



# UNIVERSITAT ROVIRA i VIRGILI

## Treball de Fi de Màster

**L'aprenentatge cooperatiu en l'ensenyament del moviment  
harmònic simple en segon curs de Batxillerat**

**Autor:** Xavier Carrillo Lorca

**Tutora:** Anna Clotet Romeu

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

**Especialitat:** Física i química

**Data:** 24/05/2024

## Resum

El Treball de Fi de Màster es tracta d'una recerca educativa on s'aplica l'aprenentatge cooperatiu com a metodologia innovadora en l'assignatura de física. Es van treballar els continguts del moviment harmònic simple, en segon curs de batxillerat. El moviment harmònic simple es destaca com el moviment ondulatori més senzill existent. S'argumenta que l'aprenentatge cooperatiu ofereix avantatges per als alumnes en augmentar la motivació, habilitats i competències dels estudiants, i en proporcionar flexibilitat en el disseny del procés d'aprenentatge. Es duu a terme una situació d'aprenentatge en què s'apliquen dues estratègies d'aprenentatge cooperatiu, el puzzle d'Aronson i l'equip-parella-individual, en la qual la recollida de dades es realitza mitjançant un formulari motivacional inicial, observació a l'aula, entrevistes individuals escrites i una prova de nivell. Es conclou que treballar la física mitjançant l'aprenentatge cooperatiu contribueix al desenvolupament dels alumnes en àmbits acadèmics, personals, socials i professionals.

**Paraules clau:** aprenentatge cooperatiu, física, moviment harmònic simple, segon de batxillerat.

## Resumen

El Trabajo de Fin de Máster se trata de una investigación educativa donde se aplica el aprendizaje cooperativo como metodología innovadora en la asignatura de física. Se trabajaron los contenidos del movimiento armónico simple, en segundo curso de bachillerato. El movimiento armónico simple se destaca como el movimiento ondulatorio más sencillo existente. Se argumenta que el aprendizaje cooperativo ofrece ventajas para los alumnos al aumentar la motivación, habilidades y competencias de los estudiantes, y al proporcionar flexibilidad en el diseño del proceso de aprendizaje. Se lleva a cabo una situación de aprendizaje en que se aplican dos estrategias de aprendizaje cooperativo, el puzzle de Aronson y el equipo-pareja-individual, en la cual la recogida de datos se realiza mediante un formulario motivacional inicial, observación al aula, entrevistas individuales escritas y una prueba de nivel. Se concluye que trabajar la física mediante el aprendizaje cooperativo contribuye al desarrollo de los alumnos en ámbitos académicos, personales, sociales y profesionales.

**Palabras clave:** aprendizaje cooperativo, física, movimiento harmónico simple, segundo de bachillerato.

## Abstract

The Master's Final Project is an educational research where cooperative learning is applied as an innovative methodology in the subject of physics. The contents of simple harmonic movement were worked on in the second year of high school. Simple harmonic motion stands out as the simplest existing wave motion. It is argued that cooperative learning offers advantages to students by increasing students' motivation, skills, and competencies, and by providing flexibility in the design of the learning process. A learning situation is carried out in which two cooperative learning strategies are applied, the Aronson puzzle and the team-couple-individual, in which data collection is carried out through an initial motivational form, classroom observation, interviews, individual written tests and a level test. It is concluded that working on physics through cooperative learning contributes to the development of students in academic, personal, social, and professional areas.

**Keywords:** cooperative learning, physics, simple harmonic movement, second year of high school.

## Índex de continguts

1.	Introducció .....	6
	Detecció de les necessitats/problematiques a resoldre .....	6
	Justificació de la proposta d'innovació .....	6
2.	Marc teòric.....	6
	Aprenentatge cooperatiu a l'aula .....	7
	Beneficis i limitacions de l'aprenentatge cooperatiu.....	9
	Tècniques d'aprenentatge cooperatiu .....	10
	Motivació.....	10
3.	Proposta de Recerca .....	11
	Definició del problema .....	11
	Pregunta/es d'investigació .....	12
	Hipòtesi .....	12
	Objectius.....	12
	Disseny de la recerca.....	12
4.	Intervenció Educativa .....	13
5.	Mètode .....	14
	Participants.....	14
	Variables.....	14
	Instruments de recollida de dades.....	15
	Procediment .....	15
	Metodologia usada per a l'anàlisi de les dades .....	16
6.	Resultats .....	17
	Interès .....	18
	Motivació.....	18
	Comprensió del temari.....	19
	Clima social a l'aula .....	20
	Adaptació.....	20
	Confiança i participació .....	21
	Benestar a les classes .....	22
7.	Discussió .....	22
	Interès i adaptació .....	22
	Motivació.....	23
	Comprensió del temari.....	23
	Clima social a l'aula .....	24
	Confiança i participació .....	24

Benestar a les classes .....	24
8. Conclusions .....	25
Limitacions estudi .....	25
Implicacions i futurs estudis .....	26
9. Bibliografia .....	27
10. Annexos .....	29
Annex 1. Programació de la intervenció educativa.....	29
Annex 2. Formulari EMSI. ....	32
Annex 3. Rúbrica d'observacions.....	33
Annex 4. Preguntes de l'entrevista final. ....	34
Annex 5. Prova escrita.....	35
Annex 6. Fitxes del puzzle Aronson.....	36
Annex 7. Exercicis treballats amb l'estratègia equip-parella-individual. ....	45

## Índex de taules, gràfics i il·lustracions

1. Figura 1. Beneficis de l'aprenentatge cooperatiu.....	9
2. Figura 2. Tècniques d'aprenentatge cooperatiu.....	10
3. Figura 3. Codificació temàtica generada a partir dels instruments de recollida de dades.....	17

## 1. Introducció

### Detecció de les necessitats/problemàtiques a resoldre

En l'assignatura de Física, els estudiants de segon de batxillerat de l'Institut Tarragona sovint presenten diversos problemes. Primerament, és comú una falta de comprensió del temari, la qual pot derivar de la manca de pensament crític. A més, és crucial millorar la cohesió entre els alumnes i integrar els diferents perfils d'estudiant a l'aula. Per tant, és essencial fomentar la capacitat dels estudiants per raonar i analitzar críticament els resultats basats en principis físics. Aquesta manca de comprensió pot limitar la seva capacitat d'aplicar els coneixements en situacions noves i desconegudes. En resum, millorar la cohesió entre els estudiants i fomentar el pensament crític poden ajudar a superar els desafiaments més comuns en l'aprenentatge de la Física.

### Justificació de la proposta d'innovació

Aquesta necessitat va ser proposada pel professorat del mateix centre. Els alumnes de cursos anteriors manifestaven dubtes relacionats amb la falta de comprensió del temari i desvinculaven la física del món quotidià. Segons Medina (2009), això pot ser donat per la falta de motivació de l'alumnat, i per tant, desembocar en la consideració que l'assignatura és un tràmit per arribar a la universitat. Per aquest fet, alguns dels objectius serien incrementar el rendiment acadèmic de l'alumnat a causa de la metodologia innovadora utilitzada, a més d'una millora de la participació, la implicació i proporcionar un aprenentatge més significatiu. A més, observar una millora del clima de l'aula sent aquest més agradable (García et al., 2001).

## 2. Marc teòric

García et al. (2001) descriuen l'aprenentatge cooperatiu com un entorn d'aprenentatge en el qual un estudiant només pot assolir un objectiu si la resta de persones amb qui col·labora també aconsegueixen l'objectiu, de manera que podem estar segurs que hi ha una motivació positiva entre els membres del grup existint una interdependència, per la qual cosa l'èxit d'un beneficia a tothom.

A partir de la contribució de Johnson i Johnson (2014), es poden identificar quatre tipus d'aprenentatge cooperatiu:

- *Aprenentatge cooperatiu informal*: Els grups treballen pel període de temps d'una classe o inferior.

- *Aprenentatge cooperatiu formal*: Els grups treballen per un període de temps que pot durar d'una classe fins a diverses setmanes.
- *Grups interactius*: Els grups es donen suport a llarg termini.
- *Controvèrsia constructiva*: El grup arriba a un acord sobre un tema en el qual hi ha diversificació d'opinions (en contra i a favor).

En el context d'aquest tema, a partir de les observacions de Deutsch (1949, citat a García et al., 2001), es subratlla que les persones mostren una tendència a cooperar més estretament per assolir els objectius. Com assenyalen els autors, la unitat del propòsit, la col·laboració i la interacció entre tots els implicats són elements clau. Segons la teoria de l'autor, les tres formes d'interacció dels estudiants a l'aula són les següents:

- *Interacció competitiva*: L'alumnat competeix entre si mateix.
- *Interacció individualista*: L'alumnat treballa de forma individual independentment del que facin els companys.
- *Interacció cooperativa*: L'alumnat pren interès pel treball fet pels seus companys.

Pujolàs i Lago (2011) aporten més informació sobre la interdependència de finalitats en aquestes formes d'interacció. Les interaccions competitives mostren una interdependència negativa perquè els estudiants competeixen entre ells i només poden assolir els seus objectius si els altres són incapaços d'aconseguir-los. Les interaccions individualistes no tenen cap tipus d'interdependència perquè els estudiants aconseguen els seus objectius independentment de si els altres aconseguen. En canvi, les interaccions cooperatives mostren una interdependència positiva, amb els estudiants treballant entre ells per contribuir al procés d'aprenentatge del grup i, quan tots els membres s'han completat, assolir un objectiu comú.

Continuant amb el tema de la interacció, segons García et al. (2001), el treball en grup i el treball en grup cooperatiu són conceptes diferents. Tot i que tot aprenentatge cooperatiu implica necessàriament un treball en grup, no tot el treball en grup es considera cooperatiu. En l'aprenentatge cooperatiu, els alumnes formen grups, s'uneixen, es respecten i s'ajuden per aconseguir objectius comuns. Un aspecte important és que els alumnes són protagonistes del seu propi procés d'aprenentatge.

#### Aprenentatge cooperatiu a l'aula

Com indiquen Pujolàs i Lago (2011) es mostren els tres àmbits d'intervenció per a poder aplicar l'aprenentatge cooperatiu a l'aula, també coneguts com a fases de l'aprenentatge cooperatiu.

- *Cohesió grupal*: Conscienciar l'alumnat de l'existència del grup, sentir que formen part del grup, i crear un bon ambient a l'aula.
- *Treball en grup com a recurs didàctic*: el contingut de l'assignatura s'aprèn millor amb l'ajuda mútua dels companys.
- *Treball en grup com a contingut per ensenyar*: ensenyar als alumnes a realitzar correctament el treball en grup.

Els tres àmbits d'actuació estan interconnectats, ja que la intervenció en un d'ells té un impacte directe en els altres, establint-se una relació recíproca.

Segons Johnson et al. (1999) existeixen cinc elements principals perquè la cooperació funcioni correctament; aquests elements són:

- *Interdependència positiva*: treballar junts per aconseguir objectius.
- *Responsabilitat individual i grupal*: els participants del grup han d'assumir la responsabilitat del seu treball.
- *Interaccions inspiradores*: ajudeu-vos i inspireu-vos mútuament per promoure l'èxit dels altres.
- *Ensenyar pràctiques interpersonals i d'equip*: ensenyar habilitats de treball en equip (comunicació, creació de confiança, resolució de conflictes, etc.).
- *Avaluació de grup*: Tots els membres avaluen fins a quin punt han aconseguit els objectius i el treball en grup.

Tal com han assenyalat Garcia et al. (2001), cal tenir en compte els rols que juguen professors i alumnes en la implementació de l'aprenentatge cooperatiu a l'aula. D'una banda, es subratlla la importància de formar grups d'alumnes el més diversos possibles, i els seus rols en els grups poden ser variats. A més, es destaca que la participació és sempre activa i justa, i es fomenta l'esperit crític, la tolerància i l'ajuda mútua. El professorat, en canvi, ha de centrar-se en l'observació i el seguiment del treball del grup i de les interaccions entre els seus membres, exercint el paper d'orientació, orientació i mediació quan sigui necessari o quan la situació ho requereixi.

A més, segons les observacions de Dzemidzic et al. (2019), per implementar amb èxit l'aprenentatge cooperatiu, és crucial tenir en compte aspectes com el comportament interpersonal dels estudiants, les seves experiències, la comunicació, el suport i la influència del professor. Això vol dir que els professors i els estudiants s'han de preparar prèviament per garantir els millors resultats.

### Beneficis i limitacions de l'aprenentatge cooperatiu

En quant als beneficis de l'aprenentatge cooperatiu, Medina (2009) i Gillies (2014) esmenten els recollits en la Figura 1.

Desenvolupa l'habilitat d'escriptura	Desenvolupa l'expressió oral	Major satisfacció	Integració de l'alumnat	Preparació per a ser ciutadans
Desenvolupa el lideratge	Promou l'implicació activa	Majors nivells d'aprenentatge	Redueix l'abandonament escolat	Permet un ensenyament liberal
Desenvolupa el raonament crític	Facilita l'assoliment dels altres	Ajuda a l'alumnat menys motivat	Millora l'actitud entre iguals	Millora les habilitats comunicatives

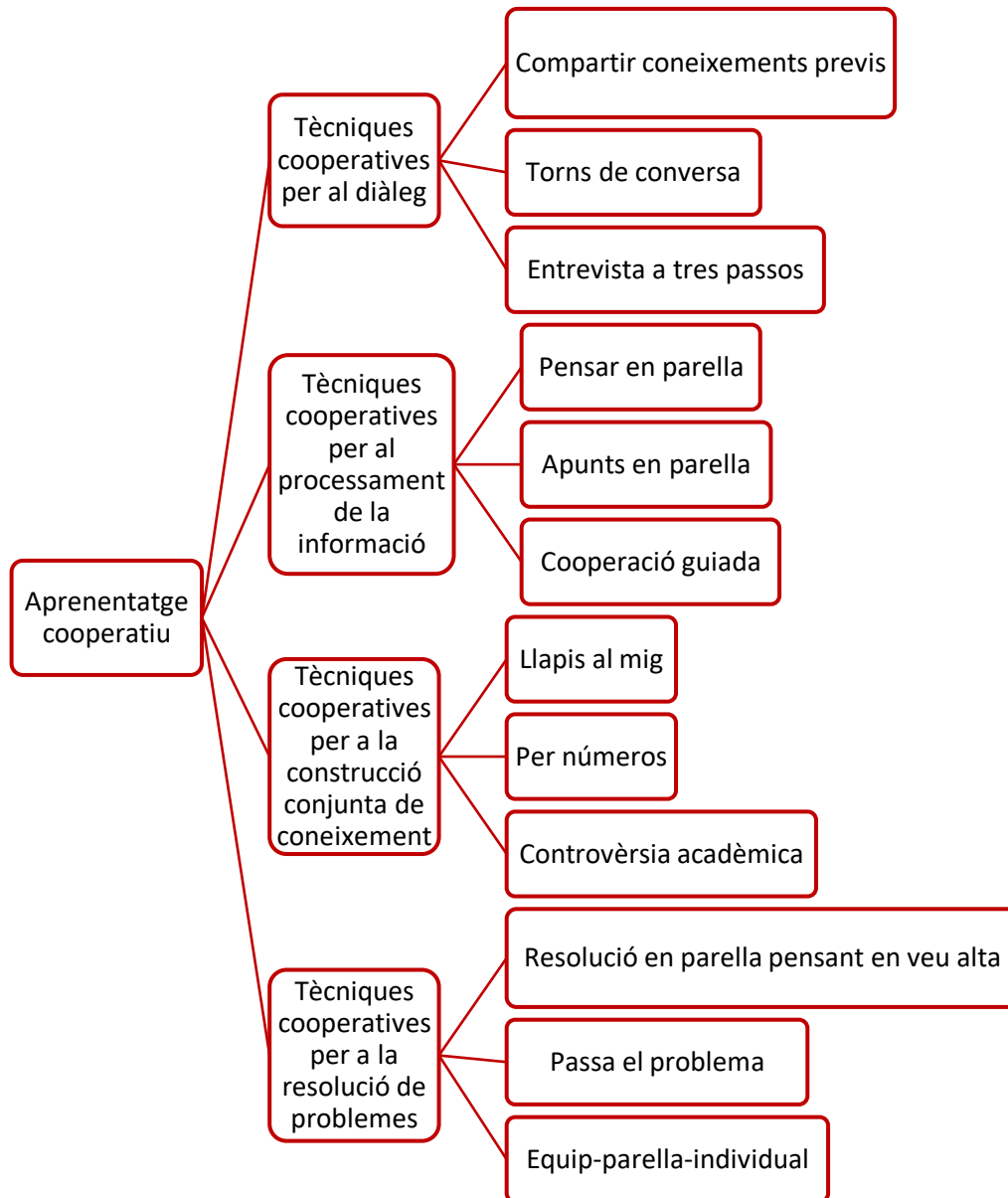
**Figura 1.** Beneficis de l'aprenentatge cooperatiu.

L'autor afegeix que l'aprenentatge cooperatiu ajuda amb la col·laboració entre iguals, la mediació a través del llenguatge, la gestió de conflictes, la motivació, la pertinença al grup, l'autoestima i el significat.

Tot i que els avantatges de l'aprenentatge cooperatiu són nombrosos i la literatura avala la seva aplicabilitat a l'aula, tal com assenyalen Felder i Brent (2007) , també es destaquen algunes limitacions relacionades amb la resistència individual i la possible disfunció de l'equip. A més, la implantació efectiva de l'aprenentatge cooperatiu a l'aula es veu complicada per factors com la manca de formació docent dels professors, les tendències tradicionalistes en l'ensenyament, la preocupació dels professors perquè l'aula pugui estar fora de control i l'ansietat dels alumnes. Aquest pla no es va poder seguir pel temps necessari per a les activitats col·laboratives (León et al., 2011).

### Tècniques d'aprenentatge cooperatiu

Segons Duran (2012), les tècniques d'aprenentatge cooperatiu són estructures simples que no requereixen que l'alumnat tingui una formació prèvia i s'utilitzen per crear ambients de cooperació entre iguals. Pel que fa a les diferents tècniques es poden classificar segons l'esquema de la Figura 2.



**Figura 2.** Tècniques d'aprenentatge cooperatiu.

### Motivació

La motivació es considera un dels factors més decisius en l'aprenentatge i el rendiment acadèmic. Segons Santrock (2004), "és un procés que dinamitza, dirigeix i manté la conducta a través del qual s'indueix i manté l'activitat dirigida a objectius".

Segons Alonso i Pino-Juste (2014), hi ha dos tipus de motivació: la motivació intrínseca i la motivació extrínseca.

La motivació intrínseca prové dels mateixos alumnes. L'objectiu principal és l'experimentació personal i una sensació d'autorealització per assolir els vostres objectius. Aquesta motivació està impulsada per la curiositat innata, el desig d'investigar, aprendre i descobrir coses noves. Els estudiants veuen l'aprenentatge com un fi en si mateix, i el propi acte d'aprenentatge esdevé una font d'estímul per a ells. Sovint atribueixen el seu èxit a factors interns, com ara les seves habilitats i esforços, més que a factors externs.

La motivació extrínseca sorgeix de factors externs, com fets, objectes o esdeveniments, que influeixen en les persones i les guien en les seves activitats. En aquest cas, la motivació ve de fora de l'individu. Els estudiants amb motivació extrínseca veuen el procés d'ensenyament com un mitjà per obtenir beneficis tangibles o reconeixement extern. El que els importa són els resultats d'aprenentatge. Aquest tipus de motivació està impulsada pels beneficis obtinguts en completar una tasca, ja sigui en forma de recompenses materials, reconeixement social o altres incentius externs. Mitjançant la realització d'aquests interessos es poden satisfer diverses necessitats bàsiques com ara confiança, afecte, seguretat, identitat, autoestima i autonomia.

### 3. Proposta de Recerca

#### Definició del problema

Els problemes més evidents que manifesten els estudiants en l'assignatura de Física són la manca de comprensió del temari i la desvinculació de la teoria donada a l'aula amb el món quotidià. A més a més, existeix la necessitat de crear una major cohesió entre els alumnes i integració dels diferents perfils d'estudiant a l'aula.

En primer lloc, la mancança de comprensió del temari, pot anar associat a la falta de pensament crític. És important fomentar la capacitat dels estudiants per raonar i analitzar de manera crítica els resultats obtinguts a través dels principis físics. Aquesta manca de comprensió, pot afectar negativament la seva capacitat per aplicar els coneixements en situacions noves i desconegudes.

En segon lloc, la desvinculació de la teoria amb el món quotidià pot donar-se per no percebre la utilitat dels principis físics en aquestes situacions i perdre la motivació per aprendre la matèria. Aquest factor és crucial en la dificultat dels estudiants per comprendre la matèria.

Finalment, la falta de cohesió del grup classe és un aspecte a treballar per potenciar el clima i la convivència a l'aula. Com indiquen Pujolàs i Lago (2011), es tractaria una de les tres fases d'aquesta metodologia, on l'alumne pren consciència de grup per sentir-se part d'ell i fomentar un bon clima.

#### Pregunta/es d'investigació

Com influencia l'ús de la metodologia d'aprenentatge cooperatiu en la comprensió del fenomen físic de les ones?

#### Hipòtesi

Els estudiants que utilitzen la metodologia d'aprenentatge cooperatiu milloren la comprensió del fenomen físic de les ones mentre es millora la cohesió a l'aula.

#### Objectius

- **Objectiu general**
  - Investigar l'ús de la metodologia d'aprenentatge cooperatiu per l'aprenentatge del fenomen físic de les ones.
- **Objectius específics**
  - Desenvolupar del pensament crític dels estudiants en aquest fenomen físic.
  - Crear connexions significatives entre la teoria i la seva aplicació pràctica en el món real.
  - Fomentar la motivació i l'interès de l'alumnat en la física.
  - Millorar la cohesió del grup classe i la integració de tots els perfils d'estudiant.

#### Disseny de la recerca

Inicialment, es volia realitzar una recerca de tipus quasiexperimental, però no és possible pel fet que els dos grups de física realitzen les classes a les mateixes hores de l'horari. Per aquest motiu, es procedirà a fer un estudi de cas a tota al grup classe, ja que hi ha evidències que és un tipus de recerca que es pot implementar sense problema a l'assignatura de física (Molina, 2017).

Aquesta recerca sorgeix a partir de les observacions que es van dur a terme durant les pràctiques al centre educatiu, juntament amb la necessitat comentada per part de la professora. D'aquesta manera, s'ha cregut adient la implementació de la metodologia de l'aprenentatge cooperatiu per resoldre aquestes necessitats tenint en compte l'edat i la

maduresa dels alumnes de l'aula on es durà a terme la intervenció. A més, segons Medina (2009) i Gillies (2014), esmenten un seguit de beneficis pel que fa a aquesta metodologia, i per aquest fet, s'espera abordar amb resultats positius aquesta situació.

L'aprenentatge cooperatiu va més enllà que treballar en grup (García et al.,2001), i existeixen diverses tipologies per poder-lo aplicar a l'aula. En aquest estudi de cas es considera adient la implementació de l'estratègia anomenada Puzzle de Aronson per treballar els conceptes teòrics. Aquesta estratègia consisteix en el fet que cada integrant del grup pertany a un equip d'experts diferent, i assumeixen la responsabilitat d'una part específica de la tasca. Existeix una cooperació i responsabilitat mútua entre els integrants fent que l'única manera d'assolir els coneixements de les altres parts sigui escoltar les explicacions dels seus companys. Per treballar els exercicis pràctics, se seguirà l'estratègia d'aprenentatge cooperatiu coneguda com a equip-parella-individual. Consisteix inicialment en la resolució d'exercicis de forma col·lectiva, després en parella i per últim de forma individual. D'aquesta manera els alumnes afronten les dificultats d'associar la teoria de manera col·lectiva i progressivament es va perdent l'andamiatge dels companys per a resoldre exercicis i assolir de manera més satisfactòria el resultat esperat.

Un cop dit això, els instruments que es duran a terme per fer la recollida de dades són, el registre d'anotacions, que es realitzarà durant totes les sessions amb l'ajut de la professora del centre, mentre que les entrevistes individuals es faran al final de la intervenció. A més, es recolliran dades de les respostes de la prova escrita del tema corresponent.

El registre d'anotacions ens ajudarà a veure l'evolució del grup classe i fins a quin punt s'assoleixen els objectius. Això es durà a terme a partir de l'observació a l'aula amb l'ajuda de la tutora del centre. A més, es tindrà una rúbrica on es trobaran els criteris d'aquest instrument, per tal que les dades recollides amb l'observació siguin de la forma més objectiva possible.

La finalitat de les entrevistes individuals escrites és apropar-nos a les opinions dels alumnes i les seves sensacions al final de la intervenció aplicant aquesta metodologia. Les preguntes estaran encarades cap a la descripció de les sensacions al llarg de les sessions i l'opinió final sobre la intervenció.

## 4. Intervenció Educativa

La intervenció educativa (annex 1) té diversos objectius centrats en el desenvolupament del pensament crític dels estudiants sobre fenòmens físics, establir connexions significatives entre

teoria i aplicació pràctica, fomentar la motivació i l'interès en física i millorar la cohesió del grup classe.

Els sabers abordats es concentren en el bloc de vibracions i ones, on es treballa el moviment harmònic simple. Aquests continguts es treballaran a partir d'unes fitxes d'elaboració pròpia que els alumnes faran amb l'estratègia puzzle Aronson. La realització d'exercicis es durà a terme a partir de l'estratègia equip-parella-individual.

A través d'aquesta intervenció, es promouen competències específiques com l'anàlisi crítica de fenòmens físics, l'ús correcte del llenguatge i notació científica, i la comprensió del caràcter multidisciplinari de la física.

Aquest enfocament competencial permet una avaluació flexible que prioritza l'assoliment de competències específiques a través de la posada en pràctica de diversos sabers en diferents contextos d'aprenentatge.

## 5. Mètode

### Participants

En tractar-se d'un estudi de cas, els participants són d'una mateixa classe. Aquesta classe correspon a un grup de 2n de batxillerat que cursa la matèria de física com a optativa i la majoria d'ells venen de la modalitat de tecnologia. A més a més, la classe es troba formada per 17 alumnes dels quals 10 són nois i 7 són noies.

La intervenció s'ha dut a terme a l'Institut Tarragona. Aquest institut està situat al centre de la ciutat de Tarragona, a la plaça Imperial Tàrraco. L'àrea d'influència de l'institut es troba dins de la zona anomenada Nou Eixample Nord, amb 23.495 habitants, el 85,1% dels quals tenen nacionalitat espanyola i un 53,2% són nascuts a la ciutat.

El centre va iniciar el seu funcionament el curs 2009-10 amb 3 línies de 1r d'ESO i en cursos posteriors ha anat desenvolupat tots els nivells de l'etapa ESO i Batxillerat. Durant el curs 2014-15 es va completar el desplegament del batxillerat.

### Variables

- Variables independents: Aprenentatge cooperatiu (metodologia).
- Variables dependents: Motivació de l'alumnat, cohesió del grup classe, millora del pensament crític i vinculació de la teoria amb el món quotidià.
- Variables estranyes: S'intentaran detectar durant el transcurs de la intervenció.

### Instruments de recollida de dades

Els instruments que utilitzats per a recollir les dades per al TFM es tracten d'un qüestionari inicial, de l'observació a l'aula, d'una entrevista individual i d'una prova escrita.

A l'inici es va fer un qüestionari per conèixer la motivació inicial dels alumnes. Aquest qüestionari es tracta d'una escala de motivació en un context educacional (EMSI) (Martín-Albo et al., 2009) (annex 2). És una versió de 16 ítems on s'avalua la motivació intrínseca, regulació identificada, regulació externa i desmotivació en una situació específica. És un qüestionari validat d'on es pot obtenir una idea global de l'estat motivacional de l'alumnat.

Durant la implementació de l'aprenentatge cooperatiu es durà a terme l'observació a l'aula mitjançant un diari de camp i amb l'ajuda de la tutora del centre. En el moment d'anotar les observacions a l'aula es farà en una taula amb una escala de 5 punts, on prèviament s'haurà realitzat una rúbrica d'observació (annex 3). Amb aquest instrument es pretén observar en general la cohesió del grup amb la participació en les activitats, col·laboració amb els companys, contribució a l'èxit i el respecte.

Al final de la intervenció es realitzarà una entrevista individual escrita amb preguntes obertes (annex 4). Es tractarà d'un formulari d'un total de 10 ítems on es farà èmfasis en la motivació, l'interès, la cohesió a l'aula i la vinculació de la teoria amb el món quotidià, des del punt de vista de l'alumne.

Per acabar, es recolliran dades a sobre de la comprensió del temari i del pensament crític a partir de la prova escrita final que elaborarà la tutora (annex 5). Això ha estat d'aquesta manera per dos motius: és un grup de 2n de batxillerat i la prova ha d'estar enfocada a la selectivitat, i havia de ser consensuada amb la professora de l'altre grup.

### Procediment

Inicialment, es va demanar als participants que contestessin el qüestionari motivacional EMSI per conèixer la seva motivació fins al moment. Posteriorment, es va donar als participants la informació necessària a sobre la metodologia que s'aplicaria a l'hora de treballar els nou contingut de l'assignatura.

L'estratègia d'aprenentatge cooperatiu aplicada per treballar els conceptes teòrics del moviment harmònic simple (MHS) ha estat el Puzzle d'Aronson, també conegut com a grup d'experts. Cadascun d'aquests grups treballa una part del temari corresponent a aquest fenomen físic i ho fan amb unes fitxes d'elaboració pròpia per a l'assoliment dels continguts

(annex 6). Els 4 grups inicials, de 4 integrants cadascun (menys un que n'era de 5), es van deixar fer lliurement als alumnes, ja que després cada integrant dels grups s'anirà a un grup d'experts diferent a treballar la seva fitxa.

Un cop estan fets els grups, cada integrant tria a quin grup d'experts vol anar-hi sense saber quin contingut treballarà. Un cop formats els grups d'experts (4 grups de 4 integrants menys un que n'era de 5) i havent fet cada fitxa, els alumnes tornen al seu grup inicial per posar en comú els diferents continguts treballats per cada grup d'experts.

Posteriorment, es fan exercicis (annex 7) on es treballen tots els continguts teòrics treballats en les fitxes. Per dur a terme aquesta part de la intervenció, se seguirà l'estratègia d'aprenentatge cooperatiu coneguda com a equip-parella-individual. Consisteix en la resolució d'exercicis en grup inicialment, després per parelles, i finalment individualment. D'aquesta manera, l'alumnat s'enfronta a les dificultats de la teoria de l'associació de grups i, a poc a poc, va perdent l'andamiatge dels seus companys per resoldre els exercicis i assolir els resultats esperats d'una manera satisfactòria.

Al llarg de les dues estratègies aplicades, s'ha completat la taula de les observacions de les observacions als diferents grups d'alumnes referents a la cohesió entre els integrants, el respecte i l'actitud davant a les activitats plantejades durant la intervenció.

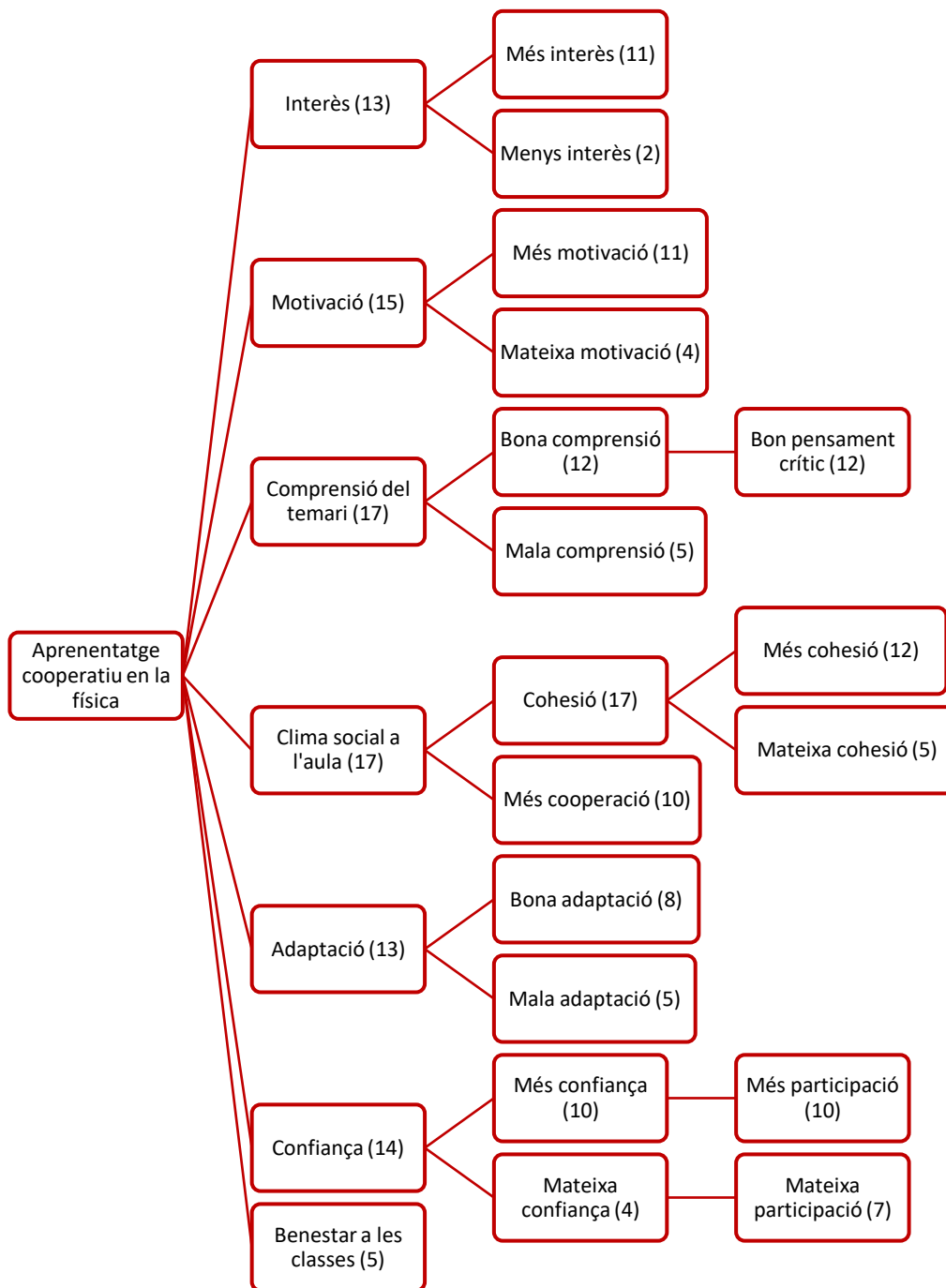
Un cop finalitzada la intervenció, es demana als alumnes que contestin el formulari qualitatiu amb preguntes d'escala de Linkert i amb preguntes obertes.

#### Metodologia usada per a l'anàlisi de les dades

En aquest TFM s'ha utilitzat el programa Atlas.ti com a eina d'anàlisi qualitativa a partir dels codis creats. Per a la creació d'aquests codis es farà servir un mètode mixt a partir de la creació d'un esquema de codis general. Aquest mètode combina la metodologia inductiva i deductiva, partint d'un llistat de codis inicial i que s'anirà modificant mentre es faci la lectura i anàlisi de la informació.

## 6. Resultats

Els descobriments d'aquest estudi es presenten segons codis agrupats en set temes que s'han generat a partir de l'anàlisi de les dades recollides amb els diferents instruments emprats. Entre parèntesis es troben el numero d'alumnes que hi ha per a cada codi. Aquests temes inclouen: interès, motivació, comprensió del temari, clima social a l'aula, adaptació, confiança, percepció del temps. (Figura 1).



**Figura 3:** Codificació temàtica generada a partir dels instruments de recollida de dades.

### Interès

En 11 alumnes es reflecteix un interès a l'hora d'aplicar la metodologia d'aprenentatge cooperatiu en l'assignatura de física, de les quals les contribucions més representatives són dels següents tres participants:

M'ha agradat el treball en equip per aprendre. (Participant 02)

He tingut més ganes d'aprendre. (Participant 12)

Ha estat una gran experiència que repetiria un altre cop en aquesta assignatura. (Participant 13)

Només s'ha mencionat per part de 2 alumnes que l'aplicació d'una metodologia més innovadora, com és l'aprenentatge cooperatiu en aquesta assignatura, els ha portat a una manca de comprensió del temari, i per tant, tindre una posició més conservadora. Una contribució representativa seria la del següent participant:

Ho entenc més amb explicació prèvia del professor, d'aquesta manera és molt més confós. (Participant 03)

### Motivació

S'ha observat amb el formulari EMSI que 10 dels 17 alumnes es troben motivats per dur a terme l'assignatura perquè de cara al curs vinent els hi serà útil per als estudis superiors. Els altres 7 alumnes, van presentar una amotivació respecte a l'assignatura.

Les respostes d'11 alumnes en l'entrevista, es troben associades a un augment de la motivació mencionat per diferents participants. De totes aquestes mencions, les més representatives es resumeixen en aquestes tres respostes dels participants següents:

Tot a estat més fàcil d'entendre, cosa que si que motiva. (Participant 01)

Millorant la meua confiança i motivació. (Participant 10)

I de retruc, tingui més motivació. (Participant 12)

No obstant, la resta d'alumnes que no han notat diferència en la seva motivació per diferents motius. Les dues respostes més representatives que els participants van respondre per a la mateixa pregunta de l'entrevista van ser:

Ja hi estava prou motivat. (Participant 06)

La motivació no m'arriba tan ràpid. (Participant 15)

### Comprensió del temari

Pel que fa referència a la comprensió del temari, hi ha un total de 32 cites fetes per 12 dels alumnes. De tots ells, 5 dels alumnes mencionen que el més rellevant a l'hora d'aplicar aquesta metodologia ha estat a l'hora de recordar les fórmules relacionades a aquest fenomen físic. "gràcies a aquest treball vaig entendre perfectament les formules necessàries i com arribar a elles" (Participant 01). El puzzle d'Aronson ha obligat a l'alumnat a comprendre molt bé una part del temari per explicar-li a la resta del grup els coneixements assolits. Alguns dels participats van comentar aquest fet en les següents cites:

El fet d'abordar una part del temari per grups i després explicar-la a altres companys. (Participant 06)

El mètode ha fet que els fonaments del tema els entengui millor. (Participant 10)

Hem de compartir els nostres coneixements amb els altres alumnes que no els tenen. Això impulsa la teva necessitat per aprendre correctament el temari. (Participant 12)

En els altres 5 alumnes no es va obtenir el mateix efecte al aplicar aquesta metodologia. Tots ells fan menció a la comparativa respecte a la classe magistral que es dona en gran part de les assignatures de ciències per explicar la teoria, amb un posterior treball individual. Els exemples més representatius són les mencions dels següents participants:

Millor sense grups perquè no s'entenen els conceptes com si els expliqués el professor. (Participant 04)

M'afavoreix més la comprensió individual. (Participant 17)

En relació al pensament crític, tots els alumnes que han mostrat una bona comprensió del temari asseguren haver assolit la capacitat d'analitzar amb criteri el fenomen físic treballat amb l'aprenentatge cooperatiu. Els participats amb els comentaris més representatius són els següents:

L'anàlisi d'exercicis es més senzill. (Participant 02)

He millorat en el que té relació amb trobar les fórmules. (Participant 08)

He pogut avaluar els conceptes i problemes amb més facilitat. (Participant 13)

Han contribuït al fet que cadascú doni una hipòtesi. (Participant 17)

Aquest resultat s'han vist reflectits en les notes de la prova escrita posterior a la intervenció. Ha hagut un total de 14 alumnes aprovats, i la nota mitjana ha estat d'un 8,2 en una escala de 10 punts.

### Clima social a l'aula

Pel que fa a la cohesió, un total de 12 esmenten una millor cohesió entre ells al que hi havia prèviament. De totes aquestes mencions, les més representatives fan referència a l'ajuda grupal que rebien els alumnes per afrontar les dificultats trobades al llarg de les sessions. Aquestes es resumeixen en les quatre respostes dels participants següents:

Quan tenia dubtes podia acudir als companys. (Participant 01)

Destacaria positivament les comparacions de resultats dels exercicis. (Participant 07)

Una major relació social amb els meus companys. (Participant 13)

Potser que estem una mica més propers. (Participant 16)

Els 5 alumnes restants fan referència a no notar cap canvi, ja sigui perquè no n'han percebut cap o pel motiu que es troba reflectit en la resposta del següent participant:

Ens portem bé des de sempre. (Participant 08)

Aquests resultats es complementen juntament amb les observacions preses al llarg de la intervenció. Els membres es veien connectats i compromesos amb els objectius i valors compartits del grup, el que resulta en una coordinació eficaç i un ambient de treball harmoniós.

Pel que fa a la cooperació, aquest codi ha estat emergent a l'hora d'analitzar les respostes dels participants. S'han registrat fins a un total de 10 alumnes que mencionen específicament una millor cooperació entre els alumnes, on davant de la gran varietat d'opinions en relació a aquest codi, s'han triat fins a cinc respostes per tindre una visió més global. Aquestes són les dels següents participants:

Impulsa molt la cooperació i compartir coneixements amb altres alumnes. (Participant 12)

Debatre les qüestions que plantegen els exercicis de manera cooperativa. (Participant 12)

Tots ens hem comportat de manera molt més cooperativa i treballadora. (Participant 13)

El fet que sigui en equip fa que els integrants cooperéssim entre tots per arribar a conclusions. (Participant 14)

S'arribi a la conclusió final cooperativament respectant a la resta. (Participant 17)

### Adaptació

Aquest codi es va generar a mesura que es van analitzar les entrevistes de cada participant. Per una banda, fins a un total de 8 alumnes van presentar una bona adaptació per a una

metodologia que no havien treballat amb anterioritat en l'assignatura. "ha sigut molt agradable treballar amb companys amb el quals no treballo amb freqüència" (Participant 13).

Per l'altra banda, els mateixos 5 alumnes que no van presentar una bona comprensió del temari, tampoc van presentar una adaptació per aquesta metodologia en l'assignatura de física. "ha sigut una manera nova d'aprendre i m'ha costat adaptar-me" (Participant 03). Altres tampoc han tingut una agradable experiència per falta de comprensió d'algun integrant del grup, cosa que dificulta l'adaptació. "hi havien companys/es que no ho sabien explicar o quasi ni ho comprenien" (Participant 03).

### Confiança i participació

La confiança va donada de la mà de la participació. Un alumne amb confiança en si mateix i amb una bon autoconcepte, té una tendència a una major participació a l'aula.

A l'hora de redactar les preguntes de l'entrevista, es va tindre en compte aquest fet, per tant, es va realitzar una pregunta per conèixer l'opinió de cada participant referent a la confiança respecte al nou temari assolit.

Per una banda, de totes les respostes, fins a 10 alumnes s'han sentit més confiats amb el nou temari i 6 sense cap efecte sobre la confiança que amb la metodologia tradicional. Pel que fa als que es senten més confiats, les respostes més representatives són les següents:

Millorant la meva confiança. (Participant 10)

La teva confiança augmenta molt a l'hora de fer problemes. (Participant 08)

Pels 4 que no han notat aquest efecte, no creuen que la metodologia tingui un efecte directa en aquest sentiment. "No ha influït gens" (Participant 3).

Per altra banda, de totes les respostes, fins a 10 alumnes s'han notat una major participació a les classes i 7 igual de participatius que amb la metodologia tradicional. Pel que fa als que es senten que han participat més, les respostes més representatives són les següents:

Ara comentem en veu alta les coses mes fàcilment. (Participant 11)

Jo crec que ha augmentat, ja que es una metodologia molt mes participativa. (Participant 13)

Els 7 que no han notat aquest efecte, no creuen que la metodologia tingui un efecte directa en aquesta acció. "Ha romàs més o menys igual" (Participant 14).

Aquests resultats es complementen juntament amb les observacions preses al llarg de la intervenció. Els estudiants s'han compromès activament amb el procés d'aprenentatge i col·laboraven entre ells.

### Benestar a les classes

Per últim, fins a 5 alumnes van fer referència a la seva percepció del temps al llarg de les sessions quan es va treballar amb l'aprenentatge cooperatiu. Aquest codi no s'havia plantejat inicialment però al ser un concepte que ha aparegut reiterativament, i per tant, s'ha considerat en l'anàlisi. Tots ells expressen que les classes són més amenes, lúdiques o entretingudes, un fet que a vegades no es troba gaire associat per a les assignatures de ciències. Alguns dels exemples més representatius són les cites dels següents participants:

Les classes són més dinàmiques i amenes. (Participant 02)

L'aprenentatge és més lúdic i s'agraeix. (Participant 10)

Fa que l'assignatura sigui més entretinguda. (Participant 12)

## 7. Discussió

### Interès i adaptació

L'interès i l'adaptació van lligats de la mà, ja que una mala adaptació pot portar a un baix interès per part a l'alumnat a seguir l'assignatura al llarg de les hores lectives. Per tant, s'ha considerat valorar els resultats obtinguts per aquests dos temes conjuntament.

Despertar l'interès als alumnes que cursen una assignatura de ciències és crucial per abordar amb èxit l'assignatura. Podem trobar diferents maneres de fer-ho, però una d'elles és aplicant una nova metodologia per aprendre com és el cas de l'aprenentatge cooperatiu.

Aquest fet ha estat reflectit en els resultats obtinguts en aquest treball. Dels 17 entrevistats, 11 s'han mostrat interessats en continuar desenvolupant aquesta metodologia en l'assignatura. També cal destacar que l'aprenentatge cooperatiu la major part de les vegades s'utilitza com a complement d'una assignatura, però en aquest cas la seva utilitat ha estat per adquirir nous coneixements amb una via alternativa i ha causat un interès addicional per aprendre els nous conceptes del temari.

Pel que fa al baix interès d'aplicar aquesta nova metodologia als 2 alumnes que ho han mostrat és un clar reflex d'una manca d'adaptació. Si ens posem en situació, l'alumne mai ha fet un

aprenentatge en què ells mateixos són el centre d'aquest i cada alumne té el seu període d'adaptació als canvis efectuats.

### Motivació

Lligat amb l'interès trobem la motivació. Sense motivació resulta molt difícil poder aprendre significativament qualsevol assignatura, per tant, és una tasca per part del docent obligatòria a aconseguir.

Els mateixos 11 alumnes han notat una major motivació associada a la comprensió del temari. Llavors, un cop més es pot entendre que els alumnes tenen més ganes d'aprendre si nosaltres els hi proporcionem un material de qualitat per potenciar la seva motivació.

Els 6 alumnes restants no han notat canvis es veu influït per diversos motius. El primer és la motivació inicial que ja tenien, cosa que és prou positiu l'efecte de la nova metodologia, ja que no ha disminuït la seva motivació. El segon motiu és la temporalització, perquè amb poques sessions no es pot motivar tan ràpidament. Això és cert, la motivació referent a una branca de la ciència no és qüestió d'una situació d'aprenentatge, sinó que és un treball que s'ha de fer al llarg de tota la vida acadèmica dels estudiants.

### Comprensió del temari

La principal funció del docent és proporcionar sabers als alumnes i a partir d'aquests sabers desenvolupar un pensament crític a l'alumnat.

Gran part de la classe ha assolit els sabers treballats a la situació d'aprenentatge gràcies a la bona adaptació presentada a la nova forma de treballar la física. Aquest fet juntament amb el bon interès i motivació mostrats per part d'aquests alumnes porta a l'èxit l'aplicació d'aquesta metodologia.

El pensament crític per al fenomen físic treballat s'ha vist reflectit a l'examen. Les qüestions que requerien aquesta habilitat han estat resoltes amb èxit aportant un plantejament i una justificació adequats.

Per als alumnes que van presentar uns resultats negatius en aquest tema, s'ha trobat una relació directa amb la manca d'adaptació. Això es veu agreujat per la dificultat que algun membre del grup no era capaç d'exposar adequadament la seva part del treball.

### Clima social a l'aula

Tots treballem de manera més bona en un bon clima social. Els alumnes no són una excepció. El docent és una de les peces clau a afavorir la creació d'aquest i millorar la relació entre ells.

La millora del clima a l'aula és causada per una millora en la cohesió entre alumnes. S'ha observat que l'aprenentatge cooperatiu és una metodologia que incentiva a aquest canvi i aportar riquesa a les relacions entre iguals (Medina (2009) i Gillies (2014)). A més a més, la interacció cooperativa entre iguals, en la gran majoria ha augmentat, ja que tots els membres del grup són imprescindibles per assolir amb èxit l'objectiu comú (Pujolàs i Lago (2011)), aprendre el temari.

### Confiança i participació

Tindre la confiança sobre una matèria et permet atrevir-te a participar. Per tant, considero un factor molt important a l'hora de treballar en l'alumnat per enriquir el seu aprenentatge i trencar la por a participar.

Aquesta afirmació es veu reflectida amb els resultats exposats en l'apartat anterior del treball. Els 10 alumnes que han presentat una major confiança causada per la metodologia també es troben més participatius a l'hora d'exposar resultats o dubtes davant de la resta de companys. No obstant això, aquest no és l'únic factor que influeix. El clima social, la motivació i l'interès també tenen un efecte directe en la participació activa de l'estudiant.

En aquest entorn, tots els membres se sentien còmodes contribuint amb les seves idees i perspectives, i són respectats i escoltats pels altres. La participació és fomentada i valorada, i els estudiants treballen junts per resoldre problemes, compartir coneixements i aprendre de manera col·lectiva. Això crea un clima d'aprenentatge enriquidor on cada individu se sent part d'una comunitat d'aprenentatge.

### Benestar a les classes

Finalment, i no menys important, mai es dona la importància real que hauria de tindre el fet d'aprendre de forma més amena. Sempre s'associa que estudiar ciències és avorrit, difícil i molt sacrificat, però això és per la forma tradicional d'ensenyar-les. També es pot aprendre de forma més entretinguda i tindre el mateix efecte acadèmic en l'alumnat. A més a més, si l'estudiant rep aquesta percepció, anirà associat a un augment de la seva motivació i interès de forma que aconseguirem un aprenentatge més significatiu.

## 8. Conclusions

L'aprenentatge cooperatiu ha presentat resultats positius durant aquest estudi. S'ha afirmat que aquesta metodologia és molt potent tant per l'assoliment de nous conceptes, com per a la millora de les interaccions entre els alumnes de l'aula (Deutsch (1949, citat per García et al., 2001)).

Per tant, durant l'aplicació d'aquesta nova metodologia per ensenyar física a alumnes de segon de batxillerat, es pot concloure que:

- Es troba augmentat tant l'interès com la motivació de l'estudiant sempre que hagi tingut una bona adaptació al canvi de metodologia.
- L'alumnat assoleix favorablement la comprensió del temari mitjançant l'aprenentatge cooperatiu.
- L'aprenentatge cooperatiu millora el clima social a l'aula gràcies a la millor cohesió entre alumnes i millora en la cooperació a l'hora d'aprendre.
- Treballar la confiança a partir de la seguretat que un alumne percep en saber-se el temari i així augmentar la seva participació.
- Es pot aprendre la física de forma més amena que com s'ensenyava tradicionalment.

### Limitacions estudi

L'estudi s'ha realitzat durant 10 sessions. Aquest fet ha estat una limitació, ja que l'extensió no podia ser major perquè es tractava d'alumnes de 2n de batxillerat i s'ha de seguir de manera estricta la programació.

Una altra limitació ha estat que les entrevistes han estat escrites i no orals. Aquest fet porta al fet que podem estar perdent informació addicional que els estudiants no expressen de forma escrita per mandra o voler contestar de pressa les preguntes presentades, a diferència que de forma verbal si expressarien.

Finalment, una limitació a tenir en compte és el professor. Aquest factor serà una variable estranya perquè no soc el seu professor habitual i no es pot observar l'impacte de la substitució del docent en la recerca educativa d'aquest TFM.

### Implicacions i futurs estudis

Arran d'aquest estudi s'ha trobat la implicació de treballar més sovint utilitzant l'aprenentatge cooperatiu perquè els alumnes es trobin més familiaritzats amb aquesta metodologia que treballaran al llarg de la seva vida acadèmica i laboral.

Com a futurs estudis que es podrien fer a partir d'aquest serien:

- Implementar aquesta metodologia per a treballar altres continguts d'aquesta matèria.
- Implementar aquesta metodologia a altres assignatures.
- Veure l'efecte que té en el rendiment acadèmic a partir d'un estudi quasiexperimental.

## 9. Bibliografia

Alonso, J. D., & Pino-Juste, M. R. (2014). Motivación intrínseca y extrínseca: análisis en adolescentes gallegos. *International journal of developmental and Educational Psychology*, 1(1), 349-358. <https://www.redalyc.org/pdf/3498/349851780036.pdf>

Dzemidzic, S., Burner, T., y Johnsen, B. H. (2019). Face-to-face promotive interaction leading to successful cooperative learning: A review study. *Cogent Education*, 6(1), 1674067. <https://www.tandfonline.com/doi/epdf/10.1080/2331186X.2019.1674067?needAccess=true&role=button>

Felder, R. M., y Brent, R. (2007). Cooperative learning. *Active learning: Models from the analytical sciences*, 970, 34-53. [https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/33048365/cooperative\\_learninglibre.pdf?1393948531=&responsecontentdisposition=inline%3B+filename%3Dcooperative\\_learning.pdf&Expires=1704643534&Signature=YeCrL2B1ckHtpUKeBrt~orgXlle8Gu7lQ7ZRemukKHDFPtV~si8NOTTCfEYpH oa0VC3SprFeNYxmLTlckNki51zhZ5i1xv2PCWBAp1nZ3ljWI8H9QTHL9fyWEaMY8ao4yE5oc8OO QJe~cb16kCxuofTomv4hcWAtO4ptXfTYVW1zlkjZmdFhgKRcXvu8ZdRkuW7gbJeaVLmADW15PP EqoM4oQkTM2tKILIUNAxGMk4EeRlnZZzI5WPfC~vJ1D6cBpdarDK0zgrPzZGfkezTc~lnQHBByF0nj1 FXwSvnUBIU1W1YFcZrmpFk0pur74gUb3pJGhg2A-PeTTMzaEqw &Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/33048365/cooperative_learninglibre.pdf?1393948531=&responsecontentdisposition=inline%3B+filename%3Dcooperative_learning.pdf&Expires=1704643534&Signature=YeCrL2B1ckHtpUKeBrt~orgXlle8Gu7lQ7ZRemukKHDFPtV~si8NOTTCfEYpH oa0VC3SprFeNYxmLTlckNki51zhZ5i1xv2PCWBAp1nZ3ljWI8H9QTHL9fyWEaMY8ao4yE5oc8OO QJe~cb16kCxuofTomv4hcWAtO4ptXfTYVW1zlkjZmdFhgKRcXvu8ZdRkuW7gbJeaVLmADW15PP EqoM4oQkTM2tKILIUNAxGMk4EeRlnZZzI5WPfC~vJ1D6cBpdarDK0zgrPzZGfkezTc~lnQHBByF0nj1 FXwSvnUBIU1W1YFcZrmpFk0pur74gUb3pJGhg2A-PeTTMzaEqw &Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA)

García, R., Traver, J. A., y Candela, I. (2001). Aprendizaje cooperativo. Fundamentos, características y técnicas. Colección Acción Social. <https://edicionescalasancias.org/wp-content/uploads/2019/10/Cuaderno-11.pdf>

Gillies, R. M. (2014). Developments in Cooperative Learning: Review of Research [Desarrollos en aprendizaje cooperativo: revisión de la investigación]. *Anales de Psicología/Annals of Psychology*, 30(3), 792-801. <https://revistas.um.es/analesps/article/view/analesps.30.3.201191/164881>

Johnson, D. W., Johnson, R. T., y Holubec, E. J. (1999). El aprendizaje cooperativo en el aula. Paidós. <https://www.guao.org/sites/default/files/biblioteca/El%20aprendizaje%20cooperativo%20en%20el%20aula.pdf>

Johnson, D. W., y 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://revistas.um.es/analesps/article/view/analesps.30.3.201241/164941>

León, B., Felipe, E., Iglesias, D., y Latas, C. (2011). El aprendizaje cooperativo en la formación inicial del profesorado de educación secundaria. *Revista de Educación*, 354, 715-729.  
<https://redined.educacion.gob.es/xmlui/bitstream/handle/11162/80921/00820113011658.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Martín-Albo, J., Núñez, J. L i Navarro, J. G. (2009). Validation of the Spanish Versión of the Situational Motivation Scale (EMSI) in the Educational Context. *The Spanish Journal of Psychology*, 12(2), 799-807. doi:10.1017/S113874160000216X

Medina, F. M. (2009). Aprendizaje cooperativo como estrategia de enseñanza-aprendizaje. *Revista digital de innovación y experiencias educativas*, 45, 1-12.  
[https://archivos.csif.es/archivos/andalucia/ensenanza/revistas/csicsif/revista/pdf/Numero\\_17/FRANCISCA\\_MARTINEZ\\_MEDINA\\_1.pdf](https://archivos.csif.es/archivos/andalucia/ensenanza/revistas/csicsif/revista/pdf/Numero_17/FRANCISCA_MARTINEZ_MEDINA_1.pdf)

Santrock, John (2002). *Psicología de la educación*. México. Mc. Graw Hill Interamericana.  
[https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1315-95182006000100013](https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1315-95182006000100013)

Pujolàs, P., Lago, J. R., Naranjo, M., Pedragosa, O., Riera, G., Segués, T., Soldevila, J., Juan, M., Oliveras, A., Olmos, G., Torné, A., Rodrigo, C., y Pujol, R. (2011). Programa CA/AC (“cooperar para aprender/aprender a cooperar”) para enseñar a aprender en equipo Implementación del aprendizaje cooperativo en el aula. *Stracted*, 4 (02). [https://cife-ei-caac.com/wp-content/uploads/2015/06/EL\\_APRENDIZAJE\\_COOPERATIVO.pdf](https://cife-ei-caac.com/wp-content/uploads/2015/06/EL_APRENDIZAJE_COOPERATIVO.pdf)

## 10. Annexos

### Annex 1. Programació de la intervenció educativa.

Els objectius plantejats per aquesta intervenció són els següents:

- Desenvolupar del pensament crític dels estudiants en aquest fenomen físic.
- Crear connexions significatives entre la teoria i la seva aplicació pràctica en el món real.
- Fomentar la motivació i l'interès de l'alumnat en la física.
- Millorar la cohesió del grup classe i la integració de tots els perfils d'estudiant.

### Sabers

Els sabers treballats són els següents:

1. Estudi del moviment oscil·latori: obtenció i descripció de l'evolució temporal de les 11/12 Decret 171/2022, de 20 de setembre, d'ordenació dels ensenyaments de batxillerat variables cinemàtiques d'un cos oscil·lant i conservació d'energia en aquests sistemes.
2. Moviment ondulatori: anàlisi i obtenció de les gràfiques d'oscil·lació en funció de la posició i del temps, de l'equació d'ona que el descriu i de la relació amb el moviment harmònic simple. Estudi dels diferents tipus de moviments ondulatoris a la natura.

### Competències específiques

Les competències específiques treballades són els següents:

1. Competència 1: Analitzar fenòmens i resoldre problemes basats en situacions properes mitjançant l'ús de les teories, principis i lleis de la física, atenent la seva base experimental, la descripció teòrica i el desenvolupament matemàtic, per evidenciar la seva implicació en el desenvolupament de la tecnologia, l'economia, la societat i la sostenibilitat ambiental.
2. Competència 3: Utilitzar amb propietat, correcció i fluïdesa, als diferents registres de comunicació de la ciència, el llenguatge de la física amb la formulació matemàtica dels seus principis, magnituds, unitats de mesura, etc., per evidenciar la necessitat d'establir una eina de comunicació entre comunitats científiques i en la investigació.

3. Competència 6: Justificar el caràcter multidisciplinari de la física i la seva contribució històrica a l'avenç del coneixement científic, per actuar com a agents crítics en l'anàlisi i la difusió de la informació i promoure una societat igualitària, saludable i sostenible.

### Críteris d'avaluació

Cada competència té els seus críteris d'avaluació, per tant, per a les competències treballades són els següents:

#### Competència 1:

*Críteri 1.2:* Resoldre problemes plantejats a partir de situacions quotidianes de manera experimental i analítica, fent servir principis, lleis i teories de la física.

#### Competència 3:

*Críteri 3.1:* Aplicar els principis, les lleis i les teories científiques en l'anàlisi crítica de processos físics de l'entorn, com els observats i els publicats en diferents mitjans de comunicació, analitzant, comprenent i explicant de manera argumentada les causes que els produeixen.

*Críteri 3.2:* Utilitzar de manera rigorosa les unitats de les variables físiques expressades en el Sistema Internacional d'Unitats (SI) i altres sistemes d'unitats rellevants, emprant correctament la seva notació i equivalències, així com l'elaboració i la interpretació adequada de gràfiques que relacionin variables físiques, reconeixent el seu paper com a eina de comunicació efectiva entre la comunitat científica.

#### Competència 6:

*Críteri 6.2:* Reconèixer el caràcter multidisciplinari de la ciència i les contribucions d'unes disciplines sobre les altres, establint relacions entre la física i altres disciplines com la química, la biologia o les matemàtiques a partir de propostes d'aprenentatge contextualitzades i realistes.

### Temporalització

La intervenció ha estat pensada per realitzar-se en 10 sessions. Durant aquestes sessions es treballaran els sabers aplicant la metodologia del puzzle d'Aronson per aprendre els conceptes teòrics, i per treballar els exercicis pràctics relacionats es farà la estratègia de equip-parella-individual.

Activitat	Descripció	Temporalització
<b>Activitat inicial</b>	Es contextualitza la situació sobre la qual iniciarem el procés d'aprenentatge, per tal de motivar l'alumnat.	½ h
<b>Activitats de desenvolupament</b>	<p><u>Fitxes Puzzle Aronson.</u></p> <p>Cada grup treballa una part del temari corresponent a aquest fenomen físic i ho fan amb unes fitxes d'elaboració pròpia per a l'assoliment dels continguts (annex 1). Els grups inicials es van deixar fer lliurement als alumnes, ja que després cada integrant dels grups s'anirà a un grup d'experts diferent a treballar la seva fitxa.</p> <p>Un cop estan fets els grups, cada integrant tria a quin grup d'experts vol anar-hi sense saber quin contingut treballarà. Un cop formats els grups d'experts i havent fet cada fitxa, els alumnes tornen al seu grup inicial per posar en comú els diferents continguts treballats per cada grup d'experts.</p>	3 i ½ h
<b>Activitats d'estructuració</b>	<p>Es faran exercicis on es treballen tots els continguts teòrics treballats en les fitxes. Per dur a terme aquesta part de la intervenció, se seguirà l'estratègia d'aprenentatge cooperatiu coneguda com a equip-parella-individual.</p> <p>Consisteix inicialment en la resolució d'exercicis de forma col·lectiva, després en parella i per últim de forma individual. D'aquesta manera els alumnes afronten les dificultats d'associar la teoria de manera col·lectiva i progressivament es va perdent l'andamiatge dels companys per a resoldre exercicis i assolir de manera més satisfactòria el resultat esperat.</p>	6h

Annex 2. Formulari EMSI.

Responen les següents preguntes de l'1 (no correspon en absolut) al 7 (correspon exactament), amb una puntuació intermèdia de 4 (correspon moderadament).

Cadascun dels ítems respon a la pregunta: "Per què estàs realitzant aquesta assignatura en aquest moment?"

1. Perquè crec que aquesta assignatura és interessant.
2. Pel meu propi bé.
3. Perquè se suposa que ho he de fer.
4. Potser hi ha bones raons per realitzar aquesta assignatura, però jo no en veig cap.
5. Perquè gaudeixo amb aquesta assignatura.
6. Perquè crec que aquesta assignatura és bona per a mi.
7. Perquè és una cosa que he de fer.
8. Realitzo aquesta assignatura, però no estic segur de si val la pena.
9. Perquè aquesta assignatura és divertida.
10. Per decisió personal.
11. Perquè no tinc cap altra alternativa.
12. No ho sé; no veig què m'aporta aquesta assignatura.
13. Perquè em sento bé fent aquesta assignatura.
14. Perquè crec que aquesta assignatura és important per a mi.
15. Perquè crec que ho he de fer.
16. Faig aquesta assignatura, però no estic segur que sigui convenient continuar-hi.

Annex 3. Rúbrica d'observacions.

Aspectes per avaluar	Excel·lent	Molt bo	Bo	Regular	Dolent
<b>Participació en les activitats</b>	Participació excel·lent en les activitats: L'estudiant sobresurt en la seva participació en totes les activitats. És proactiu, entusiasta i compromès, mostrant una contribució excepcional al treball del grup. La seva participació és vital per a l'èxit general de les activitats, ja que inspira i motiva a altres membres de l'equip.	Participació bona en les activitats: L'estudiant participa activament en totes les activitats proposades, mostrant interès, compromís i disposició per a col·laborar amb el grup. Contribueix de manera consistent al desenvolupament i èxit de les activitats, aportant idees i esforç.	Participació moderada en les activitats: L'estudiant participa en la majoria de les activitats proposades, mostrant interès i compromís en general. No obstant això, pot haver-hi moments en els quals la seva participació sigui menys activa o la seva contribució sigui menys destacada.	Participació limitada en les activitats: L'estudiant participa en algunes activitats, però la seva implicació és irregular o insuficient. Pot mostrar una certa resistència o falta de motivació per a participar activament en les tasques del grup. La seva contribució pot ser superficial o poc significativa per al progrés de l'equip.	Participació mínima en les activitats: L'estudiant raras vegades participa en les activitats proposades. Pot mostrar apatia, falta d'interès o evasió activa de les responsabilitats grupals. La seva contribució al treball del grup és mínima o inexistent.
<b>Col·laboració amb companys/as</b>	Col·laboració excel·lent amb companys/as: L'estudiant sobresurt en la seva col·laboració amb els seus companys/as, demostrant un compromís excepcional amb el treball en equip, una comunicació efectiva i la capacitat de liderar i motivar al grup cap a l'assoliment d'objectius comuns.	Col·laboració bona amb companys/as: L'estudiant col·labora de manera consistent i efectiva amb els seus companys/as, mostrant habilitats per a treballar en equip, comunicar-se de manera clara i resoldre conflictes de manera constructiva.	Col·laboració moderada amb companys/as: L'estudiant col·labora regularment amb els seus companys/as, mostrant disposició per a treballar en equip i comunicar-se efectivament, encara que pot haver-hi àrees de millora en la consistència i la qualitat de la col·laboració.	Col·laboració limitada amb companys/as: L'estudiant col·labora amb els seus companys/as en algunes ocasions, però la seva contribució és ocasional o de baixa qualitat, i pot haver-hi falta de comunicació o conflicte en el treball en equip.	Col·laboració mínima amb companys/as: L'estudiant mostra poc interès a col·laborar amb els seus companys/as i tendeix a treballar de manera individualista, sense contribuir significativament al treball en equip.
<b>Contribució a l'assoliment del grup</b>	Contribució excel·lent a l'assoliment del grup: L'estudiant sobresurt en la seva contribució al treball del grup. És proactiu, col·laboratiu i mostra un alt nivell de compromís amb l'èxit de l'equip. Les seves aportacions són significatives, creatives i fonamentals per a l'assoliment dels objectius del grup.	Contribució bona a l'assoliment del grup: L'estudiant realitza contribucions sòlides i consistentes al treball del grup. Mostra un compromís notable amb les tasques assignades i demostra habilitats per a treballar en equip. Les seves aportacions són valuoses per al progrés general de l'equip.	Contribució moderada a l'assoliment del grup: L'estudiant contribueix de manera consistent al treball del grup, encara que les seves aportacions podrien ser més significatives o freqüents. Participa en la majoria de les activitats grupals, però a vegades pot necessitar recordatoris o estímuls per a participar activament.	Contribució limitada a l'assoliment del grup: L'estudiant realitza algunes contribucions al treball del grup, però aquestes són esporàdiques o de baixa qualitat. Pot mostrar una certa resistència o falta de compromís amb les tasques assignades.	Contribució mínima a l'assoliment del grup: L'estudiant aporta molt poc o res al progrés general de l'equip. No mostra interès a col·laborar o participar en les activitats grupals.
<b>Respecte cap a les opinions d'altres</b>	Excel·lent respecte cap a les opinions d'altres: L'estudiant mostra un excel·lent nivell de respecte cap a les opinions dels seus companys/as, demostrant una actitud oberta, receptiva i empàtica cap a elles. Fomenta un ambient de diàleg respectuós i constructiu on totes les opinions són valorades.	Bon respecte cap a les opinions d'altres: L'estudiant mostra un bon nivell de respecte cap a les opinions dels seus companys/as, escoltant-les activament, considerant-les i valorant-les en el procés de presa de decisions i resolució de problemes.	Respecte moderat cap a les opinions d'altres: L'estudiant mostra un nivell mitjà de respecte cap a les opinions dels seus companys/as, reconeixent-les i considerant-les en la seva majoria, però pot interrompre-les o desviar l'atenció d'elles en unes certes ocasions.	Respecte limitat cap a les opinions d'altres: L'estudiant mostra un nivell baix de respecte cap a les opinions dels seus companys/as, encara que pot reconèixer-les ocasionalment, sovint les qüestiona o no les considera vàlides.	Minim respecte cap a les opinions d'altres: L'estudiant mostra falta de respecte cap a les opinions dels seus companys/as, ignorant-les o desestimant-les sense consideració.

#### Annex 4. Preguntes de l'entrevista final.

És el moment de compartir les vostres impressions sobre la nova metodologia d'aprenentatge. Aquest qüestionari és una oportunitat per expressar el que heu pensat i com us heu sentit durant el procés. M'ajudarà molt per al meu TFM, per tant, sigueu sincers. Gràcies per la vostra col·laboració i sinceritat!

1. Com descriuries la dinàmica grupal en la classe abans d'implementar la metodologia d'aprenentatge cooperatiu en comparació amb ara?
2. Quins canvis has percebut en la interacció entre els teus companys des que comencem a treballar en grups cooperatius?
3. Com creus que el treball en equip ha influït en la teva comprensió dels conceptes de física?
4. En quina mesura sents que la teva participació en classe ha augmentat o disminuït amb la introducció d'aquesta metodologia?
5. Has experimentat alguna millora en la teva motivació cap a l'assignatura de física des que hem començat a treballar en grups cooperatius? Per què?
6. Com ha influït el treball en equip i la interacció amb els teus companys en el teu nivell de confiança, en les teves habilitats, per a abordar els desafiaments d'aquest temari de física?
7. Quina ha estat la teva experiència general amb la metodologia d'aprenentatge cooperatiu en aquesta classe de física? Quins aspectes destacaries com a positius i quins consideraries que necessiten millora?
8. Com creus que podríem continuar millorant el treball en equip i la cooperació en la classe de física?
9. Hi ha alguna cosa més que t'agradaria afegir sobre la teva experiència amb l'aprenentatge cooperatiu en aquesta assignatura?
10. Com creus que el treball en equip i la discussió amb els teus companys han contribuït a desenvolupar la teva habilitat per a analitzar i avaluar críticament els problemes i conceptes de física que hem abordat en classe?

Annex 5. Prova escrita.

1. Una massa de 2 kg enganxada a una molla es desplaça 20 cm cap a la dreta de la seva posició d'equilibri i es deixa anar produint un moviment oscil·latori harmònic simple. Si considerem que no hi ha fregament i la constant recuperadora de la molla té un valor de 10 N/m.

- a) Dibuixa un esquema i escriu les funcions de l'elongació, la velocitat i l'acceleració del moviment. **[2 punts]**
- b) Representa les funcions anteriors per dos cicles. **[1,5 punts]**
- c) Calcula l'energia mecànica en el punt d'equilibri i en la posició inicial. Explica el perquè dels resultats obtinguts. **[1 punt]**
- d) Calcula la velocitat a 5 cm de la posició d'equilibri. **[1 punt]**

2. Una corda de 60 cm penjada del sostre té lligada al seu extrem lliure una bola de 150 grams de massa. Si separem la massa de la posició d'equilibri  $8^\circ$  i la deixem anar, comença a moure's amb un moviment harmònic simple. Suposem que no hi ha fregament.

- a) Dibuixa un esquema indicant les forces i magnituds corresponents i troba la freqüència angular i el període. **[1 punt]**
- b) Calcula la velocitat en el punt més baix. **[0,5 punt]**
- c) Calcula la tensió màxima de la corda durant el moviment. **[1 punt]**

## Annex 6. Fitxes del puzzle Aronson.

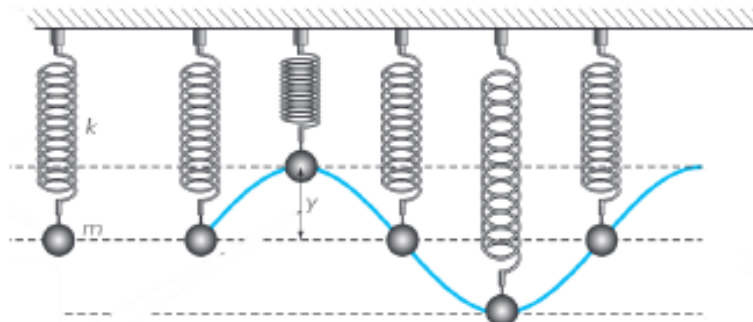
### Fitxa 1: MHS

#### Descripció del MHS:

Com ja coneixeu, el MHS és un moviment \_\_\_\_\_ al voltant d'un punt anomenat \_\_\_\_\_. En el següent exemple trobem els següents elements:

- $O \rightarrow$  \_\_\_\_\_. Representa el centre de vibració. També es coneix com a \_\_\_\_\_.
- $A \rightarrow$  \_\_\_\_\_. Es tractaria del desplaçament/elongació \_\_\_\_\_ del cos respecte a l' $O$ .

Tenint les definicions d'aquests elements que es troben en tots els sistemes que descriuen un MHS, quin és el desplaçament màxim efectua el mòbil?



#### Representació gràfica del MHS:

En aquest apartat, haureu d'elaborar un gràfic corresponent a un MHS en el qual representareu l'elongació en funció del temps. Representeu en el mateix gràfic un segon MHS amb el doble de freqüència i mateixa  $A$ .

Responeu les preguntes següents:

1. Durant el primer quart del període, què succeeix? I durant el segon?
2. Quan es completa el cicle i que succeeix posteriorment?


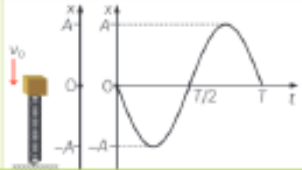

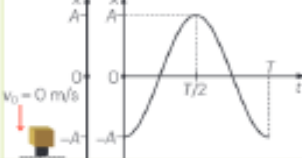
#### La fase i el desfasament:

Les funcions sinus i cosinus són equivalents exceptuant una diferència de fase de \_\_\_\_\_.

Tenint en compte l'equació de moviment del MHS, resoleu l'exercici següent:

1. Es connecta una massa a una molla per un dels seus extrems i se separa de la seva posició d'equilibri una distància  $A$ . Troba l'equació del seu moviment amb la funció sinus i cosinus. El moviment s'efectua en l'eix horitzontal.

Tenint en compte els resultats de l'exercici anterior, quina és l'expressió més adequada per als següents casos?

	<p>A <math>t = 0</math> s, el mòbil es troba a l'origen i es mou cap a <math>x = A</math>.</p> <input type="text"/>
	<p>A <math>t = 0</math> s, el mòbil es troba a l'origen i es mou cap a <math>x = -A</math>.</p> <input type="text"/>
	<p>A <math>t = 0</math> s, la molla està estirada al màxim i el mòbil es troba a <math>x = A</math>.</p> <input type="text"/>
	<p>A <math>t = 0</math> s, la molla es troba comprimida al màxim i el mòbil es troba a <math>x = -A</math>.</p> <input type="text"/>

**Fitxa 2: MHS**

**Recordatori:**

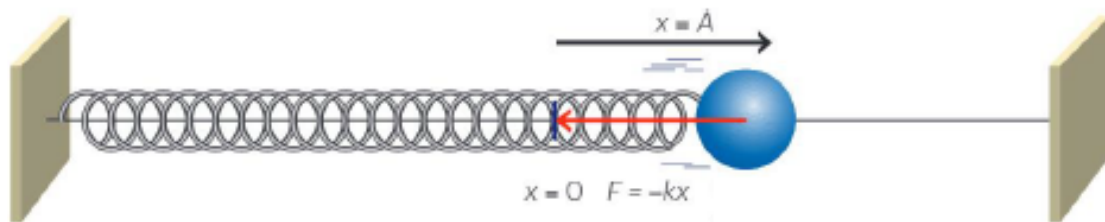
Un cos elàstic és un cos que es deforma quan hi actua una força, però recupera la forma original quan la causa de la deformació desapareix. La relació entre la deformació d'un cos elàstic i la forà que s'hi aplica ve donada per la llei de Hooke:

$$\vec{F}_{elàstica} = -k\Delta\vec{r}$$

Aquestes forces s'anomenen forces recuperadores i son les responsable de situacions d'equilibri en què el cos torna a la posició inicial.

**La velocitat i l'acceleració:**

Suposem que un cos es troba a una molla i la desplaçem cap la dreta fins a la posició  $x=A$ . Tot seguit, es deixa anar el cos, de manera que el sistema començarà a oscil·lar. Si l'única força que actua és la força elàstica, el cos descriurà un MHS.



Tenint en compte l'acció de la molla i la força elàstica que actua en cada moment del moviment, descriu el que succeeix en el sistema per als instants:

- 1)  $t = 0$  s i  $x = A$ .
- 2) Entre  $x = A$  i  $x = 0$ .
- 3) En el punt d'equilibri.
- 4) Entre  $x = 0$  i  $x = -A$ .
- 5)  $x = -A$ .
- 6) Entre  $x = -A$  i  $x = 0$ .
- 7) Entre  $x = 0$  i  $x = A$ .

Per resumir l'explicació anterior, ompleneu els buits de la taula de l'esquerra amb els valors corresponents.

$t = 0$ s	$x =$ <input type="text"/>	$v =$ <input type="text"/>	$a =$ <input type="text"/>
$t = T/4$	$x =$ <input type="text"/>	$v =$ <input type="text"/>	$a =$ <input type="text"/>
$t = T/2$	$x =$ <input type="text"/>	$v =$ <input type="text"/>	$a =$ <input type="text"/>
$t = 3T/4$	$x =$ <input type="text"/>	$v =$ <input type="text"/>	$a =$ <input type="text"/>
$t = T$	$x =$ <input type="text"/>	$v =$ <input type="text"/>	$a =$ <input type="text"/>

Les equacions de velocitat i acceleració:

La velocitat instantània s'obté per derivació a partir de l'equació de moviment que caracteritza un MHS en l'eix horitzontal.

$$x = A \sin(\theta_0 + \omega t) \longrightarrow v = \frac{dx}{dt} = \boxed{\phantom{000}}$$

Aquesta equació indica que el valor de la velocitat oscil·la entre  $\boxed{\phantom{00}}$  i  $\boxed{\phantom{00}}$ , per tant, es pot escriure que la  $v_{m\grave{a}x} = \boxed{\phantom{00}}$ .

L'acceleració instantània s'obté per derivació de la velocitat.  $\longrightarrow a = \frac{dv}{dt} = \boxed{\phantom{000}}$

Aquesta equació indica que el valor de l'acceleració oscil·la entre  $\boxed{\phantom{00}}$  i  $\boxed{\phantom{00}}$ , per tant, es pot escriure que la  $a_{m\grave{a}x} = \boxed{\phantom{00}}$ .

A més a més, es pot expressar la l'acceleració en funció de la posició del moviment:

$$\left. \begin{array}{l} a = \frac{dv}{dt} = \boxed{\phantom{000}} \\ x = A \sin(\theta_0 + \omega t) \end{array} \right\} \longrightarrow a = \boxed{\phantom{000}}$$

Aquesta equació es compleix per a qualsevol moviment MHS.

**Fitxa 3: Molla**

**Recordatori:**

Un cos elàstic és un cos que es deforma quan hi actua una força, però recupera la forma original quan la causa de la deformació desapareix. La relació entre la deformació d'un cos elàstic i la força que s'hi aplica ve donada per la llei de Hooke:

$$\vec{F}_{elàstica} = -k\Delta\vec{r}$$

Aquestes forces s'anomenen forces recuperadores i són les responsables de situacions d'equilibri en què el cos torna a la posició inicial.

**Dinàmica d'un cos lligat a una molla:**

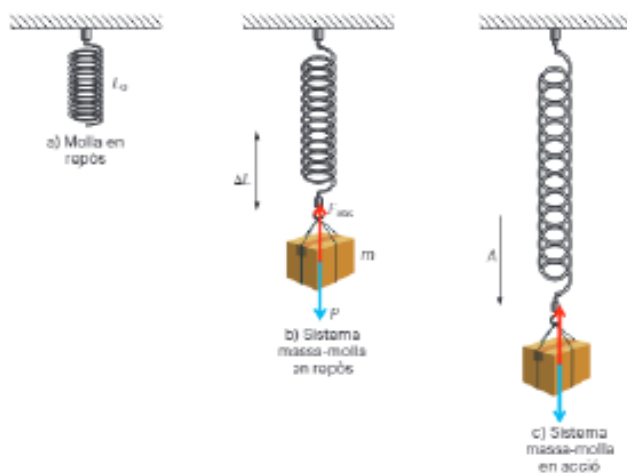
Si l'única força que actua és la força recuperadora, l'acceleració del cos s'obté aplicant la segona llei de Newton:

$$F_{elàstica} = \square \Rightarrow -k\Delta x = \square \Rightarrow a = \square$$

Tenint en compte que l'equació de l'acceleració del MHS és  $a = -\omega^2\Delta x$ , l'expressió de la freqüència angular del cos lligat a la molla és:

$$\omega = \square$$

L'orientació de la molla s'ha de tenir en consideració des del punt de vista mecànic, per tant:



- Posició horitzontal: El pes del sistema no du a terme cap paper en el moviment lliure.
- Posició vertical: El pes determina la al voltant de la qual oscil·la el cos.

Tenint en compte que la força elàstica és igual al pes, fins a quin  $\Delta L$  s'estirà la molla en afegir una massa  $m$ ?

Energia cinètica:

Com ja es coneix, la velocitat del MHS és variable, màxima en el punt d'equilibri i nul·la en els punts de màxima elongació (A).

$$E_c = \boxed{\phantom{0}} = \boxed{\phantom{0}} \longrightarrow E_{c\text{màx}} = \boxed{\phantom{0}} = \boxed{\phantom{0}}$$

A més a més, trobem dues alternatives per expressar l' $E_c$ :

1) Substituint la freqüència angular per la seva expressió en funció de la freqüència:

$$E_{c\text{màx}} = \frac{1}{2}m \boxed{\phantom{0}} = \boxed{\phantom{0}}$$

2) Utilitzant la identitat trigonomètrica:  $\cos^2\alpha + \sin^2\alpha = 1$ , de manera que l'equació cinètica es pot expressar com:

$$E_c = \frac{1}{2}m \boxed{\phantom{0}} = \frac{1}{2}m \boxed{\phantom{0}} \longrightarrow E_c = \frac{1}{2}m\omega^2 \boxed{\phantom{0}}$$

I substituint en aquesta expressió l'equació del MHS, s'obté l'expressió de l'energia cinètica en funció de la posició que ocupa el cos (x):

$$E_c = \frac{1}{2}m\omega^2 \boxed{\phantom{0}} = \frac{1}{2}m\omega^2 (\boxed{\phantom{0}})$$

Energia potencial:

L'energia potencial ve donada per la llei de Hooke, per tant, és:

$$E_{p\text{elàstica}} = \frac{1}{2} \boxed{\phantom{0}} = \frac{1}{2} \boxed{\phantom{0}}$$

Un cop més trobem que aquesta energia varia en funció del temps i es troba acotada entre els valor:

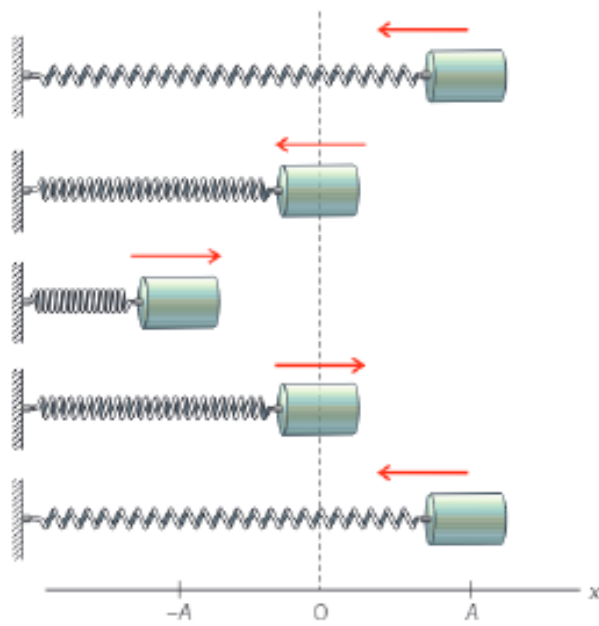
$$E_{p\text{mín}} = \boxed{\phantom{0}} \quad E_{p\text{màx}} = \frac{1}{2} \boxed{\phantom{0}}$$

Per tant, l' $E_p$  és màxima quan l'elongació és \_\_\_\_\_, als \_\_\_\_\_ del moviment, mentre que en la posició d'equilibri l' $E_p$  és \_\_\_\_\_.

L'energia mecànica ( $E_m$ ) del sistema és la \_\_\_\_\_ de l' $E_p$  i l' $E_c$ . Aquesta  $E_m$  és \_\_\_\_\_ per a qualsevol temps i posició que ocupi el mòbil.

$$E_m = E_{p\text{màx}} = \frac{1}{2} \boxed{\phantom{0}} = E_{c\text{màx}} = \frac{1}{2} \boxed{\phantom{0}} = \text{constant}$$

Completeu la taula següent amb els coneixements apresos en aquesta fitxa:



t	x	v	a	$E_c$	$E_p$
0	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
T/4	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
T/2	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
3T/4	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
T	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

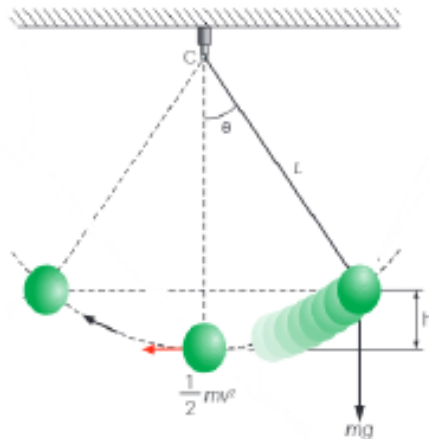


I substituint en aquesta expressió l'equació del MHS, s'obté l'expressió de l'energia cinètica en funció de la posició que ocupa el cos (x):

$$E_c = \frac{1}{2} m \omega^2 \left[ \boxed{\phantom{000000}} \right] = \frac{1}{2} m \omega^2 \left( \boxed{\phantom{000000}} \right)$$

Energia potencial:

Aquesta energia depèn de l'altura a la qual es troba la massa respecte la posició d'equilibri:



Tenint en compte l'esquema de l'esquerra i les raons trigonomètriques, quina es l'expressió de l'alçada (h) d'un pèndol simple per a qualsevol L i theta?

$$h = \boxed{\phantom{000000}} = \boxed{\phantom{000000}}$$

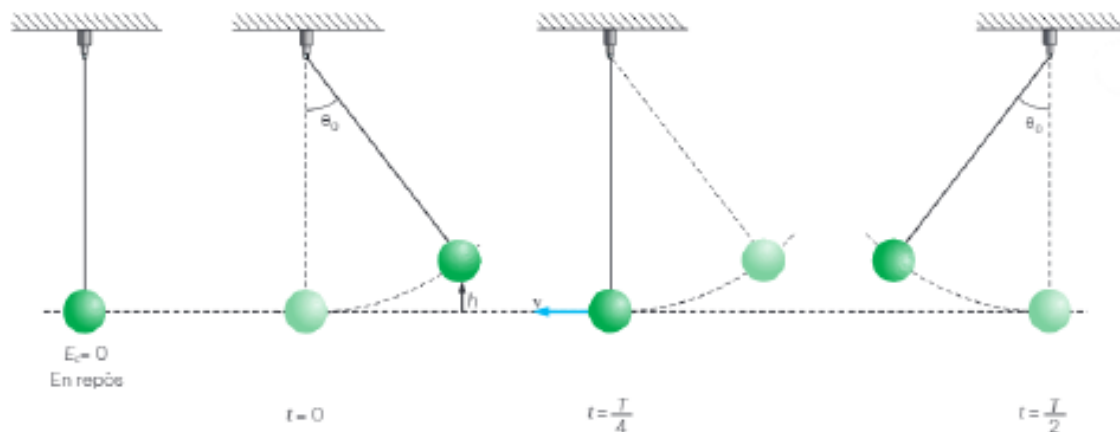
I quina serà l'expressió de l'energia potencial gravitatòria en funció de l'angle d'obertura (theta)?

$$E_{p \text{ grav}} = \boxed{\phantom{000000}}$$

Per tant, l' $E_p$  és màxima quan l'altura és \_\_\_\_\_, als \_\_\_\_\_ del moviment, mentre que en la posició d'equilibri l' $E_p$  és \_\_\_\_\_.

L'energia mecànica ( $E_m$ ) del sistema és la \_\_\_\_\_ de l' $E_p$  i l' $E_c$ . Aquesta  $E_m$  és \_\_\_\_\_ per a qualsevol temps i posició que ocupi el mòbil.

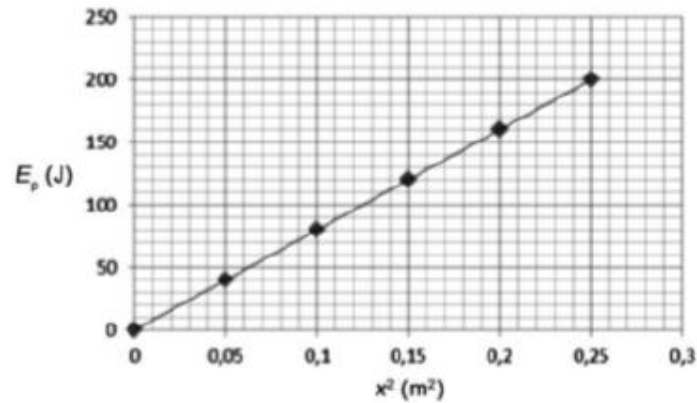
Descriviu breument la variació d'energies potencial, cinètica i mecànica de l'esquema següent corresponent a un pèndol simple que descriu un MHS.



Annex 7. Exercicis treballats amb l'estratègia equip-parella-individual.

**SETEMBRE 2019**

- P1)** La gràfica següent mostra l'energia potencial elàstica d'un oscil·lador harmònic en funció del quadrat de la seva elongació.



L'oscil·lador té una massa de 62,5 g.

- a)** Calculeu el període d'oscil·lació. Si l'oscil·lador descriu un moviment vibratori harmònic amb una amplitud de 60 cm, calculeu-ne l'energia cinètica màxima.  
[1 punt]

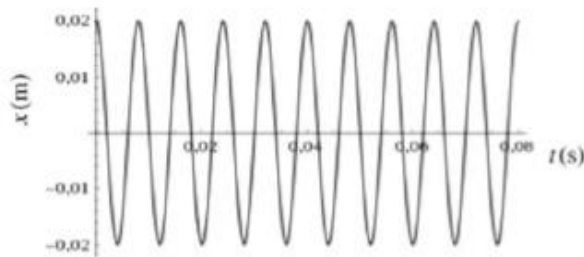
**JUNY 2019**

- P1)** L'any 2004 es va aconseguir mesurar la massa d'un virus. Es va determinar la freqüència d'oscil·lació d'un braç horitzontal petitíssim, primer sense el virus i després amb el virus adherit. Sense el virus, la freqüència d'oscil·lació era de  $2,00 \times 10^{15}$  Hz, i amb el virus, aquesta freqüència va ser de  $2,87 \times 10^{14}$  Hz.

- a)** Si suposem que el braç horitzontal sense el virus adherit es comporta com una molla amb una massa oscil·lant de  $2,10 \times 10^{-16}$  g lligada a un extrem, quina és la constant elàstica d'aquesta suposada molla?  
[1 punt]
- b)** Partint de la mateixa suposició anterior sobre el comportament oscil·latori del sistema, calculeu la massa del virus.  
[1 punt]

### SETEMBRE 2018

- P2) La figura mostra la gràfica posició-temps d'un objecte que descriu un moviment harmònic simple (MHS).



- a) Determineu l'amplitud i la freqüència i escriviu l'equació del moviment  $x(t)$ , incloent-hi totes les unitats. Representeu la gràfica  $x-t$  d'un moviment harmònic simple (MHS) que tingui la mateixa amplitud però la meitat de freqüència (les escales dels eixos han d'estar indicades clarament).  
[1 punt]

### SETEMBRE 2017

- P2) En un estadi el públic fa l'onada per celebrar la bona actuació de l'equip local. L'onada és tan gran que dos espectadors de la mateixa fila separats com a mínim per 50 m es mouen igual i ho fan cada 10 s.



- a) Si modelitzéssim aquesta onada a l'estadi com una ona, de quin tipus d'ona estariem parlant? Calculeu-ne la longitud d'ona i la pulsació (freqüència angular).
- b) Un espectador es mou 1,0 m verticalment quan s'aixeca i s'asseu per fer passar l'onada. Escriviu l'equació del moviment d'aquest espectador considerant que descriu un moviment harmònic simple i que en l'instant inicial es troba assegut, és a dir, en la seva posició mínima.

### JUNY 2017

- P3) L'agulla d'una màquina de cosir oscil·la amb un desplaçament vertical de 15 mm d'un extrem a l'altre. En les especificacions del fabricant, s'indica que l'agulla fa 1 200 puntes per minut. Supposeu que l'agulla descriu un moviment harmònic simple.
- a) Escriviu l'equació del moviment i representeu la gràfica posició-temps durant dos períodes, suposant que a l'instant inicial l'agulla es troba en la posició més alta.
- b) Calculeu la velocitat i l'acceleració màximes de l'agulla.

## JUNY 2016

- P1)** El pistó d'un cilindre del motor d'explosió d'un vehicle desenvolupa un moviment vibratori harmònic simple. En un règim de funcionament determinat, té un recorregut de 20,0 cm (d'extrem a extrem) i el motor fa  $1,91 \times 10^3$  rpm (revolucions per minut). En l'instant  $t=0,00$  s, el pistó està situat a 10,0 cm de la seva posició d'equilibri. Determineu:
- L'equació de moviment i la velocitat màxima del pistó.
  - El valor de la força màxima que actua sobre el pistó, si té una massa de 200 g.

## JUNY 2015

- P1)** Les aranyes tenen uns òrgans sensibles en els extrems de les potes que els permeten detectar les vibracions que produeixen els insectes que queden atrapats a la seva teranyina. Considereu que en una teranyina el moviment dels insectes és equivalent al que tindrien en un sistema que es mogués amb un moviment harmònic simple (MHS). Hem observat que un insecte de massa 1,58 g atrapat en una teranyina produeix una vibració de 12 Hz.



- Calculeu la constant elàstica d'aquesta teranyina.
- Determineu la massa d'un insecte que, en quedar atrapat a la teranyina, té un període d'oscil·lació de 0,12 s. Calculeu el valor absolut de l'acceleració màxima de l'insecte, durant el temps en què es mou a la teranyina, si l'amplitud de l'oscil·lació és de 2,0 mm.