

Les forces del món que ens envolta. Aplicació de l'aprenentatge basat en problemes en Física i Química

**Màster universitari en Formació del Professorat
d'Educació Secundària Obligatòria i Batxillerat,
Formació Professional i Ensenyament d'Idiomes**

Especialitat Física i Química



**UNIVERSITAT
ROVIRA i VIRGILI**

Antoni Salom Català

41537411-D

Treball de fi de màster

Dirigit per la Prof. Anna Clotet Romeu

Tarragona

2025

Resum

La majoria de professors en l'actualitat, tot i voler innovar la seva pràctica docent, utilitzen la metodologia tradicional d'ensenyament-aprenentatge basat en classes magistrals. A aquesta estratègia li manca el fonament del pensament crític i autònom per part dels alumnes. Moltes metodologies innovadores s'han proposat durant els últims anys per millorar l'aprenentatge de l'alumnat, i una d'elles és l'aprenentatge basat en problemes (ABP). Aquesta forma de fer consisteix en plantejar un petit repte o pregunta als alumnes, que ells de forma autònoma i treballant en grups cooperatius han de respondre buscant la informació necessària per ells mateixos amb el guiatge del professor.

L'objecte d'aquest estudi ha estat avaluar l'efecte de l'aprenentatge basat en problemes per mitjà del treball en grups cooperatius en l'assoliment dels conceptes relacionats amb les forces de l'assignatura de Física i Química i en l'engrescament i autopercepció que tenen els alumnes com a estudiants en els alumnes de dos grups de 2n d'ESO de l'Institut Antoni de Martí i Franquès de la ciutat de Tarragona.

El tipus de disseny d'investigació usat en aquest estudi ha estat el disseny quasiexperimental. S'han usat l'examen escrit i un qüestionari tipus Likert per a recollir les dades que més endavant s'han analitzat estadísticament. Els resultats obtinguts mostren que l'ús d'aquesta metodologia no millora els resultats acadèmics dels alumnes, ni fa que estiguin més motivats cap a l'aprenentatge com apunten diferents autors a la bibliografia. Una possible causa d'això és la poca maduresa i autonomia que encara presenten els alumnes de 2n d'ESO.

Paraules clau: Aprenentatge basat en problemes, classes magistrals, grups cooperatius, Física i Química, forces, disseny quasiexperimental, 2n d'ESO.

Abstract

Most teachers today, despite wanting to innovate in their teaching practice, still use the traditional teaching-learning methodology based on master lectures. This strategy lacks a foundation in critical and independent thinking on the part of the students. In recent years, many innovative methodologies have been proposed to improve student learning, and one of them is problem-based learning (PBL). This approach involves presenting a small challenge or question to the students, which they must answer independently and through cooperative group work, seeking out the necessary information themselves with the guidance of the teacher.

The aim of this study was to evaluate the effect of problem-based learning through cooperative group work on the understanding of concepts related to forces in the Physics and Chemistry subject, as well as on student motivation and self-perception as learners among two groups of 2nd-year ESO students at the Antoni de Martí i Franquès High School in the city of Tarragona.

The research design used in this study was quasi-experimental. A written exam and a Likert-scale questionnaire were used to collect data, which was later analysed statistically. The results obtained show that the use of this methodology does not improve students' academic performance nor increases their motivation toward learning, contrary to what several authors in the literature suggest. One possible reason for this is the lack of maturity and autonomy still present in 2nd-year ESO students.

Keywords: Problem-based learning, mester lectures, cooperative groups, Physics and Chemistry, forces, quasi-experimental design, 2nd-year ESO.

Índex de continguts

1. Introducció	1
2. Marc teòric	3
2.1. Origen de l'aprenentatge basat en problemes	3
2.2. Definició i característiques	3
2.3. Fases del procés d'aprenentatge basat en problemes	4
2.4. Avantatges i inconvenients de l'aprenentatge basat en problemes	5
2.5. ABP en l'ensenyament de Física i Química	6
3. Proposta de recerca	7
3.1. Definició del problema	7
3.2. Pregunta d'investigació	7
3.3. Hipòtesi	8
3.4. Objectius	8
3.4.1. Objectiu general	8
3.4.2. Objectius específics	8
3.5. Disseny de recerca	8
4. Intervenció educativa	10
5. Mètode	11
5.1. Participants	11
5.2. Variables	11
5.3. Instruments de recollida de dades	12
5.4. Procediment	13
5.5. Metodologia usada per a l'anàlisi de dades	14
6. Resultats	15
6.1. Examen pretest	15
6.2. Qüestionari pretest	16
6.3. Primer objectiu específic	18
6.4. Segon objectiu específic	19
6.5. Tercer objectiu específic	20

7. Discussió	21
7.1. Objectiu general i resultats principals	21
7.2. Implicacions de l'estudi	22
7.3. Limitacions de l'estudi i futures línies d'investigació	23
8. Conclusions	24
9. Referències	26
10. Annexos	32
Annex 1. Examen usat com a instrument de recollida de dades	32
Annex 2. Qüestionari usat com a instrument de recollida de dades	36
Annex 3. Situació d'aprenentatge aplicada durant la intervenció educativa	37
Annex 4. Figures complementàries de resultats	52
Annex 5. Presentació sobre la dinàmica de treball i introducció al tema	57
Annex 6. Presentació de la primera pregunta ABP de la segona sessió	61
Annex 7. Fitxa de l'activitat al pati de la tercera sessió	62
Annex 8. Presentació de la tercera pregunta ABP de la quarta sessió	65
Annex 9. Fitxa d'activitats complementàries	66
Annex 10. Exemple de presentació oral feta pels alumnes	71
Annex 11. Rúbrica d'avaluació 360º de la presentació oral i el treball en equip	81
Annex 12. Fulla de guiatge com a mesura de suport universal	84

Índex de taules

Taula 1. Descriptius estadístics de l'examen	15
Taula 2. Prova de semblança de variàncies de Levene per l'examen .	16
Taula 3. Proves per mostres independents de l'examen	16
Taula 4. Estadístics descriptius del qüestionari	17
Taula 5. Prova semblança de variàncies de Levene del qüestionari .	17
Taula 6. Proves per mostres independents del qüestionari	17
Taula 7. Proves per mostres aparellades de l'examen	19
Taula 8. Prova per mostres aparellades del qüestionari	20

1. Introducció

Encara que s'intenti, amb els recursos disponibles, innovar i implementar noves metodologies d'aprenentatge i ensenyament, gràcies al gran nombre d'alumnes dins les aules i els problemes i situacions puntuals derivats del dia a dia a l'institut, l'ensenyament dels diferents sabers i competències es fa d'una forma més tradicional.

Aquest treball de fi de màster (TFM) s'ha portat a terme amb una intervenció a dos grups-classe de 2n d'ESO de l'assignatura Física i Química. Durant la fase d'observació es va detectar que la forma de treballar habitual és la derivada de les classes magistrals. Això és:

i) presentació dels sabers a aprendre per part del/a professor/a mitjançant un vídeo tret d'algun recurs digital com la plataforma Science Bits.

ii) aprofundiment en els continguts amb una explicació més amplia amb l'ajuda de la plataforma Science Bits acompanyat de la presa de notes per part de l'alumnat.

iii) pràctica mitjançant exercicis escrits de la plataforma Science Bits i correcció a l'aula.

iv) avaluació dels coneixements de l'alumnat amb una prova escrita tipus examen tant de paper com de la pròpia editorial del Science Bits.

Amb aquest procediment, es va notar i trobar a faltar el pensament crític dels estudiants i la fomentació del treball autònom. Per exemple, els alumnes es dediquen a agafar apunts de forma força guiada pel professor/a, i les preguntes que es puguin fer es resolen en veu alta i en grup davant tota la classe. De fet, aquesta pràctica està bé, però les preguntes són molt tancades, basades principalment en els conceptes teòrics que s'han acabat d'explicar, i no dona peu al

raonament crític i creatiu que necessiten els alumnes per un aprenentatge transversal.

A més a més, gràcies a l'ensenyament a través de classes magistrals, no es potencien algunes de les competències específiques que s'han d'assolir segons l'últim decret. Més específicament, es varen detectar algunes mancances per part dels alumnes a l'hora d'assolir les competències relacionades amb "dissenyar, desenvolupar i comunicar el plantejament i les conclusions de recerques incloent la formulació de preguntes i d'hipòtesis seguint els passos de les metodologies pròpies de la ciència", o "utilitzar de forma crítica i eficient plataformes tecnològiques per a la creació de materials i la comunicació fonamentada en coneixements de la física i la química" (Decret 175, 2022).

Per millorar això, s'ha implementat una metodologia més activa d'aprenentatge, més concretament el mètode d'aprenentatge basat en problemes (Alís, 2011; Allen et ál., 2011) mitjançant grups cooperatius, en el qual s'han plantejat petites preguntes o reptes basats en situacions del dia a dia als alumnes, i que han hagut de donar resposta gràcies al treball autònom tant dins classe com a casa amb la guia del professor, i presentar la seva solució davant els companys al final de la intervenció. D'aquesta manera, també es potencien aspectes com el treball en grup, la coordinació, la cooperació i l'expressió oral. Per tant, la metodologia que es va implementar també tindria pinzellades d'aprenentatge cooperatiu (Johnson et ál., 2014; Gisbert i Font, 2012).

Encara que les metodologies comentades anteriorment no siguin completament noves, sí que la seva implementació es podria considerar innovació perquè és "un procés planificat de canvi i renovació que es fomenta en la recerca, que respon a l'evolució social, que condueix a obtenir una millora en la qualitat del sistema educatiu i que pot ser transferible a la resta de centres educatius" (Departament d'educació, 2017, p. 8).

2. Marc teòric

2.1 Origen de l'aprenentatge basat en problemes

En el plantejament d'ensenyament-aprenentatge tradicional, el procés consistia, només i exclusivament, en la transmissió de coneixements i sabers en un únic sentit, del professor a l'alumnat. Amb aquest mètode s'assumia que si l'alumnat tenia el coneixement i el fonament teòric suficient, és a dir, quan el cubell (*bucket* en anglès) estigués ple d'informació com ho definia Wood (1994), ells i elles estarien capacitats de resoldre qualsevol problema. No obstant, aquesta metodologia presentava alguns defectes com ara possibles buits de coneixements o falta de memòria, ja que, com comenten alguns autors com Alan Mehler (1992) en un curt termini de temps després de l'examen els estudiants solen oblidar una quantitat important d'aquesta informació, un excés d'informació o possibles cubells omplerts inadecuadament (Allen et. ál., 2011).

Per resoldre aquests possibles defectes, va sorgir l'aprenentatge basat en problemes (ABP). Aquesta metodologia té els seus orígens entre els anys 1950 i 1960 en l'àmbit de la medicina (Barrows i Tamblyn, 1980; Boud, 1985), i ràpidament es va estendre a molts altres àmbits de l'educació.

2.2 Definició i característiques

L'ABP s'engloba dins les anomenades metodologies actives d'aprenentatge, i Barrows (1996) el defineix com un mètode d'aprenentatge basat en el principi d'utilitzar problemes reals i propers com a punt de partida per l'adquisició i integració dels nous coneixements i sabers.

Aquest model d'ensenyament-aprenentatge presenta diferents característiques que suposen un trencament amb la forma de procedir tradicional (Barrows, 1996; Bueno i Fitzgerald, 2004; Urresta i Urresta, 2021): i) l'alumne és el centre de tot el procés d'aprenentatge; ii) els estudiants treballen en petits grups o equips, i per tant aprenen conjuntament; iii) els professors són facilitadors i/o guies en el procés d'aprenentatge, i no únics transmissors de coneixements; iv) els problemes o reptes a resoldre estan basats en problemes reals i propers als alumnes, augmentant així la motivació i la pròpia iniciativa per l'aprenentatge; i v) els nous sabers s'adquireixen de manera autònoma i autodirigida.

Els objectius de la utilització de l'aprenentatge basat en problemes inclouen (Hmelo-Silver, 2004): i) construcció d'una base de coneixement extensa i flexible; ii) desenvolupament efectiu de les habilitats per a la resolució de problemes; iii) desenvolupament d'habilitats d'aprenentatge duradores i auto-dirigides; iv) fomentar el treball en equip; v) fomentar l'auto-motivació per aprendre; i vi) millorar el rendiment acadèmic dels alumnes.

2.3 Fases del procés d'aprenentatge basat en problemes

A la bibliografia hi ha discrepància sobre el número de fases de les quals ha de constar un projecte d'ABP. Hi ha autors com Bueno i Fitzgerald (2004) que comenten que el procés per ABP ha de constar de vuit passes o fases diferents. En canvi, segons Moust, Bouhuijs i Schmidt (2021) i González i López (2008), ha de constar de set fases. No obstant, en tots els plantejaments analitzats i que es poden trobar a la bibliografia, es poden detectar quatre punts comuns, amb els quals es podria resumir el procés general de l'aprenentatge basat en

problemes (Lora i Montoya, 2016; González i López, 2008; Iglesias, 2002; Montoya, 2013). Aquestes quatre fases són:

1. Plantejament del problema: en primer lloc, el docent presenta el problema o repte a ser resolt. Aquest ha de ser motivador i que tingui un context social proper als alumnes.
2. Identificació de les necessitats d'aprenentatge: una vegada presentat el problema, els estudiants s'agrupen en petits grups, i identifiquen els coneixements que ja tenen respecte el tema, i els sabers que necessiten adquirir.
3. Aprenentatge de la informació: en aquesta fase, l'alumnat busca la informació necessària per a la resolució del problema de manera autònoma amb la guia del professor.
4. Resolució del problema: una vegada s'ha reunit, organitzat i analitzat la informació del cas, es procedeix a la resolució del problema amb els coneixements i sabers adquirits durant el procés d'aprenentatge.

2.4 Avantatges i inconvenients de l'ensenyament basat en problemes

En l'actualitat hi ha força estudis que demostren una afectació positiva en l'aprenentatge dels alumnes gràcies a la metodologia ABP, en especial a l'hora d'aplicar els coneixements (Dochy et. ál., 2003; Yew i Goh, 2016; Loyens et. ál., 2015; Pease i Kuhn, 2010) i respecte l'increment del pensament crític (Mendieta, 2021). La majoria d'autors coincideixen en que l'aprenentatge basat en problemes té força avantatges que són (Lora i Montoya, 2016): i) major motivació per part dels estudiants; ii) aprenentatge més significatiu; iii) desenvolupament de les habilitats de pensament crític i de resolució de problemes; iv) possibilitat d'una major retenció i aplicació de la informació; i v) desenvolupament de les habilitats interpersonals i de treball en equip.

No obstant, alguns estudis conclouen que l'ABP té efectes negatius, sobretot respecte el coneixement de base que adquireixen els alumnes amb l'ABP respecte aquells que han estat ensenyats amb el mètode tradicional (Eisenstaedt et. ál., 1990; Baca et. ál., 1990) i per això aquesta metodologia no està lliure d'inconvenients (Pérez, 2023): i) transició, a vegades difícil des d'un model tradicional; ii) modificació curricular; iii) exigeix més temps per aconseguir l'aprenentatge; iv) és més costós econòmicament; i v) adaptació a les noves maneres d'avaluació com ara l'autoavaluació i la coavaluació.

2.5 ABP en l'ensenyament de la Física i Química

En el cas que ens ocupa, es vol aplicar l'ABP en l'aprenentatge-ensenyament de la física i química. A la bibliografia hi ha força exemples on s'ha aplicat aquesta metodologia, observant una millora substancial en el rendiment i resultats dels alumnes, i fins i tot, un increment de l'interès de l'alumnat cap a la ciència (Charif, 2010; Aidoo et. ál., 2016). A més a més, hi ha autors, com Mataka i Kowalske (2015), que demostren al seu estudi que els alumnes que aprenen física i química usant el mètode ABP, milloren els seus pensaments i sentiments respecte a la seva pròpia capacitat i eficiència. En altres paraules, l'aprenentatge de la física i la química amb problemes impulsa la confiança dels alumnes.

Molts són els exemples d'ABP aplicats a la física i química de secundària i batxillerat, i aquests demostren que qualsevol saber que els alumnes han d'aprendre obligatòriament per currículum es pot ensenyar mitjançant ABP. Per esmentar dos exemples, López (2022) planteja un projecte d'ABP per ensenyar a alumnes de 4t d'ESO els conceptes de model atòmic, orbital, configuració electrònica i taula periòdica, i Pérez (2023) aposta per l'ensenyament de la física gràcies a pel·lícules d'*El senyor dels anells*.

3. Proposta de recerca

3.1 Definició del problema

Els diferents conceptes als grups-classe de 2n d'ESO s'ensenyen mitjançant la metodologia tradicional basades en classes magistrals. D'aquesta manera el professor és l'únic transmissor de coneixements, els alumnes agafen apunts del que escriu el docent a la pissarra, la gran majoria d'activitats són individuals i els instruments d'avaluació són l'examen i el dossier. El problema és la manca de treball autònom i treball cooperatiu en grup que exigeixi un raonament crític per part dels estudiants i fomenti un aprenentatge significatiu. Així mateix, el treball autònom i el treball cooperatiu formen part de la competència personal, social i d'aprendre a aprendre, requisit indispensable per acabar l'educació bàsica recollit al Decret 175 (2022).

Per això es proposa la implementació d'una metodologia més activa com l'aprenentatge basat en problemes (Barrows i Tamblyn, 1980; Boud, 1985), amb la qual les activitats plantejades es faran en grup, i així, analitzar si amb aquesta nova forma d'ensenyament l'assoliment dels conceptes i els resultats acadèmics dels alumnes milloren. Encara que sembli que s'implementen dues metodologies diferents, ABP i treball en grups cooperatius, aquestes estan estretament relacionades entre sí i en moltes ocasions s'usen conjuntament, i fins i tot, els termes s'usen indistintament com comenten Davidson i Major (2014).

3.2 Pregunta d'investigació

Com afecta l'aprenentatge basat en problemes mitjançant grups cooperatius en l'assoliment de coneixements i els resultats acadèmics de l'alumnat de Física i Química de 2n d'ESO?

3.3 Hipòtesi

Els resultats acadèmics i l'aprenentatge dels conceptes de física milloraran gràcies a la implementació de la metodologia basada en problemes mitjançant grups cooperatius.

3.4 Objectius

3.4.1 Objectiu general

Avaluar l'efecte de l'aprenentatge basat en problemes per mitjà del treball en grups cooperatius en l'assoliment dels conceptes relacionats amb les forces de l'assignatura de Física i Química en els alumnes de 2n d'ESO.

3.4.2 Objectius específics

1. Comparar l'impacte entre l'ensenyament a través d'una metodologia tradicional basada en classes magistrals i una metodologia més activa com l'ABP mitjançant grups cooperatius en el rendiment acadèmic dels alumnes de 2n d'ESO a l'assignatura de Física i Química.
2. Analitzar si l'ús d'una metodologia més activa d'aprenentatge com l'ABP engresca en major mesura els alumnes que una metodologia tradicional.
3. Comprovar si l'aprenentatge basat en problemes a través de grups cooperatius fa augmentar la percepció positiva que els alumnes tenen de sí mateixos com a estudiants.

3.5 Disseny de recerca

La intervenció i anàlisi d'aquest treball s'engloba en un disseny de recerca quasiexperimental. S'ha escollit aquest tipus de disseny de recerca com el més adient perquè les dades recollides són de caràcter

quantitatiu, i a més a més, són variables d'interval, ja que les dades que s'analitzaran provindran d'un examen i un qüestionari amb diferents puntuacions, però amb la mateixa diferència entre totes elles. Una altra raó per la qual s'ha escollit el disseny quasiexperimental és perquè la intervenció es portarà a terme sobre dos grups del mateix nivell i nombre d'alumnes. Un d'ells serà el grup control, el qual aprendrà els mateixos conceptes que l'altre grup però de la forma habitual. Així mateix, a l'altre grup se li aplicarà la intervenció d'innovació, de forma que puguem comparar els resultats finals d'ambdós grups i analitzar específicament si l'aprenentatge basat en problemes mitjançant el treball en grups cooperatius millora l'assoliment dels conceptes de la matèria de Física i Química. Més concretament, el disseny de recerca es podria considerar com un disseny quasiexperimental de grup control no equivalent.

4. Intervenció educativa

La situació d'aprenentatge aplicada durant la intervenció educativa està relacionada amb una situació que els alumnes viuen habitualment en el seu dia a dia, i que està relacionada amb la seguretat vial. El context parteix de diferents notícies relacionades amb el trànsit a Catalunya i Tarragona. A partir d'aquí l'alumnat ha d'investigar com les forces estan involucrades en la conducció i la seguretat vial.

La seqüència didàctica treballa competències específiques de Física i Química, i també d'Educació en Valors Cívics i Ètics. Les competències transversals que s'ensenyen són la ciutadana, la digital i la personal, social i d'aprendre a aprendre. Els objectius d'aprenentatge inclouen el coneixement del concepte de força, els seus tipus, característiques i efectes. A més a més, es proposa que indaguin quin paper tenen en la seguretat vial, i que investiguin sobre les seves normes. Així mateix, els alumnes aprenen a comunicar oralment informació sobre un tema científic.

La metodologia usada per aplicar la situació d'aprenentatge és l'ABP treballat mitjançant grups cooperatius. A l'inici de cada sessió, es planteja una pregunta als alumnes, i ells de forma autònoma, han de buscar la informació i els conceptes teòrics necessaris per respondre-la. Al final de la intervenció, cada grup ha de preparar una presentació oral en format pòster o amb diapositives, i exposar les solucions de cada pregunta a la resta dels seus companys.

Els instruments d'avaluació són diversos, incloent exàmens escrits, les presentacions orals i exercicis pràctics. Així mateix els mètodes d'avaluació són l'heteroavaluació, l'autoavaluació i la coavaluació. La seqüència didàctica completa i els materials emprats per portar a terme la intervenció es poden consultar a l'Annex 1-3 i 5-12.

5. Mètode

5.1 Participants

La investigació exposada en aquest treball s'ha portat a terme en un institut de secundària del centre de la ciutat de Tarragona. L'estudi s'ha fet amb l'ajuda de dos grups d'alumnes de 2n d'ESO. El grup experimental, està format per 19 alumnes, 4 dels quals són nois i 15 són noies. El grup control, està format per 21 alumnes repartits entre 10 nois i 11 noies. La docència habitual, així com la investigació i la intervenció s'han portat a terme en anglès ja que ambdós grups participen en el programa aprenentatge integrat de continguts i llengua estrangera (AICLE).

Tots els participants estan vivint en l'actualitat a la mateixa ciutat de Tarragona on està ubicat el centre i tenen un domini natiu de la llengua catalana i castellana. Cal esmentar que hi ha tres alumnes que requereixen una atenció especial degut a que tenen un pla individualitzat (PI) actiu. En el grup control hi ha una alumna amb altes capacitats, i al grup experimental hi ha una altra alumna amb altes capacitats i un alumne amb dislèxia. Així i tot, no es requereixen intervencions gaire intensives.

En termes generals cap dels dos grups és conflictiu i no hi ha casos greus d'absentisme. Tots els estudiants mostren un gran interès i participen activament durant la classe. Fins ara tots ells tenen un gran rendiment acadèmic, i realitzen totes les tasques que se'ls encomana tant per fer a dins com a fora de l'aula.

5.2 Variables

Per una banda, la variable independent és la metodologia innovadora de l'aprenentatge basat en problemes mitjançant grups cooperatius.

Per l'altra banda, la variable dependent és l'assoliment de coneixements i conceptes relacionats amb la dinàmica de l'assignatura de Física i Química. A més a més, s'han de tenir en compte diferents variables estranyes que poden afectar el resultat d'aquesta investigació, entre les quals hi ha possibles malestars o disputes entre membres d'un mateix grup cooperatiu, l'alt nivell o rendiment intrínsec dels dos grups, que pot fer que no es vegin diferències entre l'aprenentatge a través d'ABP o classes magistrals o una resistència al canvi d'estratègia per part dels estudiants.

5.3 Instruments de recollida de dades

Al tenir dos grups, un control i un experimental, fa que aquest estudi s'englobi dins un disseny de recerca quasiexperimental de grup control no equivalent. Per això, les dades recollides han estat exclusivament de caràcter quantitatiu i, per tant, els instruments de recollida de dades són dos:

- Examen: es tracta d'un examen tradicional fet amb paper amb preguntes tant teòriques com pràctiques de càlcul, sobre els diferents conceptes del tema de les forces en la física treballats durant les sessions d'intervenció. Aquest instrument s'usarà com a pretest i posttest i per tant es farà tant al principi com al final de la intervenció (Veure Annex 1).
- Qüestionari: consisteix en un qüestionari tipus Likert (Likert, 1932) amb un rang de valors de 1 (fortament en desacord) a 5 (fortament en acord), amb 25 ítems sobre la percepció que tenen els alumnes sobre les diferents metodologies i si creuen que han millorat en el procés d'aprenentatge usant la nova metodologia implementada. És un qüestionari d'elaboració pròpia perquè no s'ha pogut trobar un qüestionari específic i validat per valorar l'objecte d'estudi però sí que està basat en altres qüestionaris trobats a la literatura (Olivares i

Tamez, 2013; Cañizalez et ál., 2011). Aquest qüestionari també funcionarà com a pretest i posttest, però només es passarà al grup experimental, ja que el grup control no haurà treballat amb ABP (veure Annex 2).

5.4 Procediment

Després d'un període d'observació i detecció de la necessitat educativa, establir les línies d'investigació a seguir, decidir la temàtica a aprendre i dissenyar una planificació d'ensenyament tant amb el mentor de centre com amb el tutor del TFM, el procediment que s'ha seguit ha estat el següent:

- Grup control: durant els primers 20 minuts de la primera sessió s'ha fet l'examen (pretest). A partir d'aquí, s'han anat fent els apartats de la plataforma Science Bits (Engage, Explore, Explain 1, 2 i 3) de manera magistral, és a dir, el professor ha anat explicant el contingut d'aquesta editorial, els alumnes han anat prenent apunts als seus dossiers i han anat responent a les preguntes del professor en veu alta i de manera conjunta. A la darrera sessió, la sisena, s'ha fet l'examen una altra vegada (posttest). Durant tota la intervenció, els alumnes han anat realitzant els exercicis pràctics del Science Bits.
- Grup experimental: en la primera sessió s'ha explicat la nova metodologia i el funcionament de les sessions, és a dir, els rols dels membres dins el grup i la rúbrica d'avaluació (veure Annex 11). Seguidament s'ha fet l'examen (pretest) i, després s'ha presentat el tema a aprendre obrint un petit debat. Les tres properes sessions s'han dedicat al treball autònom. El professor ha presentat un repte o pregunta ABP a cada sessió i els alumnes han treballat en grups cooperatius per resoldre'l amb la guia del professor. A la quinta sessió s'han fet les presentacions dels pòsters que cada grup ha anat preparant al llarg de la intervenció. Es tracta d'una presentació d'uns

10 minuts amb 3-4 minuts de discussió. Finalment, a la sisena sessió s'ha realitzat l'examen (posttest), i el qüestionari (posttest). És important remarcar que tots els alumnes varen fer uns exercicis proporcionats pel docent a casa i que van anar elaborant el pòster a mesura que van anar obtenint informació durant les sessions. Per saber els detalls de totes les sessions veure la situació d'aprenentatge a l'annex 3.

5.5 Metodologia usada per a l'anàlisi de dades

L'anàlisi de les dades ha estat purament estadístic i s'ha fet amb el programa JASP versió 0.19.3 (The JASP Team, 2018). En primer lloc, per l'examen s'han calculat tant les mitjanes aritmètiques com les desviacions estàndards. Seguidament, s'han realitzat dues proves t de Student, tant per mostres independents com per aparellades on s'ha calculat el valor de t, els graus de llibertat i el valor de p, que es el que realment indica si hi ha diferències significatives entre les mitjanes dels diferents alumnes i entre els grups. En els casos que el test de semblança de variàncies ha estat negatiu, en lloc d'una prova t de Student s'ha realitzat una prova de Welch.

En segon lloc, el qüestionari tipus Likert realitzat serveix per comparar les dues metodologies des del punt de vista de l'alumne. Això significa que hi ha preguntes referides a si ells creuen que és millor una metodologia ABP amb grups cooperatius o una metodologia més tradicional amb classes magistrals. A més a més, hi ha certes preguntes que són per valorar la percepció que tenen sobre ells mateixos com a estudiants, ja que són preguntes que no depenen de la metodologia emprada. Per fer l'anàlisi d'aquestes dades, el que s'ha fet ha estat calcular les mitjanes aritmètiques de les puntuacions de cada subjecte per a cada pregunta, i s'ha agrupat cada pregunta en un grup segons si es referia a la metodologia ABP, magistral o de percepció.

6. Resultats

6.1 Examen pretest

A la Taula 1 es mostren els valors dels descriptius estadístics obtinguts. La mitjana de les notes de l'examen en el grup control va ser 1.56, i en el grup d'intervenció 0.95, amb una desviació estàndard de 1.01 i 0.65, respectivament. En ambdós casos la nota mínima va ser 0.0, però sí que hi va haver diferències en la nota més alta, que va ser 3.1 en el grup control i un 2.8 en el grup experimental. A l'Annex 4 (Figura A1) es mostren els gràfics de la distribució de notes dins el grup. Es pot observar que en el grup control les notes són més disperses. En canvi, en el grup d'intervenció estan més focalitzades al voltant de la mitjana, mostrant una menor distribució.

Taula 1

Descriptius estadístics de l'examen

Grup	Pretest		Posttest	
	Experimental	Control	Experimental	Control
Mitjana	0.95	1.56	4.76	6.91
Desviació	0.65	1.01	2.48	2.91
Mínim	0.0	0.0	0.9	0.0
Màxim	2.8	3.1	9.6	10.0

La Taula 2 mostra els resultats de la prova de semblança de variàncies de Levene, on $F = 11.08$ i $p = 0.002$. Com que $p < 0.05$, significa que no hi ha semblança en les variàncies. Per tant, s'ha fet la prova de Welch. Els resultats es mostren a la Taula 3. Per l'anàlisi de Welch, $t = -2.27$, $df = 34.36$ i $p = 0.03$. Una altra vegada, p és menor que 0.05. Això significa que sí hi ha diferències estadísticament rellevants entre

els dos grups, essent el grup control el que parteix d'un nivell una mica per sobre del grup d'intervenció.

Taula 2

Prova de semblança de variàncies de Levene per l'examen

	F	df ₁	df ₂	p
Pretest	11.08	1	38	0.002
Posttest	0.16	1	38	0.70

Taula 3

Proves per mostres independents de l'examen

	prova	t	df	p
Pretest	Welch	-2.27	34.36	0.029
Posttest	Student	-2.5	38.00	0.017

6.2 Qüestionari pretest

De la mateixa manera que a l'examen, primer s'han calculat els estadístics descriptius dels resultats, i es mostren a la Taula 4. Les preguntes corresponents a la metodologia ABP van obtenir una puntuació mitjana de 3.04 i una desviació estàndard de 0.62. Les preguntes sobre les classes magistrals van obtenir una puntuació mitjana de 3.24 amb una desviació estàndard de 0.55. Les últimes preguntes sobre la autopercepció van tenir una mitjana de 3.42 amb una desviació estàndard de 0.56. Així mateix, a l'Annex 4 (Figura A2) es mostren les distribucions de les mitjanes per cada pregunta separades per tipologia.

Taula 4

Estadístics descriptius del qüestionari

Preguntes	Pretest			Posttest		
	ABP	Mag.	Autoper.	ABP	Mag.	Autoper.
Mitjana	3.04	3.24	3.42	2.96	3.36	3.46
Desviació	0.62	0.55	0.56	0.59	0.55	0.60

Nota. Mag. significa magistrals i Autoper. significa autopercepció.

La prova de semblança de variàncies de Levene (Taula 5) mostra que sí hi ha semblança de variàncies ($F = 0.02$, $df_1 = 1$, $df_2 = 16$, $p = 0.890$). Conseqüentment, els resultats obtinguts a la prova de t de Student van ser $t = -0.737$, $df = 16$ i $p = 0.47$ i es mostren a la Taula 6. Com que $p > 0.05$, no hi ha diferències significatives entre els valors obtinguts entre les preguntes de les dues metodologies a comparar, indicant que la percepció de l'alumnat cap a les dues metodologies és pràcticament el mateix.

Taula 5

Prova de semblança de variàncies de Levene del qüestionari

	F	df ₁	df ₂	p
Pretest	0.02	1	16	0.89
Posttest	0.41	1	16	0.53

Taula 6

Proves per mostres independents del qüestionari

	prova	t	df	p
Pretest	Student	-0.74	16	0.47
Posttest	Student	-1.5	16	0.15

6.3 Primer objectiu específic

A la Taula 1 es mostren els descriptius estadístics de l'examen posttest. La mitjana del grup control és major que la mitjana del grup experimental sent 6.91 i 4.76 amb unes desviacions estàndard de 2.91 i 2.48, respectivament. Les notes mínimes són 0.9 pel grup experimental i 0.0 pel grup control. Així mateix, les notes màximes pel grup experimental i el grup control són de 9.6 i 10.0, respectivament. L'Annex 4 (Figura A1) mostra les distribucions de les notes per cada grup. Es pot observar que en el grup control la dispersió no és tant gran amb el màxim de la corba a notes força altes. En canvi, el grup experimental mostra una major dispersió, amb el màxim de la corba sobre notes intermèdies.

En el cas del posttest, s'ha realitzat una prova t de Student ja que el test de semblança de variàncies indica que són semblants ($p = 0.7$; Taula 2). En primer lloc s'ha fet una prova t per mostres independents (Taula 3). En aquest cas, ens indica que hi ha diferències significatives entre els dos grups en el posttest ($t = -2.5$, $df = 38$, $p = 0.017$), amb el grup control amb una mitjana més alta que el grup experimental, i per tant diríem que hi ha més millora amb el grup control i la metodologia tradicional.

En segon lloc, s'ha fet una prova t per mostres aparellades (Taula 7), per a saber si hi va haver diferències dins de cada grup entre els pre i posttest. En el cas del grup experimental, les diferències són estadísticament significatives ($t = -7.549$, $df = 18$; $p < 0.001$). Respecte el grup control, el test indica que també hi ha diferències significatives ($t = -9.108$, $df = 20$, $p < 0.001$). Això significa que ambdós grups han millorat els resultats acadèmics entre l'inici i el final de la intervenció, encara que el grup control ho hagi fet amb major mesura.

Taula 7

Prova per mostres aparellades de l'examen

Grup	t	df	p
Control	-9.11	20	< 0.001
Experimental	-7.55	18	< 0.001

6.4 Segon objectiu específic

La Taula 4 mostra els descriptius estadístics del qüestionari posttest. Les preguntes relacionades amb l'ABP han obtingut una mitjana de 2.96 i les que fan referència a les classes magistrals de 3.36. Les desviacions estàndard són 0.59 i 0.55, respectivament. A l'Annex 4 (Figura A2) es mostren les distribucions de les puntuacions que els alumnes han donat a cada tipus de pregunta.

Primer es va comparar si les dues metodologia diferien en el posttest. La prova de semblança de variàncies de Levene (Taula 5) indica que les variàncies dels valors obtinguts per les dues metodologies en el posttest són semblants ($F = 0.42$, $df1 = 1$, $df2 = 16$, $p = 0.53$). Consegüentment, s'ha realitzat la prova de t de Student (Taula 6) i mostra que, igual que al pretest, tampoc hi ha diferències significatives entre les mitjanes de cada metodologia en el posttest ($t = -1.5$, $df = 16$, $p = 0.15$), indicant que després d'haver treballat amb ABP, els alumnes consideren les dues estratègies de la mateixa manera.

Seguidament es va portar a terme dues proves de t de Student per mostres aparellades per determinar si hi va haver algun canvi dins de cada metodologia entre el pretest i el posttest. La Taula 8 mostra els resultats d'aquesta prova tant per les preguntes relacionades amb ABP com amb les de les classes magistrals. Veiem que tant per les preguntes que fan referència a la nova metodologia ($t = 0.775$, $df = 8$, $p = 0.461$), com les que fan referència a la metodologia tradicional ($t = -1.061$, $df = 8$, $p = 0.320$), no hi ha diferències significatives entre

el pretest i el posttest. Això significa que la opinió dels alumnes respecte a les metodologies no ha canviat entre l'inici i el final de la intervenció.

Taula 8

Prova per mostres aparellades del qüestionari

Preguntes	t	df	p
ABP	0.76	8	0.46
Magistrals	-1.06	8	0.32

Nota. Prova t de Student

6.5 Tercer objectiu específic

La Taula 4 mostra els resultats dels estadístics descriptius del qüestionari posttest de les preguntes relacionades amb la percepció que tenen els alumnes d'ells mateixos com a estudiants. La mitjana obtinguda és de 3.46 amb una desviació estàndard de 0.6. L'Annex 4 (Figura A3) mostra la distribució de les puntuacions que els alumnes han donat a aquest tipus de preguntes.

Després d'haver analitzat estadísticament els resultats, la prova t de Student per mostres aparellades indica que tampoc hi ha diferències significatives entre el pretest i el posttest ($t = -0.293$, $df = 6$, $p = 0.779$). Això mostra que els alumnes no consideren que són millors estudiants després d'haver treballat amb ABP, sinó que es perceben igual que abans de la intervenció.

7. Discussió

7.1 Objectiu general i resultats principals

L'objectiu principal d'aquest estudi era avaluar l'efecte de la metodologia de l'aprenentatge basat en problemes (ABP) mitjançant grups cooperatius en l'assoliment de conceptes relacionats amb les forces de l'assignatura de Física i Química en alumnes de 2n d'ESO. A més a més, es volia analitzar si aquest tipus de metodologia activa d'aprenentatge engresca de manera més significativa els alumnes que la metodologia tradicional d'ensenyament basat en classes magistrals, i també, comprovar si els alumnes es perceben a ells mateixos com a millors estudiants després d'haver treballat amb la nova metodologia.

Els resultats mostren que els alumnes que han treballat amb una metodologia tradicional han millorat més els resultats acadèmics que no pas els alumnes que han treballat amb ABP. No obstant, sí que han millorat els resultats entre el pretest i el posttest, però els alumnes que han après mitjançant classes magistrals també ho han fet i amb una mitjana superior. Per tant, els resultats mostren que no hi ha una millora substancial utilitzant la metodologia ABP envers la tradicional. Respecte l'efecte en l'engrescament i l'autoconcepte que tenen els alumnes d'ells mateixos com estudiants, els resultats indiquen que no hi ha cap canvi significatiu entre la metodologia ABP i la tradicional.

Aquests resultats mostren algunes discrepàncies amb la gran majoria d'autors que han investigat l'efecte de la metodologia ABP en l'aprenentatge dels estudiants. Per exemple, Castro i Papahiu (2013) demostren que els aprenentatges gràcies a l'ABP són més significatius. A més a més, proposen que al treballar en grups cooperatius augmenta l'interès i el compromís per part dels estudiants. Així mateix, mostren que el rendiment acadèmic experimenta una major millora gràcies a la metodologia innovadora. En la mateixa direcció Morales, Depraect i Rodríguez (2019), indiquen que l'ABP millora la motivació i participació,

així com el rendiment acadèmic. Als mateixos resultats de millora de rendiment, actitud i interès hi arriben altres investigadors del mateix camp (Fernández i Aguado 2017, LaForce et ál. 2017, Jaeger i Adair 2014).

Els resultats obtinguts en el present estudi no van en la mateixa línia. Cal comentar, que la gran majoria d'articles que demostren els beneficis de la metodologia ABP estan aplicats a grups d'alumnes universitaris o com a mínim de batxillerat, on els estudiants ja tenen un grau de maduresa i autonomia més elevat que els alumnes de 2n d'ESO. En aquesta línia, Mesanza (2020) demostra en el seu estudi que les intervencions amb ABP solen ser més efectives quan es porten a terme durant les darreres fases de la vida acadèmica. Així mateix, López-Zafra et ál. (2015) conclou que la primera vegada que s'utilitza la metodologia ABP no s'observen millores significatives i que l'ABP s'ha de portar a terme de forma gradual i considerant les característiques dels estudiants (Branda, 2008). A més a més, Almazroui (2025) comenta que a pesar dels beneficis teòrics de treballar amb grups cooperatius, normalment els estudiants ho perceben com un mètode poc equitatiu, ineficient i com una font de frustracions. Així mateix, Amato i Novales-Castro (2010) fa referència a les principals desavantatges relacionades amb la metodologia ABP, com ara la possibilitat de sobrecarregar d'informació els estudiants i aclaparar-los amb una major demanda de treball fora de les aules.

7.2 Implicacions de l'estudi

Les implicacions teòriques d'aquest estudi indiquen que la metodologia ABP no és tan efectiva com alguns autors demostren. Aquest tipus de metodologies innovadores necessiten una gran preparació per ser aplicades, i s'han de tenir en compte totes les variables possibles. A més a més, aquest estudi té diferents implicacions pràctiques que cal tenir

en compte. En primer lloc, la metodologia ABP no es pot usar de "bones a primeres". Això significa que per aplicar bé la metodologia, es necessiten fer sessions prèvies d'explicació i preparació dels alumnes. En segon lloc, aquest estudi demostra que s'ha de tenir en compte el grau de maduresa i autonomia dels estudiants, i que l'aplicació de l'ABP no val en qualsevol nivell educatiu i cal introduir aquesta metodologia progressivament.

7.3 Limitacions de l'estudi i futures línies d'investigació

Com ja s'ha comentat anteriorment, una limitació d'aquest estudi és el grau de maduresa i autonomia dels alumnes del grup experimental, així com el poc habituats que estan a canviar radicalment de metodologia. Una segona limitació de l'estudi és el nombre de subjectes que hi han participat. Vint alumnes per grup es una quantitat força baixa per obtenir resultats fiables i generalitzables. També hi ha altres variables estranyes que poden afectar en el resultat com l'absentisme, o circumstàncies de la vida diària del centre. Una tercera limitació és el temps de intervenció, que ha resultat ser insuficient. Tal vegada, si el temps dedicat hagués estat major, els alumnes s'haguessin habituat a la nova forma de treballar, i els resultats haguessin estat diferents.

Com a futures línies d'investigació es podria partir de l'estudi de l'efecte de les limitacions comentades anteriorment en l'efectivitat de l'ABP. Per exemple, es podria allargar el temps d'intervenció, fer dues situacions d'aprenentatge, o fins i tot, aplicar-ho en el següent curs acadèmic als mateixos grups. Un últim tema per a investigar podria ser fer un estudi de cas més exhaustiu sobre com els alumnes perceben l'aprenentatge treballant amb ABP, utilitzant entrevistes personals i diaris de camp, i així obtenir una opinió més detallada.

8. Conclusions

En aquest treball s'ha exposat inicialment una problemàtica observada dins les aules sobre la falta d'ús d'una metodologia més activa d'ensenyament-aprenentatge i l'abús que encara es fa de la forma d'ensenyament tradicional en el qual el professor és l'únic transmissor de coneixement mitjançant les classes magistrals.

La pregunta que s'ha plantejat és com la metodologia ABP afecta en la millora dels resultats acadèmics dels alumnes de 2n d'ESO en l'assignatura de Física i Química. La hipòtesi proposada indicava que la nova metodologia milloraria el rendiment acadèmic dels alumnes, i a més a més, s'ha volgut investigar si aquesta metodologia innovadora engresca més els alumnes i si també milloren la seva autopercepció com a estudiants. Els objectius d'aquesta intervenció han estat comparar, analitzar i comprovar l'efectivitat de la metodologia ABP envers la metodologia tradicional respecte a la millora dels resultats acadèmics, motivació i autoconcepte dels estudiants.

Encara que molts dels estudis disponibles en la bibliografia indiquen que la metodologia ABP millora tant els resultats acadèmics com la motivació, l'engrescament i l'autoconcepte dels alumnes com a estudiants, els resultats d'aquest estudi mostren el contrari. Si bé es cert que tant el grup control com l'experimental han millorat els resultats acadèmics entre el pretest i posttest, el grup que ha treballat amb classes magistrals ho ha fet en major mesura. Així mateix, la motivació i autopercepció dels estudiants del grup experimental abans i després de treballar amb la metodologia ABP s'ha mantingut al mateix nivell. Les raons per les quals ha succeït això són:

1. Una alta resistència al canvi de metodologia per part dels alumnes.
2. Una manca de preparació prèvia i de costum envers la utilització de la metodologia ABP.

3. Baix grau de maduresa i autonomia dels estudiants que han treballat amb la metodologia innovadora.
4. Possible sobrecàrrega d'informació i excés de treball a fora de l'aula.

En definitiva, aquest estudi demostra que l'aplicació d'una metodologia activa com l'ABP treballat mitjançant grups cooperatius necessita d'una sòlida preparació prèvia tant dels alumnes com dels docents. A més a més, per a què aquesta estratègia sigui realment efectiva, els alumnes han de comptar amb un cert grau d'experiència, autonomia i maduresa, i que per observar millores significatives en els resultats acadèmics de l'alumnat es necessita temps per habitar els agents educatius involucrats a les noves pràctiques d'ensenyament-aprenentatge.

9. Referències

Aidoo, B., Boateng, S. K., Kissi, P. S. i Ofori, I. (2016). Effect of problema-based learning on students' achievement in chemistry. *Journal of Education and Practice*, 7(33), 103-108. <https://eric.ed.gov/?id=EJ1122651>

Alís, M. O. (2011). *L'aprenentatge basat en problemes (ABP). De la teoria a la pràctica: una experiència amb un grup nombrós d'estudiants* (1.ª ed.). Graó.

Allen, D. E., Donham, R. S. i Bernhardt, A. A. (2011). Problem-based learning. *Special Issue: evidence-based teaching*, 2011(128), 21-29. <https://doi.org/10.1002/tl.465>

Almazroui, K. (2025). The paradox of collaborative learning: investigating the challenges and equity issues in group work among students. *Social sciences and humanities open*. En revisió. https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=5191621

Amato, D. i Novales-Castro, X. J. (2010). Desempeño académico y aceptación del aprendizaje basado en problemas en estudiantes de medicina. *Revista médica del instituto mexicano del seguro social*, 48(2), 219-226. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=457745507018>

Baca, E., Mennin, S. P., Kaufman, A. i Moore-West, M. (1990). Comparison between a problem-based, community-oriented track and a traditional track within one medical school. Dins Z. M. Nooman, H. G. Schmidt I E. S. Ezzat (Eds.), *Innovation in medical education: An evaluation of its present status* (pp. 9-26). New York: Springer.

Barrows, H. S. i Tamblyn, R. M. (1980). *Problem-based learning: an approach to medical education*. New York: Springer.

Barrows, H. (1996). Problem-based learning in medicine and beyond: A brief overview. Dins L. Wilkerson (Ed.), *Bringing problema-based-*

learning to higher education: Theory and practice. (pp. 3-12). Jossey-Bass. <https://doi.org/10.1002/tl.37219966804>

Boud, D. J. (1985). Problem-based learning in perspective. Dins D. Boud (Ed.), *Problem-Based Learning in Education for the Professions* (pp. 13-18). Sydney, Australia: HERDSA.

Branda, L. A. (2008). El aprendizaje basado en problemas. El resplendor tan brillante de otros tiempos. Dins U. F. Araújo i G. S. Vilarrasa (Coords.), *El aprendizaje basado en problemas. Una nueva perspectiva de la enseñanza en la universidad* (pp.17-46). Gesida.

Bueno, P. M. i Fitzgerald, V. L. (2004). Aprendizaje basado en problemas problema-based learning. *Theoria*, 13, 145-157.

Castro, J. C. P. i Papahiu, P. C. (2013). La enseñanza de la biología en el bachillerato a partir del aprendizaje basado en problemas (ABP). *Perfiles Educativos*, 35(139), 93-109. [https://doi.org/10.1016/S0185-2698\(13\)71811-7](https://doi.org/10.1016/S0185-2698(13)71811-7)

Cañizalez, M. V. A., González, A. I. i Parra Y. J. (2011). Aprendizaje basado en problemas y aprendizaje cooperativo como estrategia didáctica integrada para la enseñanza de la química. *Revista electrónica de humanidades, educación y comunicación social*, 11, 199-219. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4172199>

Charif, M. F. (2010). *The effects of problem based learning in chemistry education on middle school students' academic achievement and attitude* [tesi de màster, Lebanese American University]. Repositori Institucional. <http://hdl.handle.net/10725/117>

Davidson, N. i Major, C. H. (2014). Boundary crossings: cooperative learning, collaborative learning, and problema-based learning. *Journal on excellence in college teaching*, 25(4), 7-55.

Departament d'Educació. (2017). *Marc de la innovació pedagògica a Catalunya*. Generalitat de Catalunya. https://xtec.gencat.cat/ca/innovacio/marc_innovacio_pedagogica/

Dochy, F., Segers, M., Van den Bossche, P. i Gijbels, D. (2003). Effects of problema-based learning: a meta-analysis. *Learning and Instruction*, 13(5), 533-568. [https://doi.org/10.1016/S0959-4752\(02\)00025-7](https://doi.org/10.1016/S0959-4752(02)00025-7)

Eisenstaedt, R. S., Barry, W. E. i Glanz, K. (1990). Problem-based learning: Cognitive retention and cohort traits of randomly selected participants and decliners. *Academic Medicine*, 65(9), S11-2. https://journals.lww.com/academicmedicine/Abstract/1990/09000/Problem_based_learning__cognitive_retention_and.20.aspx

Fernández, C. L. i Aguado, M. I. (2017). Aprendizaje basado en problemas como complemento de la enseñanza tradicional en Físicoquímica. *Educación química*, 28(3), 154-162. <https://doi.org/10.1016/j.eq.2017.03.001>

Gisbert, D. D. i Font, A. M. (2012). *Entramado. Métodos de aprendizaje cooperativo y colaborativo*. Horsori ; ICE Universitat de Barcelona.

González, A. E. i López, A. del V. (coords.). (2008). *El aprendizaje basado en problemas. Una propuesta metodològica en educación superior*. Narcea. <https://doi.org/10.14201/10034>

Hmelo-Silver, C. E. (2004). Problem-based learning: what and how do students learn?. *Educational Psychology Review*, 16, 235-266. <https://doi.org/10.1023/B:EDPR.0000034022.16470.f3>

Iglesias, J. L. (2002). El aprendizaje basado en problemas en la formación inicial de docentes. *Perspectivas*, 32(3), 1-17. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000129480_spa

Jaeger, M. i Adair, D. (2014). The influence of students' interest, ability and personal situation on students' perception of a problema-based

learning environment. *European journal of engineering education*, 39(1), 84-96. <https://doi.org/10.1080/03043797.2013.833172>

Johnson, D. W. i Johnson, R. T. (2014). Cooperative learning in 21st century. [Aprendizaje cooperativo en el siglo XXI]. *Anales de psicología / Annals of Psychology*, 30(3), 841-851. <https://doi.org/10.6018/analesps.30.3.201241>

LaForce, M., Noble, E. i Blackwell, C. (2017). Problem-based learning (PBL) and Student interest in STEM careers: the roles of motivation and ability beliefs. *Education sciences*, 7(4), 92. <https://doi.org/10.3390/educsci7040092>

Likert, R. (1932). A technique for the measurement of attitudes. *Archives of psychology*, 22(140), 4-55.

Lora, L. F. i Montoya, S. F. (2016). Aprendizaje basado en problemas: consideracions para los graduados en medicina familiar y comunitaria en Ecuador. *MediSan*, 20(09), 4000-4013. <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=67859>

López, V. R. (2022). *Quins elements ens envolten? De l'àtom a la taula periòdica: aplicació de l'aprenentatge basat en problemes en la física i la química* [tesi de màster, Universitat Rovira i Virgili]. Repositori Institucional URV. <https://hdl.handle.net/20.500.11797/TFM1189>

López-Zafra, E., Rodríguez-Espartal, N., Contreras, L. i Landa, J. M. A. (2015). Evaluación de una experiencia de aprendizaje basado en problemas (ABP) en estudiantes universitarios. *Revista d'innovació docent universitària*, 7, 71-80. <https://doi.org/10.1344/RIDU2015.7.8>

Loyens, S. M. M., Jones, S. H., Mikkers, J. i van Gog, T. (2015). Problem-based learning as a facilitator of conceptual change. *Learning and Instruction*, 38, 34-42. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2015.03.002>

Mataka, L. M. i Kowalske, M. G. (2015). The influence of PBL on students' self-efficacy beliefs in chemistry. *Chemistry Education Research and Practice*, 16(4), 929-938. <https://doi-org.sabidi.urv.cat/10.1039/C5RP00099H>

Mehler, A. H. (1992). Evaluation of student performance for constructive purposes. *Biochemical Education*, 20(3), 141-143. [https://doi.org/10.1016/0307-4412\(92\)90052-N](https://doi.org/10.1016/0307-4412(92)90052-N)

Mendieta, J. B. (2021). El aprendizaje basado en problemas para mejorar el pensamiento critico: revisión sistemàtica. *Innova Research Journal*, 6(2), 77-89. <https://doi.org/10.33890/innova.v6.n2.2021.1681>

Mesanza, R. B. (2020). Comparativa de la utilización del aprendizaje basado en problemas en distintos cursos. *Revista electrònica sobre la enseñaanza de la economia pública*, 27, 14-26. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7615888>

Montoya, N. P. M. (2013). El aprendizaje basado en problemas (ABP) como estratègia didàctica. *Academia Y Virtualidad*, 6(1), 53-61. <https://doi.org/10.18359/ravi.1924>

Morales, S. N. M., Depraect, N. E. Z. i Rodríguez, C. L. (2019). Impacto del aprendizaje basado en problemas en estudiantes de salud humana. *Revista cubana de educaciòn mèdica superior*, 33(4), 37-47. <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=93473>

Moust, J., Bouhuijs, P. i Schmidt, H. (2021). *Introduction to problema-based learning* (4.^a ed.). Routledge, London. <https://doi.org/10.4324/9781003194187>

Olivares, S. L. O. y Tamez, M. W. (2013). *Mediaciòn de la autopercepciòn de la disposiciòn al pensamiento crítico en*

estudiantes de Medicina. XII Congreso Nacional de Investigación Educativa, México.

Parlament de Catalunya. (2022, 27 de setembre). *Decret 175 de 2022. Ordenació dels ensenyaments de l'educació bàsica*. Diari oficial de la generalitat de Catalunya n.º 8762-29.9.2022. [http://eli/esct/d/2022/09/27/175/dof](http://eli.esct/d/2022/09/27/175/dof)

Pease, M. A. i Kuhn, D. (2010). Experimental analysis of the effective components of problema-based learning. *Science Education*, 95(1), 57-86. <https://doi.org/10.1002/sce.20412>

Pérez, F. Q. (2023). Aprendizaje basado en problemas para física y química de bachillerato. Estudio de caso. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 20(2), 220101-220116. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2023.v20.i2.2201

The JASP Team. (2018). *Jeffrey's Amazing Statistics Program*. (versió 0.19.3) [software]. <https://jasp-stats.org/>

Urresta, E. M. M. i Urresta, J. B. M. (2021). *Aprendizaje basado en problemas. Teoría y pràctica desde la experiència en la educación superior*. Universidad Técnica del Norte. <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/11065>

Wood, E. J. (1994). The problems of problem-based learning. *Biochemical Education*, 22(2), 78-82. [https://doi.org/10.1016/0307-4412\(94\)90080-9](https://doi.org/10.1016/0307-4412(94)90080-9)

Yew, E. H. J. i Goh, K. (2016). Problem-based learning: An overview of its process and impact on learning. *Health Professions Education*, 2(2), 75-79. <https://doi.org/10.1016/j.hpe.2016.01.004>

10. Annexos

Annex 1. Examen usat com a instrument de recollida de dades.

The forces in



Name and surname:

Group:

Mark:

Did you know that every time you play Brawl Stars, you are applying the laws of physics? In every punch of El Primo, the reason why Frank is so slow or even when Shelly uses her super shot, the forces and their effects are present. In this exam, you will have the opportunity to see that you are not only a good (or bad) player, but also a scientist while playing this funny game. In each question you will get some trophies, and depending on the number of trophies, the star you are going to get will be of one type or another. Let's have a look at the mark bar:



1. (1🏆) In the game, you can observe all types of forces. Please, say what type of force relates better with the situations shown in the pictures and in which category are they.



Belle attacks with a beam of negative charges to positive charged enemies.



Sam attracts his metallic weapons because they have a different poles

The force we are talking about does not effect Angelo because he flies.



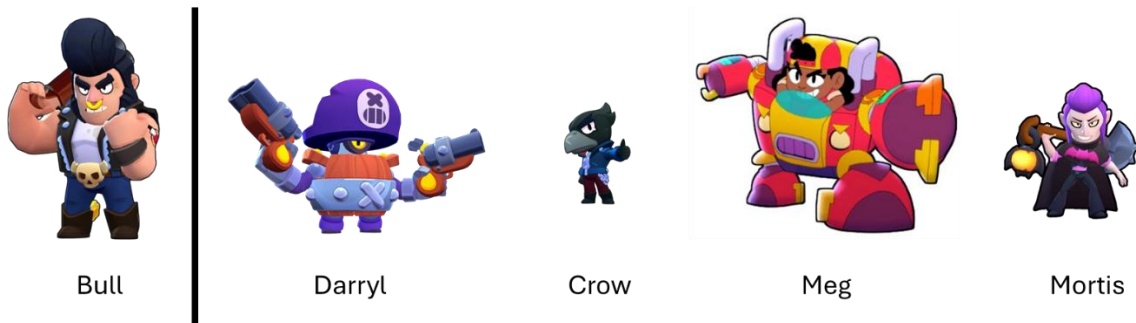
When Buzz's weapon is stuck on a wall, the rope is rigid because of one force.

Bo is standing on the floor. What force does the ground exert on him?

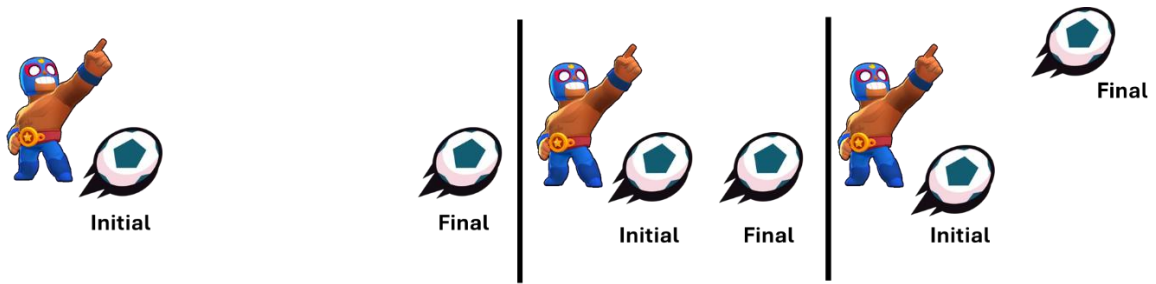


A meteorite is falling on the ground.

2. (1🏆) In the game, there are all types of characters, big, medium and small ones. However, you know that if you play a Duo Showdown, the force of attraction between the characters in the team, that is, the gravity, will not be the same. Sort the characters depending on the gravity that Bull exerts on the others from the smallest magnitude to the biggest. Explain briefly why you have sorted the characters in that way.



3. (2🏆) You decided to play the Brawl Ball with El Primo. In the following Picture there are two situations where you shoot the ball. Draw the force vector implied on the movement of the ball. Indicate with a circle the point of application of the force, and if the magnitude of the hardest shot is 20 N, write the magnitude of the other two forces under the respective vectors. Remember: the force vector is not the displacement of the ball.



4. (1🏆) Indicate if the following sentences are true or false. When false explain why briefly.

a. A force is a push or a pull on an object that results from the interaction with another object.

b. The unit of measure of a force is l/s .

c. If Bibi hits Nita with her bate, Bibi is the agent and Nita is the receiver.



e. Imagin that Nita is stopped, and Bibi hits him with her bate. The force has produced a change in shape.

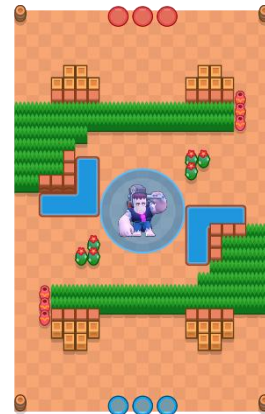
d. When Jacky attacks she applies a force on a surface. This is called tension.



5. (2🏆) Now, you decided to play Gem Grap, and you like to play it with Frank. You already know that his speed is low because he has a very big mass, and also, he is carrying a very big hammer. Because of that, you would like to know the weight of Frank, so you look for information and you find that the sum of the masses of Frank and the hammer is 60 kg. If the gravity in the Brawl Stars world is the same than the gravity on the Earth, calculate the weight of Frank.



6. (2🏆) You want to play now the Hot Zone. You know that to fulfil the zone in 30 seconds, the pressure must be 1234,8 Pa. You already know the magnitude of the force that Frank exerts on the ground, and you have found that the surface that Frank occupies is 3 m². How many Franks have you to play with to win the game in 30 seconds?



7. (1🏆) Fill the gaps of the following sentences with the words provided. Perhaps you have to use some words more than once.

Net Vector Sum Direction Subtraction Magnitude Mass

a. A force is represented by a That means that a force has a representing its strength and a representing where the force is pointing to.

b. Imagin you are trapped in Tara’s dark hole. If you want to escape from it, you are exerting a force in the opposite direction of the force that pull you to the centre of the hole. Then, the force is the of the two forces.

c. However, if you are running to the centre of the dark hole, you are exerting a force in the same direction of the force that pull you to the centre. Then, the force is the of the two forces.

d. In all these cases you would be the centre of



Annex 2. Questionari usat com a instrument de recollida de dades.

Name:	Group:	Strongly disagree (1)	Disagree (2)	Neither agree nor disagree (3)	Agree (4)	Strongly agree (5)
Questions						
1. I do participate in class (ABP)						
2. To work in groups is better to me (ABP)						
3. I do prefer working alone (Magistral)						
4. I like to study at home (Magistral)						
5. I get better results if I study at home (Magistral)						
6. I get better results if I work in groups (ABP)						
7. I am good presenting the results in front of the class (Autopercepció)						
8. I know how to apply the knowledge acquired in class to real cases/problems (Autopercepció)						
9. I provide good and relevant ideas in class (Autopercepció)						
10. I deliver the activities on time (Autopercepció)						
11. There is a good working environment in class (ABP)						
12. I get my learning goals (Autopercepció)						
13. I work in a cooperative way (Autopercepció)						
14. I have good study habits (Magistral)						
15. I pay attention during the entire class (Magistral)						
16. I pay attention only half of the class (Autopercepció)						
17. After ten minutes, I do not pay attention anymore (ABP)						
18. I like master classes (Magistral)						
19. I do learn better with master classes (Magistral)						
20. I like practical classes (ABP)						
21. I do learn better with practical classes (ABP)						
22. I need to study at home to pass the exam (Magistral)						
23. I get all at once and I do not need to study at home (ABP)						
24. I need to do homework to consolidate the knowledge (Magistral)						
25. The work done in class is enough and I do not need to do homework (ABP)						

Nota. Les etiquetes en colors és per especificar a quina categoria pertany cada pregunta. Cal comentar que això no hi era en el qüestionari que varen respondre els subjectes.

Annex 3. Situació d'aprenentatge aplicada en el grup experimental durant la intervenció educativa.

Situació d'aprenentatge¹

Títol	Les forces, el copilot per un viatge més segur a la carretera
Curs (nivell educatiu)	2n d'ESO (AICLE)
Àrea / Matèria ² / Àmbit ³	Física i Química

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

El context està relacionat amb una situació que els alumnes viuen cada dia, i seguiran vivint durant la resta d'ella, i encara més quan siguin majors d'edat i es puguin treure el carnet de cotxe o moto. La situació d'aprenentatge parteix de diverses notícies que surten regularment a la premsa cada dia sobre embussos, accidents i morts a les carreteres catalanes i tarragoneses, i sobretot els dies d'operacions de sortida i retorn a les èpoques de vacances i ponts.

El repte d'aquesta situació d'aprenentatge consisteix en proposar a l'alumnat que investigui com les forces estan involucrades en la conducció, i com intervenen aquestes per fer un trajecte més segur. A més a més, se'ls impulsa a indagar en les normes de seguretat vial actives avui en dia, i a reflexionar si ells i la seva família fan tot el possible per aplicar aquestes normes.

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.

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
Física i Química	C1. Interpretar fenòmens de la naturalesa, predir i argumentant-ne el comportament a partir de models, lleis i teories propis de la física i química per apropiant-se de conceptes i processos propis de la ciència.
Física i Química	C2. Dissenyar, desenvolupar i comunicar el plantejament i les conclusions de recerques incloent la formulació de preguntes i d'hipòtesis i la seva contrastació experimental, dins de l'àmbit escolar, seguint els passos de les metodologies pròpies de la ciència, com l'experimentació i la cerca d'evidències, i del pensament computacional cooperant, quan calgui, per indagar en aspectes relacionats amb la física i la química.
Física i Química	C4. Utilitzar de forma crítica i eficient plataformes tecnològiques i recursos variats, tant per al treball individual com en equip, per a la cerca d'informació, la creació de materials i la comunicació fonamentada en coneixements de la física i la química, entorn de fenòmens i qüestions ecosocialment rellevants.
Educació en Valors Cívics i Ètics	C2. Integrar de forma crítica normes i valors cívics i ètics i actuar i interactuar, a partir del reconeixement de la seva importància en la regulació de la vida individual i comunitària, per aplicar-los de forma efectiva i justificada en diferents contextos i per promoure una convivència pacífica, respectuosa, democràtica i compromesa amb el bé comú i una societat inclusiva.

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 ciutadana	CC1. 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	CD1. 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.
Competència personal, social i d'aprendre a aprendre	CPSAA 1. 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 personal, social i d'aprendre a aprendre	CPSAA 3. Comprendre proactivament les perspectives i les experiències dels altres i incorporar-les al seu aprenentatge per participar en el treball en grup distribuint i acceptant tasques i responsabilitats de manera equitativa i emprant estratègies cooperatives.

⁶ Competència digital, competència emprenedora, competència ciutadana i competència personal, social i d'aprendre a 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
1. Conèixer el concepte de força, els seus tipus, les seves característiques (representació de força, combinació de forces, etc.) i els seus efectes per analitzar la dinàmica que regeix el món físic.	1. No assolit (NA): No compren el concepte de força, els tipus, les seves característiques ni els seus efectes sobre el món físic. 2. Assoliment suficient (AS): Compren el concepte de força, menys de la meitat dels tipus, no sap aplicar totes les característiques i cap dels seus efectes sobre el món físic. 3. Assoliment notable (AN): Compren el concepte de força, més de la meitat dels tipus, sap aplicar totes les característiques i reconèixer tots els seus efectes sobre el món físic però no utilitza el vocabulari apropiat. 4. Assoliment excel·lent (AE): Compren el concepte de força, tots els tipus, sap aplicar totes les característiques i reconèixer els seus efectes sobre el món físic utilitzant un vocabulari tècnic i apropiat.
2. Investigar el paper que tenen les forces en la seguretat vial per predir i analitzar la seguretat en la carretera.	1. NA: No sap relacionar el paper de les forces amb la seguretat vial. 2. AS: Sap relacionar el paper d'algunes forces amb la seguretat vial, però no utilitza vocabulari científic i no sap anomenar cap exemple no treballat a l'aula.

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.

	<p>3. AN: Sap relacionar el paper de totes les forces amb la seguretat vial i utilitza el vocabulari adequat, però no sap anomenar cap exemple no treballat a l'aula.</p> <p>4. AE: Sap relacionar el paper de totes les forces amb la seguretat vial, utilitza vocabulari científic i apropiat i sap anomenar exemples que no s'ha comentat a l'aula.</p>
<p>3. Indagar les diferents normes de seguretat vial i tècniques d'un vehicle per conèixer la seva responsabilitat com a ciutadans.</p>	<p>1. NA: No coneix cap norma de seguretat vial ni cap aspecte de seguretat d'un vehicle.</p> <p>2. AS: Coneix algunes de les normes de seguretat vial, però no cap aspecte tècnic de seguretat d'un vehicle.</p> <p>3. AN: Coneix la majoria de les normes de seguretat vial i la majoria dels aspectes tècnics de seguretat d'un vehicle.</p> <p>4. AE: Coneix totes les normes de seguretat vial i tots els aspectes tècnics de seguretat d'un vehicle.</p>
<p>4. Comunicar oralment informació sobre un tema científic en públic utilitzant diferents fonts de recerca d'informació i de transmissió per informar i difondre coneixement a altres persones.</p>	<p>1. NA: No sap buscar informació de diferents fonts i no sap transmetre la informació de forma oral a un públic general.</p> <p>2. AS: Sap buscar informació només en fonts digitals sense tenir en compte la qualitat i validesa d'aquesta informació, i sap expressar-la i transmetre-la a un públic objectiu però sense utilitzar el vocabulari adequat.</p> <p>3. AN: Sap buscar informació en diferents fonts com internet, llibres o revistes, la contrasta i sap expressar-la oralment davant un públic objectiu però sense utilitzar el vocabulari adequat.</p> <p>4. AE: Sap buscar informació en diferents fonts com internet, llibres o revistes, la contrasta i sap expressar-la oralment davant un públic objectiu utilitzant el vocabulari tècnic adequat.</p>

SABERS

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

	Saber	<u>Àrea o matèria</u>
1	Bloc "Habilitats i destreses científiques bàsiques": Ús del llenguatge científic, incloent-hi l'ús adequat de representacions, sistemes d'unitats i eines matemàtiques, per aconseguir una comunicació argumentada en diferents entorns científics i d'aprenentatge.	Física i Química
2	Bloc "Habilitats i destreses científiques bàsiques": Interpretació i producció d'informació científica en diferents formats i amb diferents mitjans per desenvolupar un criteri propi basat en allò que el pensament científic aporta a la millora de la societat.	Física i Química
3	Bloc "Interacció": Diferenciació dels efectes de les forces, com a agents del canvi tant a l'estat de moviment o de repòs d'un cos, així com productores de deformacions, amb els canvis que produeixen en els sistemes sobre els quals actuen.	Física i Química
4	Bloc "Interacció": Descripció dels efectes de les forces a partir d'observacions de fenòmens quotidians o de situacions simulades en el laboratori.	Física i Química

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.

Aquesta situació d'aprenentatge està basada en l'aprenentatge basat en problemes (ABP) treballant en grups cooperatius. Per a aquesta raó, es plantejarà un problema o repte a l'inici de cada sessió, i els individus dins de cada grup, de forma autònoma, han de buscar els conceptes teòrics necessaris per a resoldre el problema amb la guia que proporioni el professor. Al final de la situació d'aprenentatge, cada grup haurà de presentar davant la resta de companys els conceptes que ha trobat en les diferents fonts que haurà consultat i haurà de presentar la seva solució a cada pregunta o problema plantejat durant el desenvolupament d'aquesta situació d'aprenentatge.

Per fer això s'agrupen els alumnes en diferents grups cooperatius, i cada estudiant dins el grup tindrà un rol determinat amb unes responsabilitats associades. Aquest rol anirà rotant dins el grup a cada sessió amb la finalitat de que cada participant experimenti la responsabilitat de cada rol. En aquesta situació d'aprenentatge es recomana fer grups de cinc estudiants, i els rols proposats són:

1. Secretari: s'encarrega de recopilar tota la informació buscada pels seus companys i de deixar constància del treball que ha fet el grup en general i cada estudiant en particular aquell dia.
2. Enginyer: és l'encarregat de muntar la presentació de la part corresponent a la pregunta del dia en el qual té aquesta responsabilitat. Ho comença a fer a classe, però si no s'ha acabat es pot fer també a casa.
3. Periodista: està previst que n'hi hagi dos en cada sessió. Són els encarregats de buscar la informació corresponent al repte del dia i transmetre-la al secretari.
4. Coordinador: és el responsable de coordinar el treball, assignar tasques, ajudar a la resta de companys i serà el que és comunicarà amb el professor si hi ha algun problema.

El material imprescindible per portar a terme aquesta situació d'aprenentatge és una tauleta o ordinador per cada alumne i un projector per fer la presentació oral. El format de la presentació és lliure i pot ser com a pòster científic com a presentació amb diapositives tipus PowerPoint o Canva. A més a més, una activitat programada és una sortida al pati. Per portar a terme aquesta activitat es necessita material específic i que és: una pilota de futbol, una corda llarga i gruixuda, un cotxe de joguina, una corda prima o fil, un globus, un tros de paper, dos imants i un pes, com ara una pilota medicinal o una manuela força pesada.

ACTIVITATS D'APRENTATGE I D'AVUACIÓ

Activitat	Descripció de l'activitat d'aprenentatge i d'avaluació	Temporització
Activitats inicials <i>Què en sé?</i>	<u>Sessió 1:</u> - Explicació del funcionament de les sessions: metodologia ABP, presentació oral amb diapositives o pòster, explicació de la rúbrica d'avaluació usada per avaluar la presentació, explicació sobre els exercicis que s'han de fer individualment a casa per practicar els conceptes apresos, etc. Això es fa mitjançant una petita presentació preparada pel professor (veure Annex 5). - Realització de l'examen (pretest). (Veure Annex 1). - Introducció sobre el tema de les forces i la seguretat vial. Aquesta activitat es fa amb una diapositiva preparada pel professor (Veure Annex 5), a on s'hi exposen algunes notícies sobre el trànsit, i es formulen algunes preguntes amb la finalitat d'obrir un petit debat per a respondre i raonar sobre elles.	- 20 minuts - 15 minuts - 20 minuts
Activitats de desenvolupament <i>Què estic aprenent?</i>	<u>Sessió 2:</u> - Formació dels grups i repartiment dels rols. - Realització del qüestionari (pretest). (Veure Annex 2). - Treball autònom: (Veure Annex 6) 1. Pregunta ABP: " An unrespectful person is driving through a road at 250 km/h. It is really foggy out there, so he does not realize he must turn right and crashes on a wall.	- 5 minuts - 10 minuts - 40 minuts

	<p>Obviously, the car is completely destroyed, but fortunately the person is fine. How many forces have been involved in this situations, and which effects they have produced? Who is the agent, and who is the receptor of such forces? After a while, a recovery vehicle gets the place, and it pulls the car with a rope. How is represented the force that the recovery vehicle is exerting on the car?”</p> <p>2. Pregunta extra per altes capacitats (voluntari): “ A few minutes later, a car is moving on the same road at 120 km/h. It is still foggy. However, the driver realises that there is a wall and he starts braking. If he does not want to crash, he must stop the car in 30 seconds. What brake force must he apply if the car’s weight is 400 N?”</p> <p>3. Informació per pujar puntuació (voluntari): Normes de seguretat vial (límits de velocitat, distància de seguretat i perquè aquesta distància, funció del cinturó, etc.). En aquest apartat els alumnes poden buscar i incloure tota la informació que creguin convenient.</p> <p><u>Sessió 3:</u></p> <p>- Sortida experimental al pati: en aquesta activitat, les preguntes ABP són petites indicacions que els alumnes hauran de portar a terme i treure les seves pròpies conclusions gràcies a la seva experiència al pati. Aquesta activitat consisteix en quatre estacions amb material específic cada un. Les preguntes a respondre a cada estació estan recollides a una fitxa que se’ls hi proporciona als alumnes. (veure Annex 7).</p> <p>- Correcció i aclariment dels dubtes sorgits durant l’activitat al pati dins l’aula. Aquesta activitat seria una espècie d’autoavaluació encara que no compta per la nota final.</p>	<p>- 45 minuts</p> <p>- 10 minuts</p>
--	---	---------------------------------------

	<p><u>Sessió 4:</u></p> <p>- Treball autònom: (Veure Annex 8)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Pregunta ABP: “ It is time to pass the compulsory vehicle test. The technician asks you: What is the weight of your car? You say: 250 kg. The worker starts laughing and replies: It is the mass, not the weight. Moreover, he asks you what is the pressure that one of your wheels exert on the ground and again you do not know what to answer. So, you fail the test and you have to come back a week after to try it again. This time, you are quite prepared and you answer the questions correctly. What have you answered? Furthermore, the worker asks you: do you know the weight of your car if it would be on: 1) the Moon, 2) Mercury, 3) Jupiter, 4) the Sun.” 2. Pregunta extra per altes capacitats (voluntari): “ Why the wheels of the F1 cars are wider than the wheels of a normal car? How does it affect the pressure that they exert on the ground and the adhesion of the vehicle?” 3. Informació per pujar la puntuació (voluntari): què és l’ITV? Cada quants anys s’ha de passar? Que es revisa a la ITV? <p>* En aquesta sessió, si els sobra temps, poden treballar amb coses que els hi puguin faltar de les altres preguntes ABP i amb la presentació.</p> <p>* Cal comentar que al principi de la situació d’aprenentatge el professor proporciona als alumnes una fitxa amb uns quants exercicis per practicar els conceptes més teòrics apresos</p>	<p>- 55 minuts</p>
--	--	--------------------

	durant tot el desenvolupament de la situació d'aprenentatge, i que els alumnes han d'anar fent durant el transcurs de les sessions de forma individual i a casa. (Veure Annex 9). L'avaluació d'aquesta fitxa la fa el professor.	
Activitats de síntesi i estructuració <i>Què he après de nou?</i>	<u>Sessió 5:</u> - Presentació dels pòsters o diapositives. Avaluació 360° (Heteroavaluació, coavaluació i autoavaluació) mitjançant una rúbrica proporcionada pel professor. (veure Annex 10 i 11)	- 55 minuts
Activitats d'aplicació i transferència <i>Com sé que ho he après?</i>	<u>Sessió 6:</u> - Realització de l'examen i qüestionari (posttest). Heteroavaluació.	- 55 minuts

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

1. Aprenentatge competencial: els alumnes aprenen els conceptes teòrics mitjançant situacions possibles a la vida real i és el propi alumnat que treballa de forma autònoma per resoldre aquestes situacions plantejades.
2. Perspectiva de gènere: es treballa fomentant l'ús d'un llenguatge inclusiu i respectuós amb tothom.
3. Universalitat del currículum: perquè tothom pugui treballar i aprendre de forma eficient, el material proporcionat està en diferents formats (escrits i visuals), es remarquen les coses més importants en negreta, i s'apliquen mesures de suport universals i addicionals a aquells alumnes que ho necessiten.
4. Qualitat de l'educació de les llengües: es treballen els conceptes en llengua anglesa, ja que els estudiants participen en el programa AICLE. Per tant, tota la informació, l'exposició, les activitats, etc. estan expressades en llengua anglesa.
5. Benestar emocional: aquest vector es treballa mitjançant el treball en grup, ja que els alumnes interactuen entre ells, s'expliquen i mostren els seus sentiments i col·laboren tots per una finalitat comuna.
6. Ciutadania democràtica i consciència global: al introduir elements de la seguretat vial, aquest vector està garantitzat ja que s'intenta inculcar normes i valors necessaris per uns individus respectuosos amb els altres individus de la comunitat.

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.

MESURES I SUPORTS **UNIVERSALS**¹⁰

- Múltiples maneres d'expressió, acció i representació.
- Flexibilització del temps.
- Suport tecnològic.
- Diferents activitats i instruments d'avaluació.
- Ensenyament multinivell.
- Identificació d'interessos i motivacions personals.
- Aprenentatge cooperatiu.
- Fulla amb guiatge del treball més intensiva (Veure Annex 12).

MESURES I SUPORTS **ADDITIONALS**¹¹ O **INTENSIVUS**¹²

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

Alumne/a	Mesura i suport addicional o intensiu
Altes capacitats	<ul style="list-style-type: none">- Ampliació curricular- Enriquiment aleatori- Activitats d'ampliació voluntàries

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.

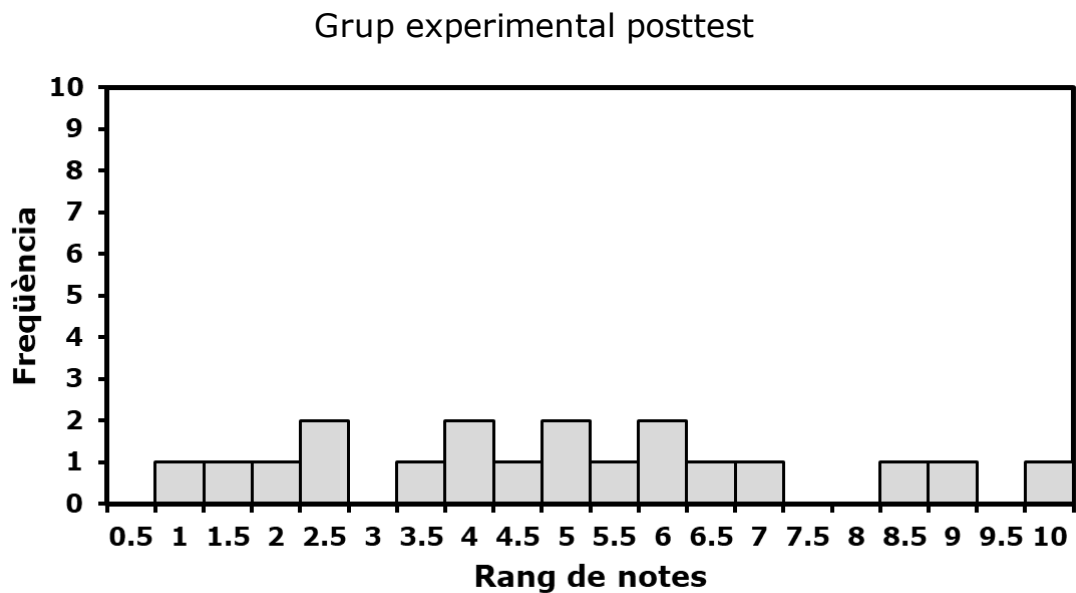
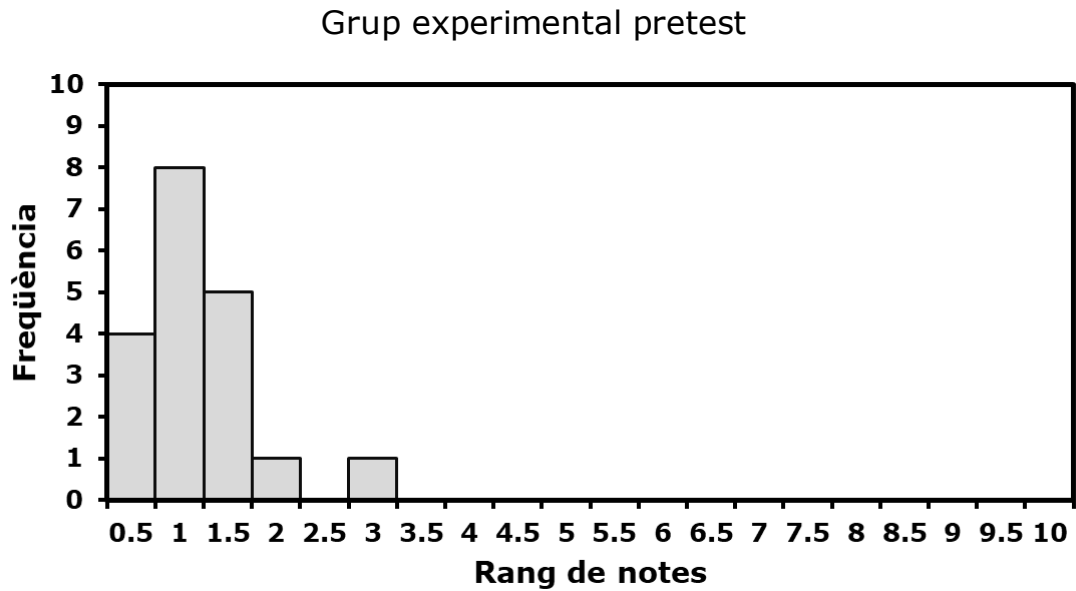
¹² Les mesures i els suports intensius són específics per als i les alumnes amb necessitats educatives especials, estan adaptats a la seva singularitat i permeten ajustar la resposta educativa de forma extensa, amb una freqüència regular i, normalment, sense límit temporal.

Dislèxia	<ul style="list-style-type: none">- Evitar que l'alumne llegeixi en públic contra la seva voluntat.- No corregir de forma sistemàtica tots els errors ortogràfics de la seva escriptura.- Donar-li temps addicional per completar les activitats.- Cal tenir en compte la ubicació dins l'aula i procurar que l'alumne estigui a prop del docent.- Confirmar que ha entès els enunciats.- Donar més importància al contingut que a la forma.- Avaluar els exàmens i treballs en funció del seu contingut.- Evitar que les faltes d'ortografia als exàmens li baixin la nota final.- Adaptar el temps necessari per a realitzar l'examen, fins a un màxim de 20 minuts.

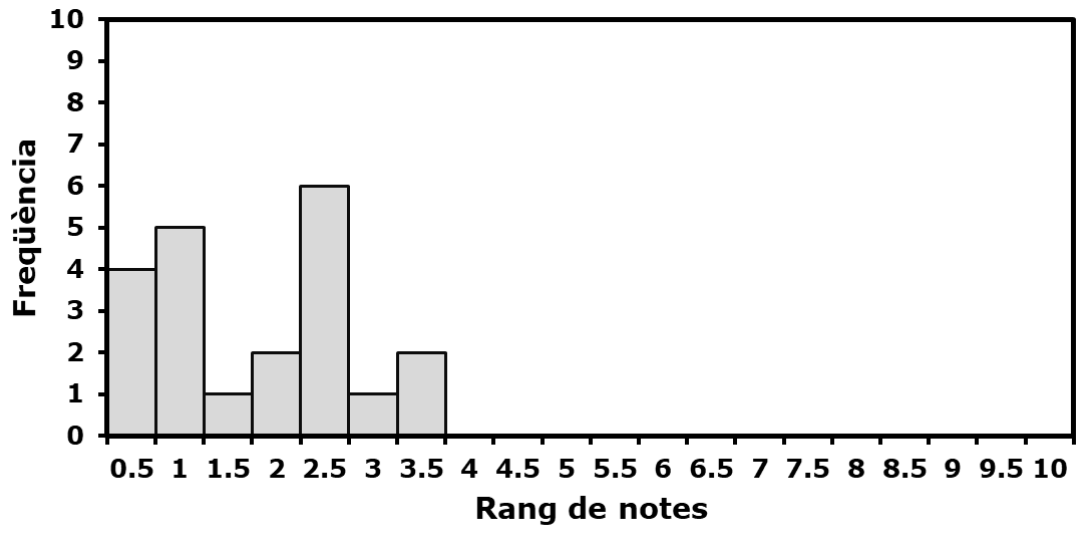
Annex 4. Figures complementàries de resultats.

Figura A1

Distribució de les notes dels exàmens



Grup control pretest



Grup control posttest

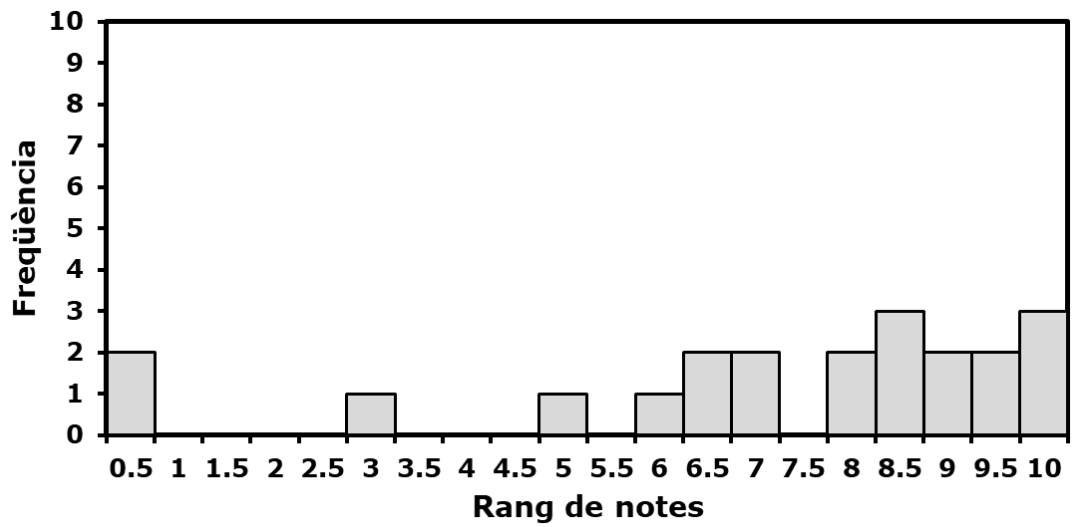
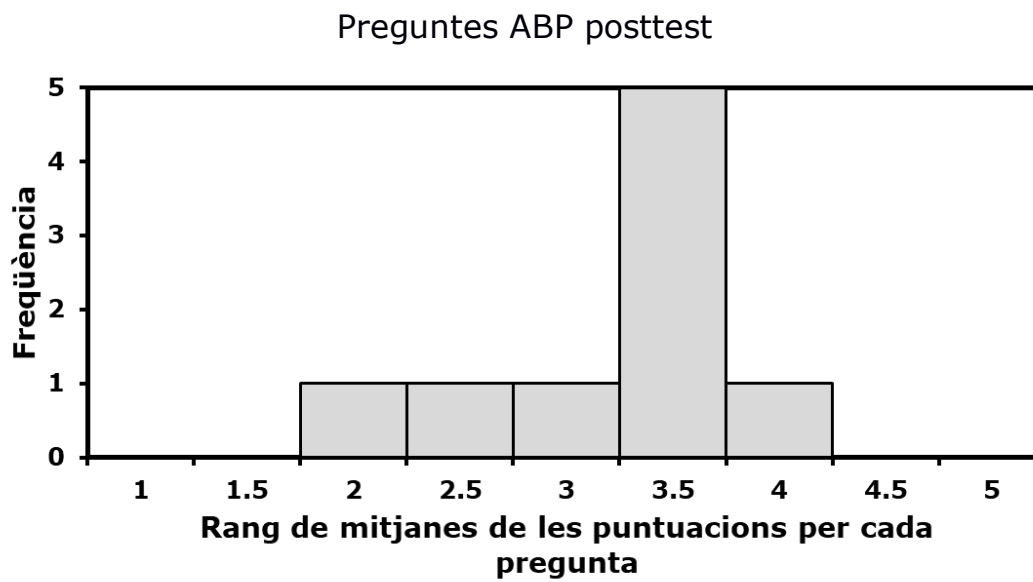
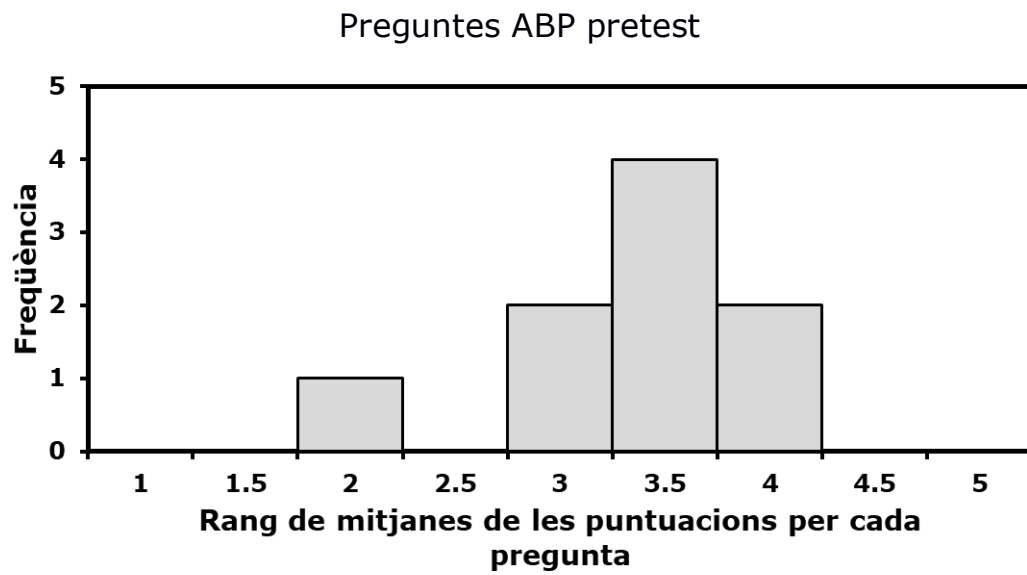
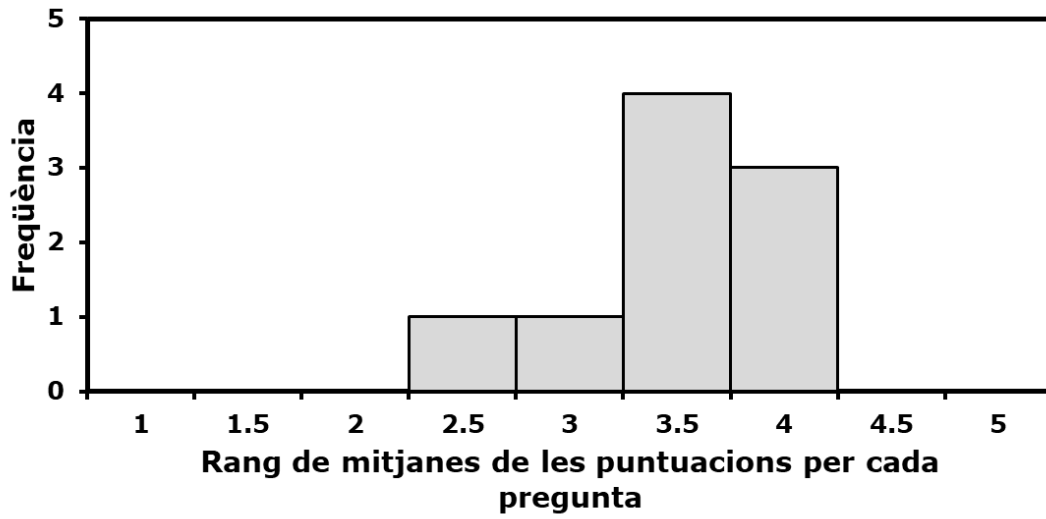


Figura A2

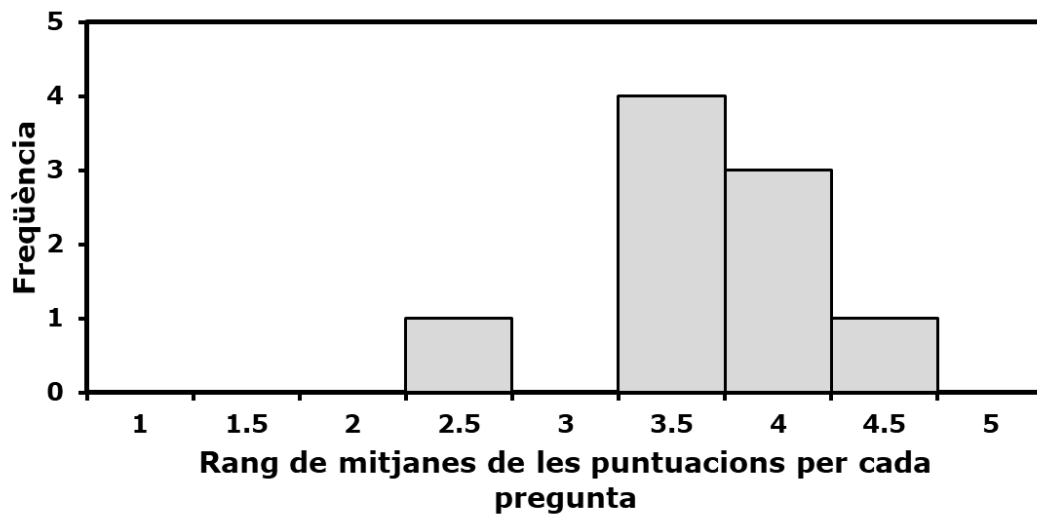
Distribució de les mitjanes de les puntuacions del qüestionari segons la tipologia de les preguntes



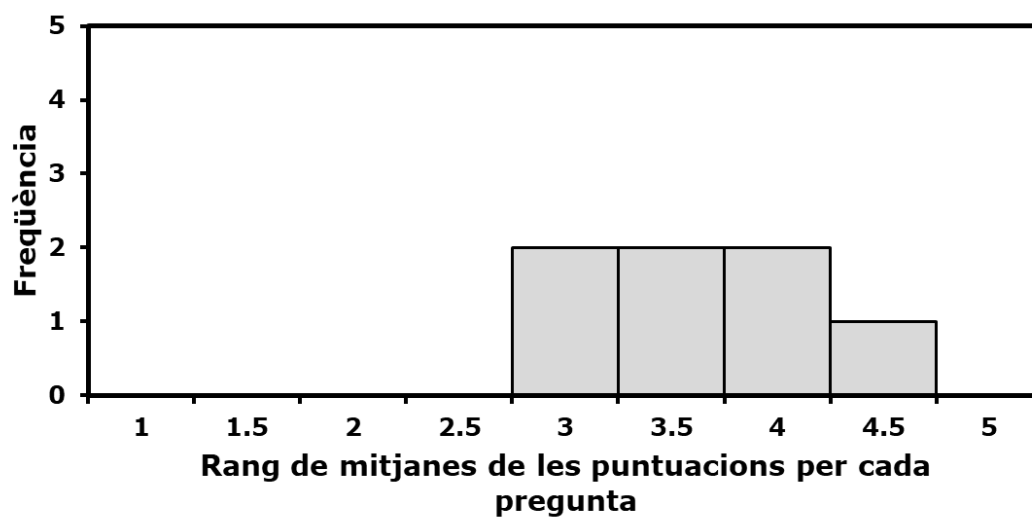
Preguntes classes magistrals pretest



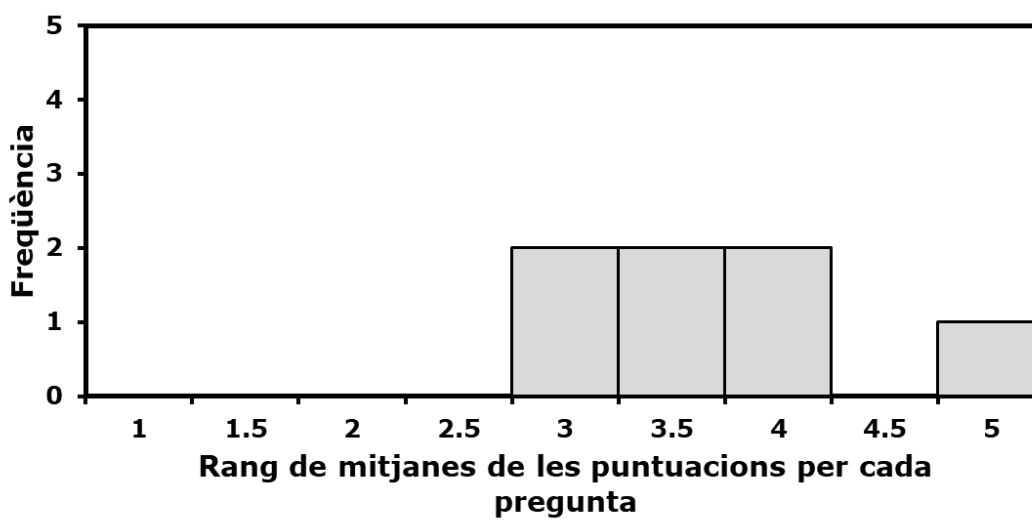
Preguntes classes magistrals posttest



Preguntes autopercepció pretest



Preguntes autopercepció posttest



Annex 5. Presentació sobre la dinàmica de treball i introducció al tema.



I HAVE NO IDEA WHAT I'M DOING

Hello!

Welcome!


Work in a different way!

Problem based learning (PBL)

- Little question or problem
- Work in groups

Work to do

- No dossier....but a poster
- Presentation (07/04/2025)
- Exam....but I am not going to tell you when
- And of course, some exercises to practice!



Group roles

Secretary

- Person who gathers the information generated.
- Write down how the group worked: problems, peoples who helped and who doesn't ...



Group roles

Secretary

- Person who gathers the information generated.
- Write down how the group worked: problems, people who helped and who doesn't ...

Engineer

- Person in charged of the poster.
- In class or at home.



Group roles

Secretary

- Person who gathers the information generated.
- Write down how the group worked: problems, peoples who helped and who doesn't ...

Engineer

- Person in charged of the poster.
- In class or at home.

Journalist

- Person who looks for the information.
- He/She notifies the secretary.



Group roles

Secretary

- Person who gathers the information generated.
- Write down how the group worked: problems, peoples who helped and who doesn't ...

Engineer

- Person in charged of the poster.
- In class or at home.

Journalist

- Person who looks for the information.
- He/She notifies the secretary.

Coordinator

- Person who coordinates the work, assigns tasks and help the others.
- He/She is the link between the group and the teacher.



The forces and road safety

Més de 20 quilòmetres de cues a l'AP-7 en l'operació sortida d'agost

Diari Ara

How can we prevent this?

Tarragona cierra 2024 con 34 muertos en las carreteras

Diari de Tarragona

Do you know the road safety rules?

Which is the role of the forces preventing this?



Annex 6. Presentació de la primera pregunta ABP de la segona sessió.

First question

An unrespectful person is driving through a road at 250 km/h. It is really foggy out there, so he does not realize he must turn right and crashes on a wall. Obviously, the car is completely destroyed, but fortunately the person is fine.

How many forces have been involved in this situations, and which effects they have produced? Who is the agent, and who is the receptor of these forces?



After a while, a recovery vehicle gets the place, and it pulls the car with a rope. How is represented the force that the recovery vehicle is exerting on the car?"



Tips to solve de problem:

- Definition of force
- What is an agent and a receptor?
- What effects can have a force acting on a body?
- How is a force represented?
- What is a net force and a center of mass?

Extra questions

A few minutes later, a car is moving on the same road at 120 km/h. It is still foggy. However, the driver realises that there is a wall and he starts braking. If he does not want to crash, he must stop the car in 30 seconds. What brake force must he apply if the car's weight is 400 N?

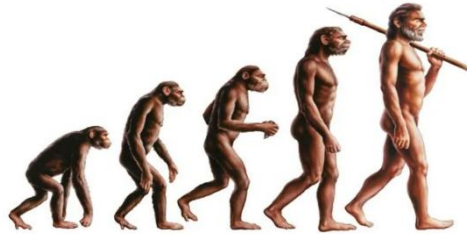


Some information about road safety: rules, speed limits, safe distance ...why this distance?

Annex 7. Fitxa de l'activitat al pati de la tercera sessió.

Discovering the forces

Imagine you are a group of monkeys evolving into a Homo Sapiens. Then, you have to acquire some new knowledge about nature phenomena like forces. As a monkey, you experiment with some stuff you can find everywhere. On the playground you can find four stations to work and play with forces. To guide your learning, you can answer the following questions. You must think that if not all questions are answered right, you will live in the forest forever!



Station 1:

You can see a spherical object, and your group decide to call it a ball. You get it and start playing with it.

1. Firstly, you shoot the ball, but it is going over the ground and it does not reach the goal. Where have you shot to do this? Can you draw how is the force you applied to the ball?

2. Secondly, you do the same, but now you have shot hard enough to reach the goal. How is the force now? Draw it.

3. Now, try a different shot. You want the ball go over the upper bar of the goal. How do you do this?

4. Finally, one of you get the ball up in the air, and hit it over the ground. Is there any difference about the forces you have applied?

Station 2:

In this section you find a rope, and you are curious about it.

1. Two of you grab the rope, one in each end, and pull it. What do you observe? How are the forces in this situations?

2. Now, one more mate wants to help and grab the rope with one of his friends and all of you pull in different directions. What can you see? And if it is 2 vs 2? Or 1 vs 3? Draw how do you imagine the forces in all these situations? How it is the final force?

3. After that, you want to move the goal using the rope. One of you start pulling the rope. What is going on? Another friend grabs the rope at the other end and starts pulling the rope. Has something changed? And if a third mate is helping?

Station 3:

On a table, you find an object with circular things that they can spin and a thread, and you suppose that someone from the future has left this stuff here. Since you do not know what they are, you start playing with them.

1. First of all, you grab the little car and you make it move on the table. Then, another friend is moving the car on the ground, and a third friend is moving the toy on his arm. Is there any difference? Is the movement easier on the ground? If not, why?

2. After that, you grab the end of the thread and keep the car on the air. Where does the car want to go? Why? Why does not it fall? Is the thread exerting a force on the car? But then you wonder, if the car wants to fall, when it is on the table, why does not it fall? Maybe the table is also exerting a force on the car?

3. What do all forces have in common? Which category do you think all these forces belong to? Is there any of these forces different to the others?

Station 4:

The last weird thing you find is a table with some objects you have never seen.

1. What is happening if you put the two metallic pieces closer to each other? And if you turn around one of them? Do you think there is a force between the two pieces? How is it called?

2. Then you grab the balloon and you start scratching it to your shirt, and after that you approach the balloon and the piece of paper. What is going on? Is there any force acting here? How is it called? What is happening if you approach the balloon to your hair?

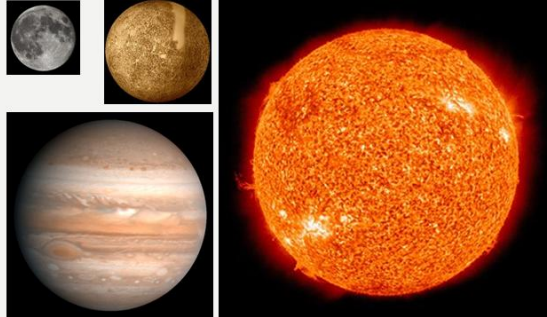
Annex 8. Presentació tercera pregunta ABP de la quarta sessió.

Third question

It is time to pass the compulsory vehicle test. The technician asks you: What is the weight of your car? You say: 250 kg. The worker starts laughing and replies: It is the mass, not the weight. Moreover, he asks you what is the pressure that one of your wheels exert on the ground and again you do not know what to answer. So, you fail the test, and you must come back a week after to try it again. This time, you are quite prepared, and you answer the questions correctly. What have you answered?



Furthermore, the worker asks you: do you know the weight of your car if it is on: 1) the Moon, 2) Mercury, 3) Jupiter, 4) the Sun?



Theory to solve the problem:

- Definition of weight, its formula and how to calculate it.
- Definition of pressure, its formula and how to calculate it.

Extra questions

Why the wheels of the F1 cars are wider than the wheels of a normal car? How does it affect the pressure that they exert on the ground and the adhesion of the vehicle?



Information about the ITV. Security features of a car.

Annex 9. Fitxa d'activitats complementàries.

Exercises to practice about forces

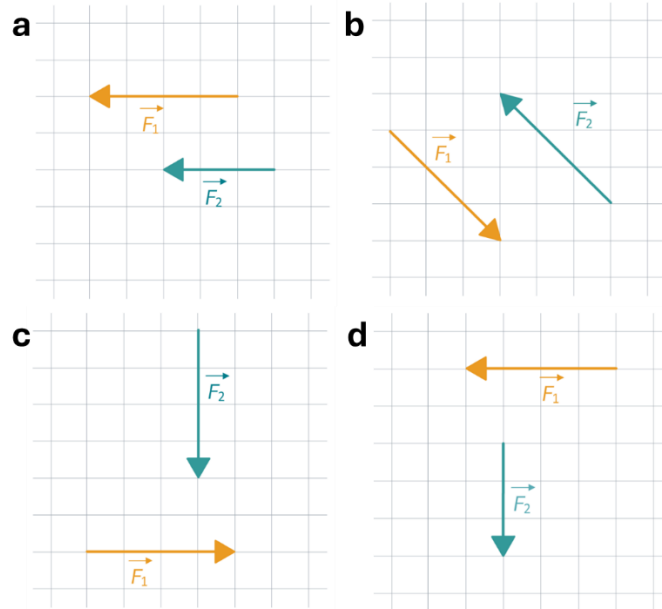
Note: in the exercises where you have to calculate something, do not forget to write the appropriate formula. To draw a scheme is always helpful, even if you are not asked to do so. When you draw a vector representing a force, write always the name of such force with all the components of it.

1. The forces can produce **two different effects** on a body. Which are they?

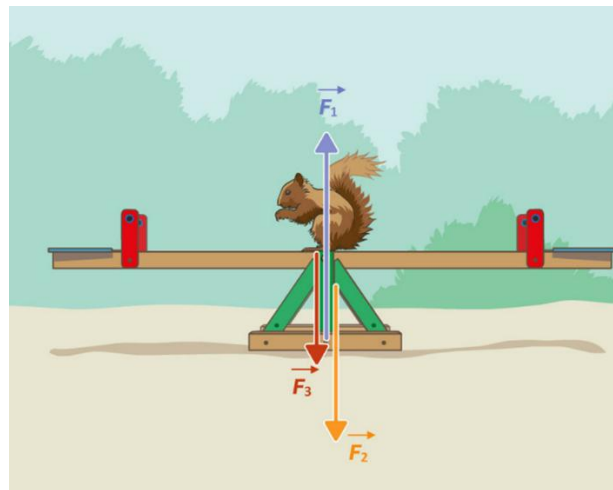
2. Indicate **which effect** the force produces in the following situations:
 - a) Pushing a trolley that it was at rest.
 - b) Make a figure with clay.
 - c) Attract a nail with a magnet.
 - d) Throw a tennis ball.

3. For the previous situations, who was **the agent** and who was **the receptor** of the force?
 - a) Pushing a trolley that it was at rest.
 - b) Make a figure with clay.
 - c) Attract a nail with a magnet.
 - d) Throw a tennis ball.

4. For each of the following pictures, indicate if they have or not the same **magnitude** and the same **direction**.



5. For the following picture, fill the gaps, indicate if the statement is true or false, or choose the correct answer:



- a) \vec{F}_1 is the force that exerts on the see-saw.
- b) \vec{F}_2 is the force that exerts on the see-saw.
- c) \vec{F}_3 is the force that exerts on the see-saw.
- d) \vec{F}_2 and \vec{F}_3 are **equal in point of application**.
- e) \vec{F}_1 , \vec{F}_2 and \vec{F}_3 are **equal in direction**.
- f) \vec{F}_1 and \vec{F}_3 are **equal in magnitude**.
- g) \vec{F}_2 and \vec{F}_3 are **equal in direction**, whereas \vec{F}_1 is in the **opposite direction**.

h) If the squirrel is placed on the left, on the right or in the middle, **the effects on the see-saw are different in each case because...**(choose one option to complete the sentence)

- i) ...the **magnitudes** of the forces acting on it are **different**.
- ii) ...the **points of application** of the forces acting on it are **different**.
- iii) ...the **directions** of the forces acting on it are **different**.

6. Different forces are applied on a box. **Calculate the net force** in each case and **represent it graphically**:

a) $F_1 = 5\text{N}$ (horizontal direction and to the right) and $F_2 = 9\text{N}$ (horizontal direction and to the left)

b) $F_1 = 6\text{N}$ and $F_2 = 7\text{N}$ (both horizontal and to the left) and $F_3 = 10\text{N}$ and $F_4 = 2\text{N}$ (both horizontal and to the right)

7. Consider the following forces and fill the gaps depending if they are **an action-at-a-distance** or **a contact force**:

- a) Your weight, that is, the force Earth exerts on you is force.
- b) The force one hand exerts shaking another hand is force.
- c) The force a magnet exerts on an iron ball is force.
- d) The force a branch exerts on the fruit hanging from it is force.
- e) The force your foot exerts on the ground as you walk is force.
- f) Atmospheric pressure, that is, the force the air exerts on all objects in the atmosphere is force.
- g) The force the Sun exerts on Earth, keeping it in orbit, is force.

8. Indicate whether each of the following statements is **true or false**:

- a) Objects in space have no mass.
- b) All objects that have a mass always exert gravitational pulls on each other.
- c) The Earth exerts a gravitational pull on us, but we do not exert a pull on Earth.

- d) If all the air in the atmosphere disappeared, we would float.
- e) Gravity is always an attractive force.
- f) There is no gravity on the Moon.
- g) The pull of gravity prevents the air in the atmosphere from escaping into space.
- h) In outer space, far away from the influence of any other celestial object, we would not feel the effects of gravity.
- i) The greater the mass of the interacting objects, the greater the pull of gravity between them.
- j) Gravity is measured in kilograms.

9. If we know that the Moon's gravity is 1.6 m/s^2 approximately, **calculate the weight** of a truck of 3.5 tones and the weight of a dog of 27 kg. (**Tip: Be aware with the units!**)

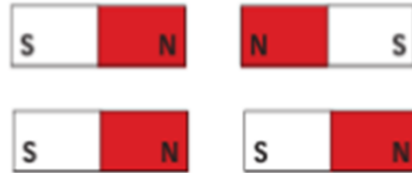
10. a) Knowing that the acceleration due to gravity on Earth is 9.8 m/s^2 and that an astronaut weight on the Earth is 1764N, **calculate the mass of the astronaut.** b) Now you already know the mass of the astronaut, and knowing that the weight of the astronaut on Jupiter and the Moon is 4752N and 288 N respectively, **calculate the acceleration due to gravity on Jupiter and the Moon.**

11. Indicate whether each of these statements is **true or false**:

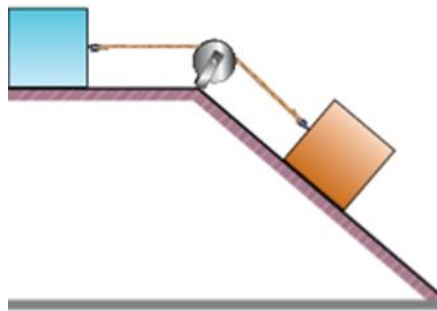
- a) Magnetic forces are contact forces because, at times, the magnets are in contact with each other.
- b) Electric forces are action-at-a-distance, even if at times the charged objects are in contact with each other.
- c) The electric charge of an object can be positive or negative.
- d) Like magnetic poles repel each other.
- e) Magnets have two poles: a north pole and a south pole.
- f) An object with no charge can neither exert nor receive electric forces.
- g) A positively-charged object and a negatively-charged object attract each other.
- h) Opposite magnetic poles repel each other.

i) Two equally charged objects repel each other.

12. Draw the magnetic forces between these pairs of magnets. Remember that a force is a vector with a magnitude, a direction and a point of application.

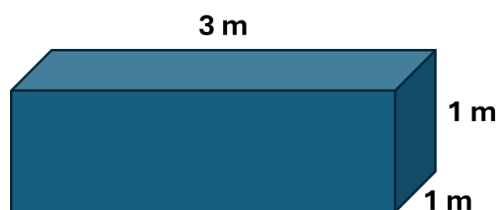


13. Indicate all the forces acting on the **two cubes**. Imagin that the blue cube is at **rest** but the orange one is **moving** down. (Clue: weight, normal, friction and tension, but **they can be present more than once**)



14. A donkey is pulling a carriage with a force of **1300N**. The **friction** from the ground is **125N** and a man helps the donkey **pulling** him with a force of **75N**. **Calculate the net force and draw a scheme of the forces** (do not forget the net force). **Also draw any tension, normal or weight forces** if there is any.

15. If we have a box with the shape shown in the picture, and we know that its mass is 25 kg, in which position it will exert less pressure on the floor, in a vertical or horizontal way? (Tip: remember that the mass is not the same than the force or the weight and you must calculate the surface area of the face that is on the ground)



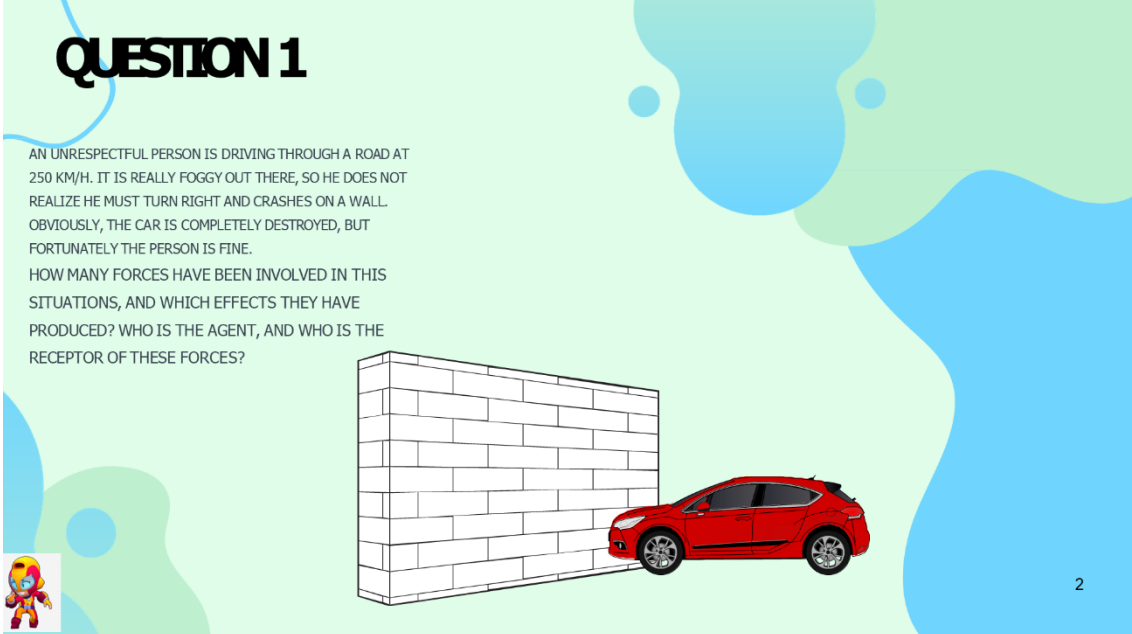
Annex 10. Exemple de presentació oral feta pels alumnes



The slide features a light blue background with abstract shapes. At the top left is a hand-drawn atomic symbol. In the center is a blue cartoon character with pink hearts. To the right is a green character with a camera lens for a head. Below these is the title "Physics with Toni!". At the bottom left is the "BRAWL STARS" logo. Next to it is a yellow skull icon with a bomb, and a purple "PLAY" button with a gold coin multiplier "x100". On the right, a white box contains the authors' names.

Physics with Toni!

BY: SOFIA MARTIN, JOAN FORCAT, EMMA GARCÉS, ÀNGELA ANGOSTO AND PEP SALVADÓ

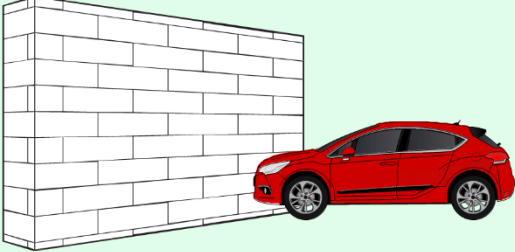


The slide has a light green background with abstract shapes. It contains a physics problem text, a diagram of a red car crashing into a brick wall, and a small Iron Man icon in the bottom left corner.

QUESTION 1

AN UNRESPECTFUL PERSON IS DRIVING THROUGH A ROAD AT 250 KM/H. IT IS REALLY FOGGY OUT THERE, SO HE DOES NOT REALIZE HE MUST TURN RIGHT AND CRASHES ON A WALL. OBVIOUSLY, THE CAR IS COMPLETELY DESTROYED, BUT FORTUNATELY THE PERSON IS FINE.

HOW MANY FORCES HAVE BEEN INVOLVED IN THIS SITUATIONS, AND WHICH EFFECTS THEY HAVE PRODUCED? WHO IS THE AGENT, AND WHO IS THE RECEPTOR OF THESE FORCES?



2

Force of impact against the wall
Agent: Wall.

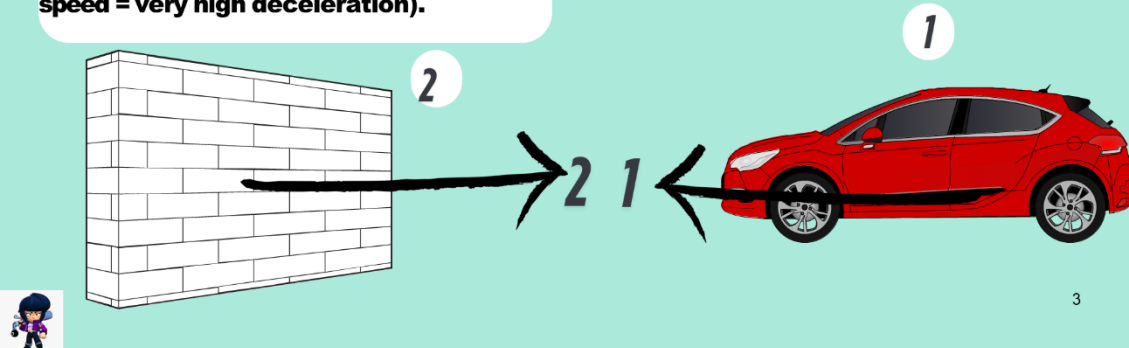
Recipient: Car (vehicle structure).

Effect: Deforms and destroys the car when stopped too abruptly (sudden change in speed = very high deceleration).

Car engine power (tractive force)
Agent: Car engine (through the wheels).

Receiver: Car (especially the wheels and body of the vehicle).

Effect: Allows the car to move at high speeds (250 km/h). It is the cause of motion.



Inertial force on the driver
Agent: Sudden change in speed (due to the collision, the car suddenly stopping).

Receptor: Driver's body.

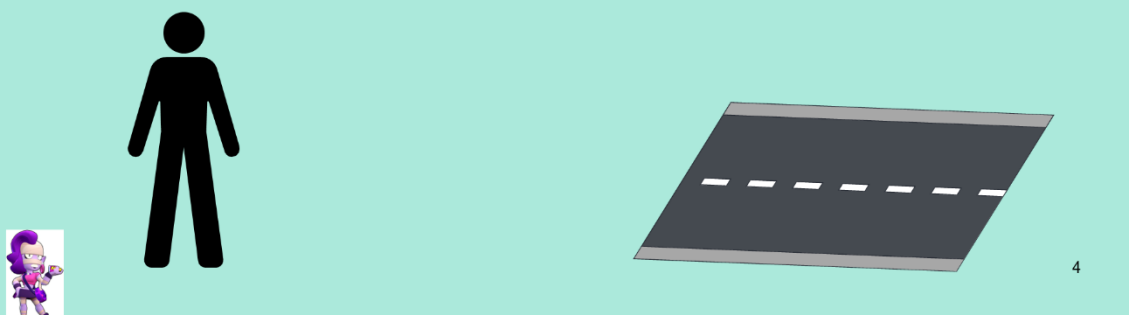
Effect: Tends to keep the body moving forward (due to inertia), but if the driver is wearing a seatbelt, it exerts an opposing force to stop the driver, preventing further damage.

2. Frictional force with the pavement

Agent: Road surface.

Receptor: Car tires.

Effect: Allows vehicle control (steering and braking)





How is the force that the recovery vehicle exerts on the car represented?

A force is a push or pull that can move something or change its shape.

In this case, the recovery vehicle is the agent (the one doing the force), and the damaged car is the receptor (the one receiving the force).

The recovery vehicle pulls the car using a rope, which makes the car start moving.

The force is shown as an arrow (vector):

It starts where the rope is attached to the car.

It points toward the recovery vehicle (the direction of the pull).

The length of the arrow shows how strong the force is.

If there's not much friction, this pulling force is the net force, and it causes the car to accelerate (move faster).

If the rope pulls in line with the car's center of mass, the car moves straight. If not, the car might turn or rotate a little



□ **Braking Force Problem**

The car is going at 120 km/h (which is 33.33 m/s).

It must stop in 30 seconds.

The car weighs 400 N.

☞ First, we find the mass:

mass = 400 / 9.8 ≈ 40.8 kg

☞ Then, we find the

acceleration: a = (0 - 33.33) / 30 = -1.11 m/s²

☞ Now, we use F = m × a:

F = 40.8 × (-1.11) ≈ -45.3 N

✓ Answer: The driver must apply a braking force of 45.3 N (opposite to the motion).

□ **Why are speed limits and safe distance important?**

Speed limits help keep everyone safe, especially in bad weather like fog.

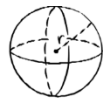
A safe distance gives the driver time to see and stop if something is in the way.

In fog, it's hard to see, so it's safer to go slower and leave more space.

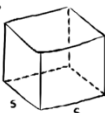
The faster you go, the longer it takes to stop.

✓ That's why it's important to follow road rules, slow down in fog, and keep a safe

$ax^2 + bx + c = 0$



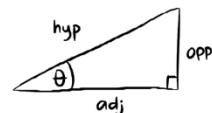
$V = \frac{4}{3}\pi r^3$



$V = s^3$

$x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$

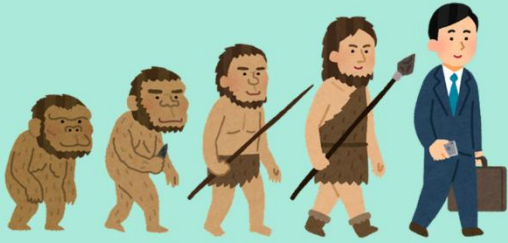
$E = m \cdot c^2$



$\sin(\theta) = \frac{opp}{hyp}$

QUESTION 2

Imagine you are a group of monkeys evolving into Homo Sapiens. Then, you have to acquire some new knowledge about nature phenomena like forces. As a monkey, you experiment with some stuff you can find everywhere. On the playground you can find four stations to work and play with forces. To guide your learning, you can answer the following questions. You must think that if not all the questions are answered right, you will live in the forest forever!



7

Station 1

You see a spherical object and your group decides to call it a ball. You get it and start playing with it.

1. Firstly, you shoot the ball, but it is going over the ground and doesn't reach the goal. Where have you shot to do this? Can you draw how the force is applied to the wall?



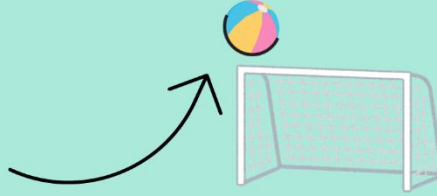
2. Secondly, you do the same, but now you have shot hard enough to reach the goal. How is the force now? Draw it.



8

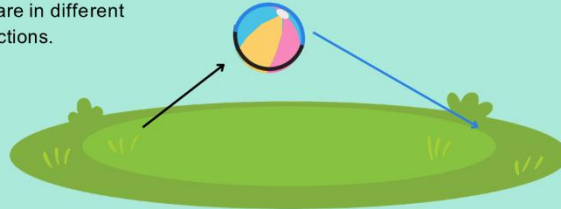
Station 1

3. Now, try a different shot. You want the ball to go over the upper bar of the goal. How do you do this?



4. Finally, one of you gets the ball up in the air, and hits it over the ground. Is there any differences in the forces you have applied?

R: Yes, they are in different directions.



9

Station 2

In this section you find a rope, and you are curious about it.

1. Two of you grab the rope, one in each end, and pull it. What do you observe? How are the forces in this situations?



10

Station 2

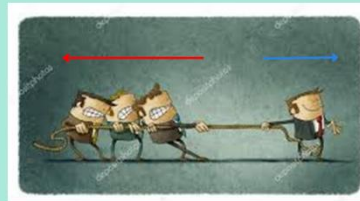
2. Now, one more mate wants to help and grab the rope with one of his friends and all of you pull in different directions. What can you see? And if it is 2 vs 2? Or 1 vs 3? Draw how do you imagine the forces in all these situations? How it is the final force?



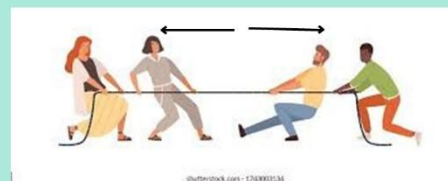
11

Station 2

1. **If all of you pull in different directions:**
 - o Imagine a central point where the rope intersects. The forces from each person pulling will point outward from that central point, like arrows heading in different directions.
 - o The final force depends on the magnitude and direction of all individual pulls. If everyone pulls with equal force, the rope might stay relatively balanced at the center.
2. **If it's 2 vs 2:**
 - o This setup forms two opposing teams, each pulling in opposite directions. Picture two arrows of equal length pointing in opposite directions.
 - o If all team members pull with equal strength, the forces cancel out, resulting in a net force of zero—no movement occurs.
3. **If it's 1 vs 3:**
 - o One person pulls on one side, and three people pull on the opposite side. Picture one short arrow on one side and three longer arrows on the other, all pointing in opposite directions.
 - o The team with three people will likely generate a stronger combined force, resulting in the rope moving toward their side.



Equal force



12

Station 3

On a table, you find an object with circular things that they can spin and a thread, and you suppose that someone from the future has left this stuff here. Since you do not know what they are, you start playing with them.

1. First of all, you grab the little car and you make it move on the table. Then, another friend is moving the car on the ground, and a third friend is moving the toy on his arm. Is there any different? Is the movement easier on the ground? If not, why?



2. After that, you grab the end of the thread and keep the car on the air. Where does the car want to go? Why? Why does not it fall? Is the thread exerting a force on the car? But then you wonder, if the car wants to fall, when it is on the table, why does not it fall? Maybe the table is also exerting a force on the car?

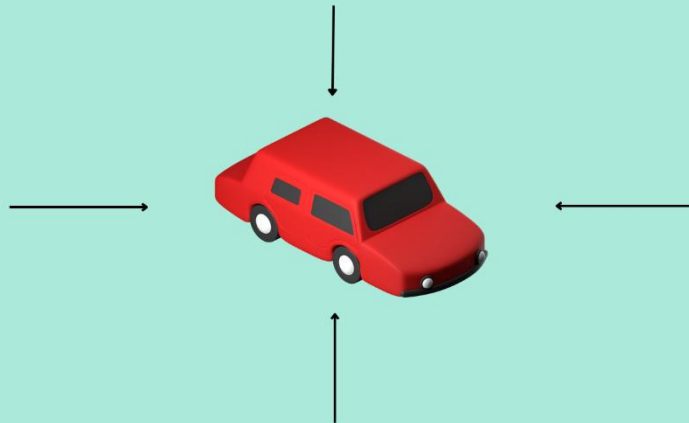


13



Station 3

3. What do all forces have in common? Which category do you think all these forces belong to? Is there any of these forces different to the others?



14



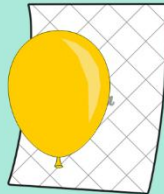
Station 4

The last weird thing you find is a table with some objects you have never seen.

1. What is happening if you put the two metallic pieces closer to each other? And if you turn around one of them? Do you think is a force between the two pieces? How is it called?



2. Then you grab the balloon and you start scratching it to your shirt, and after that you approach the balloon and the piece of paper. What is going on? Is there any force acting here? How is it called? What is happening if you approach the balloon to your hair?



15

QUESTION 3

IT'S TIME TO PASS THE MANDATORY VEHICLE TEST. THE TECHNICIAN ASKS YOU: HOW MUCH DOES YOUR CAR WEIGH? YOU SAY: 250 KG. THE WORKER LAUGHS AND ANSWERS: IT'S THE MASS, NOT THE WEIGHT. HE ALSO ASKS YOU WHAT THE PRESSURE IS THAT ONE OF YOUR WHEELS MAKES ON THE GROUND AND AGAIN YOU DON'T KNOW WHAT TO ANSWER. SO YOU FAIL THE TEST AND HAVE TO COME BACK A WEEK LATER TO TRY AGAIN. THIS TIME, YOU ARE QUITE PREPARED TO ANSWER THE QUESTIONS CORRECTLY. WHAT DID YOU ANSWER?

Weight definition:

The force exerted onto an object via gravitational pull. It is based on the mass of the object itself and the gravitational field the object is upon. On Earth, this force pulls people down toward the ground.

Formula:

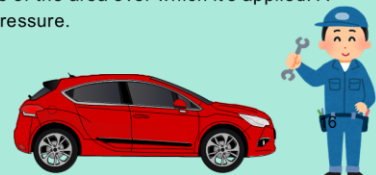
$$\text{Weight}(W) = \text{Mass}(m) \times \text{Gravitational Acceleration}(g)$$

Definition of Pressure:

Pressure is the force exerted per unit area. It measures how concentrated a force is over a given area. When you apply a force to a surface, the pressure depends on both the amount of force and the size of the area over which it's applied. A smaller area with the same force results in higher pressure.

Formula:

$$\text{Pressure}(P) = \frac{\text{Area}(A)}{\text{Force}(F)}$$



Gravitational acceleration in Earth: 9.8m/s^2

$$W = 250\text{kg} \times 9.8\text{m/s}^2 = 2450\text{N}$$

Weight of the car = 2450N

Contact area of each wheel:

$$0.2\text{m}^2$$

$$0.2 \cdot 4 = 0.8\text{m}^2$$

$$P = \frac{2450\text{N}}{0.8} = 3062.5\text{ Pa}$$



Weight: 2450N
Pressure of wheels: 3062.5 Pa

17



In addition, the worker asks you: Do you know the weight of your car if it is on:
1) the Moon, 2) Mercury, 3) Jupiter, 4) the Sun?

1) $W = 250\text{kg} \times 1.625\text{m/s}^2 = 406.25\text{N}$

2) $W = 250\text{kg} \times 3.7\text{m/s}^2 = 925\text{N}$

3) $W = 250\text{kg} \times 24.79\text{m/s}^2 = 6197.5\text{N}$

4) $W = 250\text{kg} \times 274\text{m/s}^2 = 68500\text{N}$

1) Moon: 406.25N

2) Mercury: 925N

3) Jupiter: 6197.5N

4) Sun: 68500N



18

EXTRA 3

Why the wheels of the F1 cars are wider than the wheels of a normal car? How does it affect the pressure that they exert on the ground and the adhesion of the vehicle?

The reason because this happens is very simple. As wider the tires are, you have more stability. The increased surface means more speed.



How does affect the pressure that they exert?

The increased contact with the path improves adhesion, and then you have more grip.

The ITV is Spain mandatory vehicle inspection to make sure that cars can yet be used.

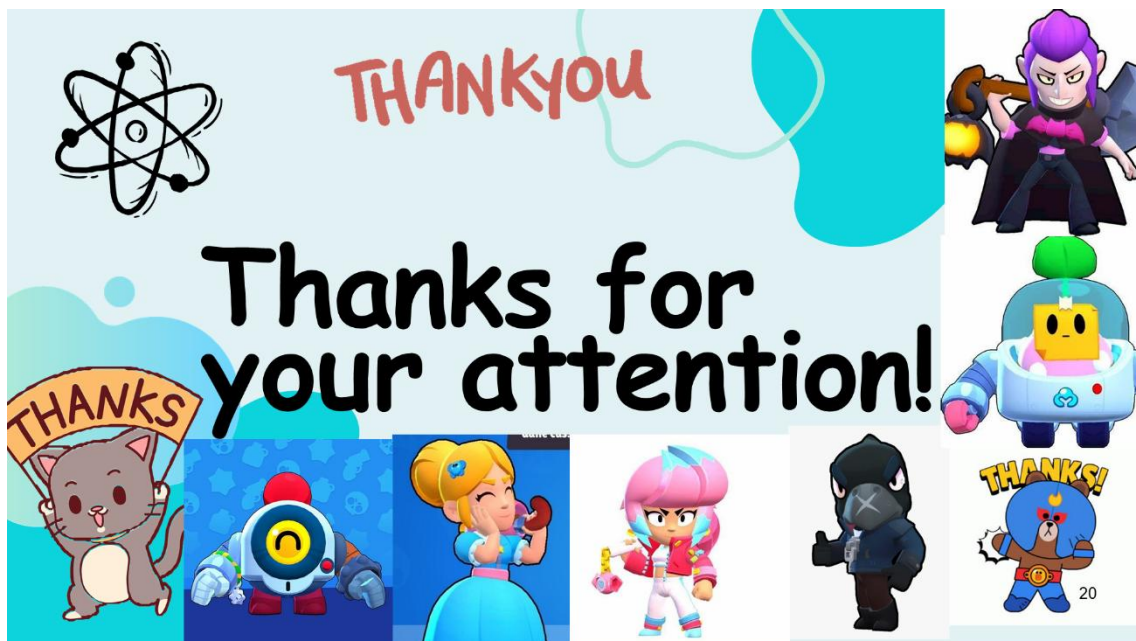
What is the ITV? Does the car have security features?

The car has plenty of security features, like the AirBag or the Automatic Emergency Braking.

This kind of things is what is checket on the "ITV".



19



Annex 11. Rúbrica d'avaluació 360° de la presentació oral i el treball en equip.

Assessed					
Assessor					
	Not achieved (0)	Satisfactory achievement (1)	Remarkable achievement (2)	Excellent achievement (3)	Mark
Team work (30%)	He/She has not done any of the roles assigned. He/She has not cooperated or helped with his/her team at all.	He/She has done some of the roles assigned but not all of them. There has been a lack helping in other roles when they were not his/her.	He/She has done all his/her roles properly, but there has been a lack helping in other roles when they were not his/her.	He/She has done all his/her roles properly and has helped in all situations he/she has been required.	
Content (30%)	There are no concepts, definitions or examples at all. The poster is not presented, so the	Less than the half of the concepts and their definitions learned in class are shown in the poster and the presentation. They do	More than the half, but not all, of the concepts and their definitions learned in class are shown in the poster and the presentation. They do not	All concepts and their definitions learned in class are shown in the poster and the presentation. Moreover, they show examples from	

	presentation cannot be performed	not show any example at all.	show any example at all, or if so, they are the same than the ones commented in class.	real live not commented in class.	
Vocabulary (10%)	They have not used the vocabulary of the unit at all. The talk about something completely different.	The vocabulary used is related with the concepts but is not technical and in some cases is not completely correct.	The vocabulary used is related with the concepts, is technical, but in some cases is not completely correct.	The vocabulary used is technical, correct and completely appropriate.	
Clarity (10%)	The presentation has been a little mess, both, presentation and poster are quite confusing and its impossible to understand what the group is talking about.	The presentation and the poster have been a bit confusing and it has been difficult to follow the explanation.	The presentation and the poster have been executed clearly, the audience has been able to follow the explanation most of the time, but some minor things have been confusing.	The group has presented the information in a very clear way and the audience has understood everything.	
Originality (15%)	There have not been any poster or	The poster contains all the information but is just	The poster contains all the information and some pictures have been added.	The poster shows huge amount of work, they play with pictures and colours,	

	presentation to show to the classroom.	written on it. No colours, no pictures. In the presentation they have just read what is written in the poster.	However, more art work could have added originality to the poster. In the presentation they do not read only, but they haven't done any experiment or shown any example in front of the classroom	and is quite imaginative. The presentation has been performed differently. For example, they have done some experiments in front of the classroom, or have shown some examples physically.	
Discussion (5%)	The group have not answered any question from the audience.	The group have answered less than a half of the questions from the audience correctly.	The group have answered more than a half, but not all, of the questions from the audience correctly.	The group have answered all questions from the audience correctly.	
Final mark				/3

Annex 12. Fulla de guiatge com a mesura de suport universal.

Poster or presentation slides structure

- **Title**
- **Names** of the members of the group and **group number**
- **Question 1:**
 - **Formulation** of the question
 - **Theory** you need to know to answer the problem:
 1. Definition of force and its units.
 2. Definitions of the participants involved in a force: agent and receptor
 3. Effects of a force (tip: they are two)
 4. How is a force represented. (clue: by a vector. Definition of vector, properties or parts of a vector. How is a vector drawn)
 - **Solution** of the question.
 - Formulation of the extra questions and their solutions. (voluntary)
- **Question 2:**
 - **Formulation** of the questions. Here there are different questions. They are the questions you worked with at the playground.
 - **Theory** you need to know to answer the questions:
 1. Representation of forces with vectors.
 2. Combination of forces.
 3. Types of forces (clue: there are two different categories, and in each category there are three types of forces)
 - **Solution** of the questions. You need to explain what did you observe at the playground during the practice and the answers of those questions.
- **Question 3:**
 - **Formulation** of the questions.
 - **Theory** you need to know to answer the problem:
 1. Definition of weight, its formula and how to calculate.
 2. Definition of pressure, its formula and how to calculate.

- **Solution** of the questions.
- Formulation of the extra questions and their solutions. (voluntary)

It is an illustrative scheme. You can add as many **pictures, examples, etc.** as you want. Remember that the **originality** is something we are going to take into account to examine your work (**see rubric**). **The format is free**. This means you can use colours, letters, schemes, graphs, etc. at your convenience. The length is also free, but remember you will have to present it in maximum 10 minutes, so I recommend you to **keep it clear and simple**.

Presentation of the results

Date: 7th of April of 2025

Time limit: 10 minutes per group

You have to explain the poster or presentation you have done. You can organise yourself however you consider.

There will be a **co-evaluation** and **auto-evaluation**. That means each group will have some rubrics and all of them have to evaluate the others groups and itself with the rubric.

The final mark will be: **60%** mark of the professor, **20%** mark of the classmates, **20%** mark of yourself.

Final mark

60 % presentation and team work + **30 %** exam + **10 %** exercises.

