *lesió medul·lar, sistema nerviós central, sensibilitat, mobilitat, nervis.*

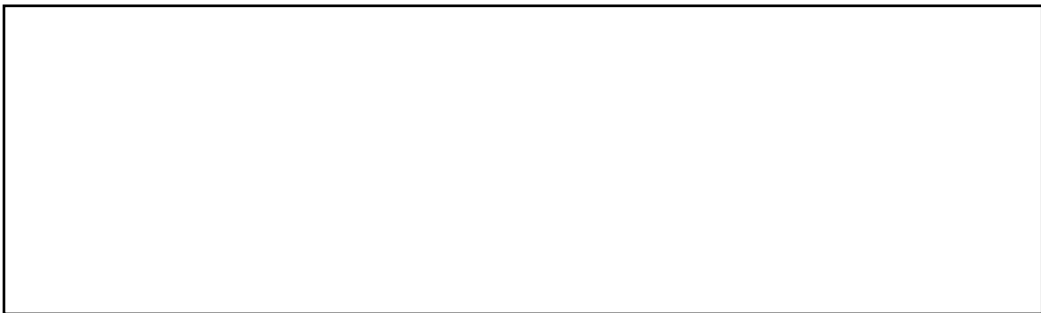
Connectors que podeu utilitzar: *Donat que... Sabent que...*

Llavors... En conseqüència...

6. Indica si durant les següents situacions s'activarà el sistema simpàtic o el parasimpàtic.

- Estàs a punt de començar un examen important.
- Estàs llegint tranquil·lament després de sopar.
- Et creues amb un gos que et borda.
- Estàs dormint plàcidament.
- Fas exercici intens.
- Estàs escoltant música relaxadament.

7. Dibuixa una neurona indicant les parts principals i per a què serveix cadascuna.



8. Ara que ja saps com funcionen les neurones al sistema nerviós, podries explicar amb les teves paraules què passa quan ens punxem un dit amb una rosa? Inclou les següents paraules: *receptor, neurona motora, neurona sensorial, resposta, efector, sistema nerviós central.*

9. Completa els buits amb les paraules que falten:

Les són cèl·lules especialitzades del sistema nerviós que poden rebre i transmetre senyals. Podem diferenciar tres parts: les, el i l'..... . Les s'encarreguen de rebre informació i l' és una prolongació llarga encarregada de transmetre l'impuls

La és la unió entre dues neurones (que no arribaran a tocar-se). Aquesta unió permet la comunicació entre les cèl·lules nervioses i es produeix gràcies a senyals de tipus elèctric i unes substàncies químiques anomenades, que són alliberades per vesícules. L'espai que queda entre dues neurones s'anomena sinàptic. La neurona que envia el senyal es diu neurona i la que el rep, neurona

10. Els neurotransmissors són substàncies químiques implicades en la generació de les diferents sensacions i emocions del nostre cos. Podries relacionar els neurotransmissors amb la sensació/emoció a què contribueixen? Informació: vídeo sobre neurotransmissors.

Serotonina	Activa el cos, ens fa estar alerta.
Dopamina	Relacionada amb la sensació de seguretat, el benestar i l'estabilitat emocional.
Adrenalina	Ens fa experimentar plaer, felicitat, optimisme.

Què passa amb els neurotransmissors un cop són alliberats a l'espai sinàptic i finalitzen la seva acció?

11. Les drogues tenen efectes diversos en el nostre cos i cervell. Explica amb les teves paraules l'efecte de les drogues indicades i afegeix 2 riscos. Informació: https://drogues.gencat.cat/ca/ciutadania/sobre_les_drogues/taula_de_resum/index.html

- Alcohol:

- Tabac (nicotina):

- Cànnabis:

- Cocaïna:

- Drogues de disseny (MDMA o èxtasi):

12. Indiqueu si les drogues de l'exercici anterior tenen un efecte estimulants o depressors del sistema nerviós.

13. En quins casos creieu que la comunicació entre neurones es veu activada i és superior que en condicions normals?

14. En quins casos creieu que hi ha una disminució de la comunicació entre neurones o directament no n'hi ha?

15. Llegeix atentament les següents situacions i determina si es tracta principalment d'un exemple de *dependència (D)* o *tolerància (T)*.

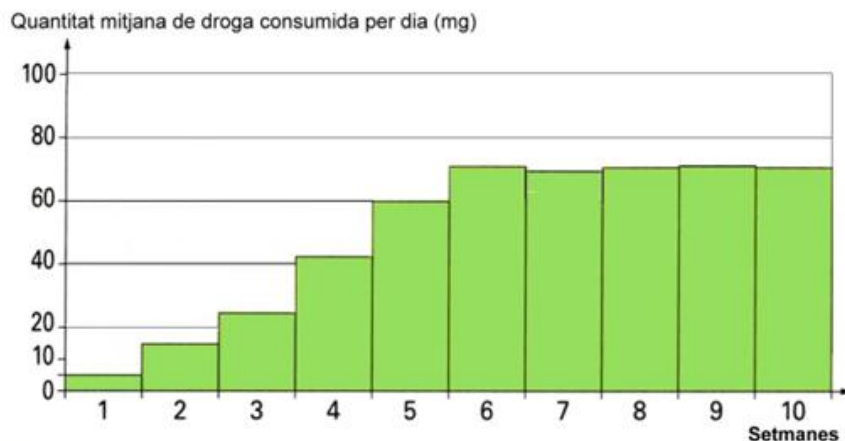
1. En Joan porta un any prenent cafè cada dia. Al principi, una tassa el despertava completament, però ara necessita tres tasses per sentir el mateix efecte.
2. L'Anna ha intentat deixar de fumar diverses vegades, però se sent extremadament nerviosa, irritable i té mals de cap intensos quan no fuma. Aquests símptomes la porten a tornar a fumar.
3. En Josep Maria pren analgèsics per al dolor d'esquena crònic. Amb el temps, la dosi que li proporcionava alleujament ja no és suficient, i el metge li ha d'augmentar la dosi.
4. La Laura se sent incapaç de concentrar-se a la feina o gaudir del seu temps lliure si no consumeix una determinada substància. Sent una forta necessitat de consumir-la constantment.
5. En Pau surt de festa cada cap de setmana i consumeix alcohol. Abans amb dues copes es marejava, ara en necessita moltes més per sentir els mateixos efectes.

16. Un experiment amb un mico.

ARC Aplicació de Recursos al Currículum

cesire*
cdec
centre de documentació
i experimentació
en ciències

Un científic va col·locar un mico en un recinte on hi havia un dispositiu que li permetia accedir a una dosi de certa droga que li provocava una sensació de benestar. L'animal podia consumir la quantitat de droga que volia, amb l'objectiu d'aconseguir la sensació de benestar. Durant un període de 10 setmanes, a partir de les primeres preses, va anotar els mil·ligrams/dia d'aquesta substància que l'animal consumia cada setmana. Els resultats els va recollir en aquest gràfic:



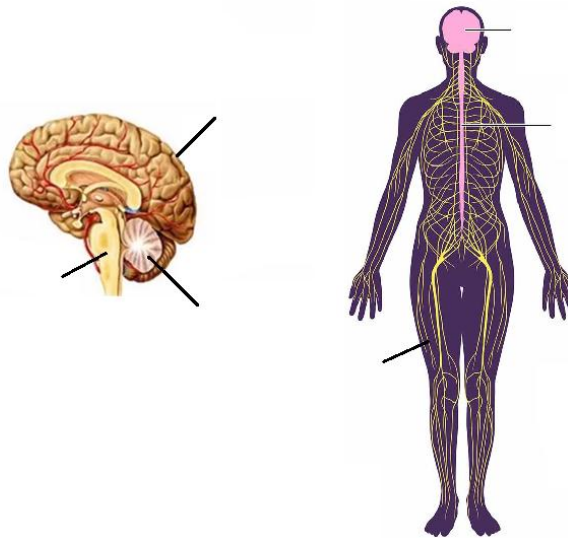
Què li va passar al mico?

Annex 5. Prova escrita

1. Dimecres a les tres de la tarda estaves a la biblioteca, concentrat en els apunts de ciències. De sobte, un soroll agut i estrident va trencar el silenci: l'alarma d'incendis. Instintivament, et vas aixecar de la cadira. Identifica els elements del **procés de relació**.

Estímul	Receptor	Sistema nerviós	Efector	Resposta

2. A) Identifica les **parts del sistema nerviós** representades a l'esquema. Indica quines formen part del sistema nerviós central (SNC) i quines del sistema nerviós perifèric (SNP).

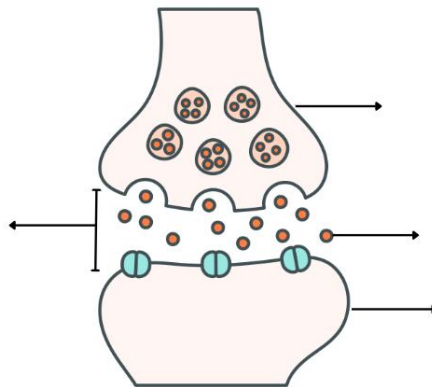


- Sistema nerviós central:
- Sistema nerviós perifèric:

- B) Explica quines parts del cos es veurien afectades per una **lesió a la part superior de la medulla espinal** i compara amb les que es veurien afectades per **una lesió a la part inferior**.

3. A) Dibuixa una **neurona**, indica les seves **parts** i les **funcions** que té cadascuna de les seves parts.

B) Indica les parts principals d'una **sinapsi** i respon les preguntes:



- Quins són els **dos tipus de senyal** necessaris perquè es produeixi la transmissió de l'impuls nerviós?
 - Què succeeix amb les substàncies químiques alliberades a la sinapsi després de la transmissió de l'impuls nerviós?
4. Les **drogues** són substàncies que actuen sobre el **sistema nerviós** i que modifiquen percepcions sensorials, sensacions, estats d'ànim... A continuació, se't presenten 2 situacions a les que hauràs d'indicar **si es tracta de tolerància o dependència** i justificar breument.
- *Cas 1: l'Anna bevia una tassa de cafè cada matí per a sentir-se desperta i amb energia. Al principi, una tassa de cafè li donava un gran impuls i la feia sentir molt alerta. Però, després d'unes setmanes, va notar que una tassa ja no li feia tant efecte. Ara necessita beure dues tasses de cafè per a sentir el mateix augment d'energia i alerta.*

- *Cas 2: en Joan porta mesos fumant tabac. Al principi, fumava només un cigarret al dia. Però, amb el temps, va començar a fumar més i més. Ara fuma un paquet sencer al dia. Quan intenta deixar de fumar, se sent molt malament: està nerviós, irritable i té moltes ganes de fumar.*
5. Un grup d'estudiants de 3r d'ESO vol investigar si **l'ús de dispositius electrònics** (com els mòbils) abans de dormir **afecta la qualitat del son**. Creuen que la llum blava emesa pels dispositius pot alterar la producció de melatonina, una hormona que regula el son, i per tant, dificultar el descans nocturn. Dissenya un experiment comprovar-ho. Indica:
- Pregunta de recerca de l'experiment:

 - Hipòtesi:

 - Disseny de l'experiment:
 - Grups:

Total: 35 conceptes. Nota: x/35.