

EL CSIC EN LA ESCUELA. CIENCIA PARA TODOS. MECÁNICA: DE LA ESTÁTICA A LA DINÁMICA
EL CSIC NA ESCUELA. CIENCIA PA TOOS. MECÁNICA: DE LA ESTÁTICA PA LA DINÁMICA



EL CSIC EN LA ESCUELA. CIENCIA PARA TODOS
MECÁNICA: DE LA ESTÁTICA A LA DINÁMICA

EL CSIC NA ESCUELA. CIENCIA PA TOOS
MECÁNICA: DE LA ESTÁTICA PA LA DINÁMICA

ASESORÍA DE REFERENCIA DEL CPR DE GIJÓN/XIXÓN 2011/2012



COLEGIO PÚBLICO "GUILLÉN LAFUERZA" DE OVIEDO/UVIÉU

LENGUA/LLINGUA ASTURIANA - EDUCACIÓN PRIMARIA
Jesús Rodríguez Martínez





MECÁNICA Y APRENDIZAJE INTEGRAL DE CONTENIDOS A TRAVÉS DE LAS LENGUAS

El estudio de la naturaleza vectorial de las fuerzas, los efectos de las fuerzas sobre los sólidos en equilibrio, la composición de fuerzas y los estados de equilibrio determinan el planteamiento general de este trabajo como punto de partida, desde la estática a la dinámica, para un posterior análisis de las consecuencias de las fuerzas cuando no se encuentran en equilibrio, esto es, cuando producen movimientos en los cuerpos. Se plantea seguir el procedimiento establecido por los expertos del CSIC basado en el estudio de casos y en la metodología de observación, preguntas, hipótesis, experimentos y reexperimentos.

Es fundamental dar el valor adecuado de asignatura normalizada a la **Lengua Asturiana** como área curricular básica de etapa y aplicar el **método AICLE** (Aprendizaje Integral de Contenidos a través de las Lenguas), basado en la mejora de la competencia comunicativa mediante las posibilidades de los diferentes juegos del lenguaje. Labor con doce alumnos/as de quinto de Educación primaria durante los meses de noviembre-diciembre de 2011 y enero-febrero-marzo de 2012, con un total de once sesiones específicas de una hora en el aula, con la colaboración de **Elena Puente Alcubierre** y **Joaquín Rayón Álvarez**, asesores de referencia del CPR de Gijón.

MECÁNICA Y APRENDIZAJE INTEGRAL DE CONTENIDOS AL TRAVÉS DE LAS LINGÜES

L'estudiu de la ñatura vectorial de les fuercies, los efeutos de les fuercies sobro los sólidos n'equilibriu, la composición de fuercies y los estaos d'equilibriu determinen la igua xeneral d'esti trabayu como puntu de partida, dende la estática pa la dinámica, pa un postrer análisis de les consecuencias de les fuercies cuando nun s'alcuentren n'equilibriu, o sía, cuando producen movimientos nos cuerpos. Plantégase siguir el procedimientu establecíu polos espertos del CSIC sofítáu nel estudiu de casos y na metodoloxía d'observación, entrugues, hipótesis, esperimentos y reesperimentos.

Ye bien importante da-y el valir afayáu d'asignatura normalizada a la **Llingua Asturiana** como área curricular básica d'etapa y aplicar el **métodu AICLE** (Aprendizax Integral de Conteníos al traviés de les Llingües), basáu nel ameyoramientu de la competencia comunicativa pente medies de les posibilidaes de dellos xuegos del llinguax. Labor con dolce escolinos/es de quintu d'Educación primaria nos meses de payares-avientu de 2011 y xineru-febreru-marzu de 2012, con un total d'once sesiones específiques d'una hora nel aula, cola collaboración d'**Elena Puente Alcubierre** y **Joaquín Rayón Álvarez**, asesores de referencia del CPR de Xixón.



LA BASE INTUITIVA DE LA MECÁNICA ARISTOTÉLICA

Partimos de la base intuitiva teleológica de la mecánica de **Aristóteles** (384-322 a.C.) para descubrir la fuerza de la gravedad y la fuerza que hay que ejercer para levantar un cuerpo. Observamos, con la ayuda complementaria de un bidón lleno de agua, el comportamiento interrelacionado de los elementos básicos de la física aristotélica: fuego, aire, agua y tierra. A partir de estos experimentos sencillos estudiamos la fuerza como un tipo especial de magnitud **construyendo un modelo** con el que explicaremos la naturaleza de los vectores, el funcionamiento de las palancas, de las poleas y otras cuestiones relacionadas.



EL SOFITU INTUITIVU DE LA MECÁNICA ARISTOTÉLICA

Entamamos cola base intuitiva teleolóxica de la mecánica d' **Aristóteles** (384-322 e.C.) p' asoleyar la fuercia de la gravedá y la fuercia qu'hai de faer pa llevar un cuerpu. Observamos, aidándonos tamién d' un bidón enllenu d' agua, el funcionamientu interrellacionáu de los elementos básicos de la física aristotélica: fueu, aire, agua y tierra. Dende estos esperimentos cenciellos estudiamos la fuercia como un tipu especial de magnitú **iguando un modelu** col que desplicaremos la ñatura de los vectores, el funcionamientu de les palanques, de les polees y delles cuestiones rellacionaes.



Experimentamos para ver, que en un principio, **los elementos básicos de la física aristotélica** tienden a situarse en su esfera natural correspondiente, de arriba hacia abajo: fuego, aire, agua y tierra. La llama de fuego apunta para arriba, al ser más leve que el aire; al soplar con una pajita en el agua las burbujas (aire) se dirigen a la superficie. El agua desalojada del vaso se ubica de modo natural en su ámbito de referencia y la canica atraviesa las esferas del aire y del agua hasta situarse en el fondo del recipiente (tierra).



Experimentamos pa ver, que d' aniciu, **los elementos cimeros de la física aristotélica** tienden allugase na esfera ñatural que-yos corresponde, d' enriba pembaxo: fueu, aire, agua y tierra. La llama de fueu apunta p' arriba, al ser más llixera que l' aire; al soplar con una payina nel agua les burbuyes (aire) empobínense pa la superficie. L' agua sacao del vasu ponse de mou ñatural nel so ámbito de referencia y la canica atraviesa les esferes del aire y del agua fasta asitiase nel fondu del recipiente (tierra).



En las experiencias anteriores hemos visto que **los cuerpos se mueven dado que se desplazan**. La canica se sitúa en el fondo del recipiente después de caer al mismo por la fuerza de la gravedad. Preintroducimos el concepto de vector mediante sencillas flechas de cartulina para indicar las direcciones (marcadas por la recta) y los sentidos (posiciones). Pasamos seguidamente a realizar algunas experiencias para poner en tela de juicio las apreciaciones precedentes, aparentemente de sentido común, del modelo intuitivo aristotélico. Dado que estamos en una asignatura del área lingüística, trabajamos mediante juegos orales al mismo tiempo el vocabulario y las expresiones en las lenguas curriculares como complemento de las experiencias prácticas.

Nes esperiencias d´enantes vimos que **los cuerpos se mueven porque s´esplacen**. La canica asítiase pal fondu del recipiente dempués de cayer al mesmu pola fuercia de la gravedá. Preinxerimos el conceutu de vector pente medies de cencielles fleches de cartulina pa indicar les direiciones (marcaes pola reuta) y los sentíos (posiciones). Pasamos darréu a facer dalgunes esperiencias pa tentar refugar les apreciaciones precedentes, aparentemente de sentíu común, del modelu intuitivu aristotélicu. Pola mor que tamos nuna asignatura del área llingüística, trabajamos pente medies de xuegos orales al mesmu tiempu´l vocabulariu y les espresiones nes llingües curriculares como complementu de les xeres práutiques.

CASTELLANO/U

ASTURIANO/U

INGLÉS

fuego

fueu

fire

aire

aire

aire

burbuja

burbuya

bubble

agua

agua/agües

water

tierra

tierra

earth/land

desplazamiento

esplazamientu

dynamism

vector

vector

vector

peso

pesu

weight

fuerza

fuercia

force



El vaso con agua está en equilibrio en su medio y **el peso** del vasito que se ha ido llenando, poco a poco, de canicas (tierra) vence **el empuje** del agua y se sitúa en el fondo del recipiente lleno de agua. Si atamos con un cordel un globo al vaso de agua o al que tiene canicas (**cuantificando** las precisas), éstos tienden a subir por el empuje del aire del globo. Si añadimos las canicas suficientes, el vaso (lleno de agua o con pocas canicas) enganchado al globo con un cordel tiende a bajar al fondo del bidón lleno de agua. De esta manera, el modelo teleológico aristotélico ya no parece tan intuitivo. Estos últimos movimientos naturales que hemos observado tienen que ser debidos a **la aparición de fuerzas** (lucha de fuerzas) que los provocan.



El vasu con agua ta n´ equilibriu nel so mediu y **el pesu** del vasín que foi enllenándose, pasu ente pasu, de caniques (tierra) vence **l´empuxamientu** del agua y va pal fondu del recipiente enllenu d´agua. Si amarramos con un cordel un globu al vasu d´agua o al que tien caniques (**cuantificando** les precisas), éstos tienden a xubir pol empuxamientu del aire del globu. Si amestamos les caniques necesaries, el vasu (enllenu d´agua o con poques caniques) amarráu al globu con un cordel va pa lo fondu del bidón enllenu d´agua. Poro, el modelu teleolóxicu aristotélicu yá nun paez tan intuitivu. Estos caberos movimientos ñaturales qu´ observemos tienen de ser pola **apaición de fuercies** (llucha de fuercies) que los provoquen.



HACIA UN ESTUDIO CIENTÍFICO DE LA ESTÁTICA

Comenzamos con un estudio ya más científico de la estática. Realizamos experimentos para observar situaciones asombrosas de referencia en estática siguiendo un procedimiento de **aprendizaje significativo**, para cambiar preconceptos y modelos previos del alumnado, mediante un camino histórico-constructivista. El bote inclinado lleno de líquido o vacío cae, pero con un poquito de agua se mantiene en equilibrio.

Un cuerpo está en **equilibrio** cuando no se mueve. Los estados de equilibrio o de desequilibrio de un cuerpo dependen de las fuerzas que actúan sobre ese objeto y el punto de aplicación de las mismas. Los/as niños/as deben identificar el tipo de fuerzas, medirlas y conocer su unidad de medida o magnitud. De los diferentes tipos de fuerzas existentes, nosotros elegimos como punto de referencia **la fuerza de la gravedad** (el peso), dado que actúa sobre una propiedad de la materia llamada masa.

HAZA UN ESTUDIU CIENTÍFICU DE LA ESTÁTICA

Entamamos con un estudiu yá más científicu de la estática. Faemos esperimentos pa observar situaciones ablucentes de referencia n´ estática siguiendo un procedimientu de **deprendimientu significativu**, pa camudar preconceutos y modelos previos del alumnáu, al traviés d´ un camín históricu-constructivista. El bote inclináu enllenu de llíquidu o vacíu caye, pero con un pocoñín d´ agua caltién l´ equilibriu.

Un cuerpu permanez **n´ equilibriu** cuando nun se mueve. Los estaos d´ equilibriu o de desequilibriu d´ un cuerpu dependen de les fuercies qu´ actúen sobro esi oxetu y el puntu d´ aplicación de les mesmes. Los/as neños/as tienen d´ identificar el tipu de fuercies, midiles y algamar conocencia de la so unidá de medida o magnitú. D´ ente la bayura de tipos de fuercies qu´ existen, nós escoyemos como puntu de referencia **la fuercia de la gravedá** (el pesu), pola mor qu´ actúa sobro una propiedá de la materia nomada masa.

EL CSIC EN LA ESCUELA. CIENCIA PARA TODOS. MECÁNICA: DE LA ESTÁTICA A LA DINÁMICA
EL CSIC NA ESCUELA. CIENCIA PA TOOS. MECÁNICA: DE LA ESTÁTICA PA LA DINÁMICA



Establecemos un camino conformado de forma progresiva por los conceptos de **longitud** (m), **volumen** (m^3), **capacidad** (l) y **masa** (kg), para después introducir el concepto de **fuerza/peso** (N), complementado con la experiencia de comprobar que en un cubo de 1 dm^3 de volumen (arista: $0,1\text{ m} = 1\text{ dm} = 10\text{ cm}$) cabe exactamente (tiene la capacidad de) 1 litro de agua. Establecemos patrones elementales de medida. El cubo de cristal vacío tiene una masa de $0,520\text{ kg}$. Si lo llenamos con dos botellas de agua de $0,5$ litros cada una tendrá que marcar $1,520\text{ kg}$ al situarlo en la balanza digital, dado que la masa de 1 litro de agua es 1 kg .



Faemos un camín cadarmáu de mena progresiva polos conceutos de **llonxitú** (m), **volume** (m^3), **capacidá** (l) y **masa** (kg), pa dempués inxerir el conceutu de **fuercia/pesu** (N), acompangáu de la esperiencia de comprobar que nun cubu de 1 dm^3 de volume (aresta: $0,1\text{ m} = 1\text{ dm} = 10\text{ cm}$) pue metese exautamente (tien la capacidá de) 1 llitru d' agua. Iguamos patrones elementales pa medir. El cubu de cristal vacíu tien una masa de $0,520\text{ kg}$. Nel casu de que lu enllenemos con dos botelles d' agua de $0,5$ lilitros caúna tendrá de señalar $1,520\text{ kg}$ al ponelu na balanza dixital, nel sen que la masa de 1 llitru d' agua ye 1 kg .

EL CSIC EN LA ESCUELA. CIENCIA PARA TODOS. MECÁNICA: DE LA ESTÁTICA A LA DINÁMICA
EL CSIC NA ESCUELA. CIENCIA PA TOOS. MECÁNICA: DE LA ESTÁTICA PA LA DINÁMICA



Después de las actividades anteriores, introducimos el concepto de fuerza indicando previamente que el peso de un cuerpo es la fuerza con que la Tierra atrae a ese cuerpo hacia su centro. Jugamos con la equivalencia y la naturaleza de las diferentes magnitudes: **el peso** es una magnitud vectorial que es vertical y va dirigido al centro de la Tierra. **El vector** determina el valor o módulo (longitud), la dirección (la de la línea recta) y el sentido (arriba, abajo, derecha, izquierda) de la fuerza. **La fuerza** se define como el observable que cuando se aplica a un cuerpo produce deformaciones y lo pone en movimiento. Manipulamos cuerpos más o menos elásticos (reglas, plásticos, gomas) para apreciar los efectos de las fuerzas sobre los mismos.



Después de las xeres anteriores, introducimos el conceutu de fuerzia indicando a lo primero que'l pesu d'un cuerpu ye la fuerzia con que la Tierra atrae a esi cuerpu hazá'l so centru. Xugamos cola equivalencia y la ñaturaleza de les diferentes magnitúes: **el pesu** ye una magnitú vectorial que ye vertical y que s'empobina pal centru de la Tierra. **El vector** determina'l valor o módulu (llonxitú), la direición (la de la llinia reuta) y el sentíu (p'arriba, p'abaxo, mandrecha, manzorga) de la fuerzia. **La fuerzia** defínese como l'observable que cuando s'aplica sobro un cuerpu produz deformaciones y lu pon en movimientu. Manexamos cuerpos más o menos elásticos (regles, plásticos, gomes) p' apreciar los efeutos de les fuerzies sobro los mesmos.



Ensayamos para apreciar efectos, como **movimientos y deformaciones**, producidos por las fuerzas con muelles y dinamómetros para comprender, medir y anotar situaciones sobre los conceptos de peso/fuerza (newton) y masa (kg) teniendo en cuenta, así mismo, la fuerza de la gravedad (responsable de la atracción entre cuerpos con masa). Al colocar objetos (botellas con más o menos agua, pesas) colgados del soporte del **muelle** vemos que cuanto mayor sea la masa (y consecuentemente su peso/fuerza) de los mismos más se estira y se deforma el muelle hacia abajo. Vemos que el muelle en su estado normal tiene una longitud de 8 cm (0,08 m) y que por cada pequeña pesa igual de 50 gramos (0,5 N) que le colgamos se estira 2 cm -0,02 m (en la cinta reglada apreciamos 10 cm ó 0,10 m)-. Concluimos que a doble peso el muelle se estirará el doble -4 cm ó 0,04 m (marcará en la escala de la regla 12 cm ó 0,12 m)-; a triple peso, se extenderá el triple -6 cm ó 0,06 m (estimación reglada de 14 cm ó 0,14 m)-, y así sucesivamente.



Ensayamos p' apreciar efeutos, como **movimientos y deformaciones**, produciós poles fuercies con muelles y dinamómetros pa comprender, medir y apuntar situaciones sobro los conceutos de pesu/fuercia (newton) y masa (kg) considerando, tamién, la fuercia de la gravedá (responsable del atrayimientu ente cuerpos con masa). Al colocar oxetos (botelles con más o menos agua, peses) colgaos del soporte del **muelle** vemos que cuanto mayor seya la masa (poro, tamién el so pesu/fuercia) de los mesmos más va estirase y deformase' l muelle pembaxo. Vemos que' l muelle nel so estáu normal tien una llonxítú de 8 cm (0,08 m) y que por cada pequeña pesa igual de 50 gramos (0,5 N) que-y colgamos s' estira 2 cm -0,02 m (na cinta reglada apreciamos 10 cm ó 0,10 m)-. Concluyimos qu' a doble pesu' l muelle s' estira' l doble -4 cm ó 0,04 m (marcará na escala de la regla 12 cm ó 0,12 m)-; a triple pesu, esparderáse' l triple -6 cm ó 0,06 m (estimación reglada de 14 cm ó 0,14 m)-, y d' esta mena socesivamente.

EL CSIC EN LA ESCUELA. CIENCIA PARA TODOS. MECÁNICA: DE LA ESTÁTICA A LA DINÁMICA
EL CSIC NA ESCUELA. CIENCIA PA TOOS. MECÁNICA: DE LA ESTÁTICA PA LA DINÁMICA



Empleamos **dinamómetros** para cuantificar y tener equivalencias prácticas de medida de las fuerzas. Vemos que si colgamos una botella llena de agua de 0,5 litros (masa = 0,5 kg) el módulo del muelle del dinamómetro marca 5 newtons (N) en la escala de fuerzas, al tiempo que en la de masas marca 500 gramos. De esta manera, deducimos que **una fuerza de 1 newton es el peso de una masa de 100 gramos** o la de 0,1 kilogramos (kg). Reflexionamos y concluimos que el peso (en newtons) se obtiene al multiplicar la unidad de litro (tiene masa de 1 kg) por la aceleración de la gravedad ($g = 10 \text{ m/s}^2$; redondeo de $9,8 \text{ m/s}^2$). La fuerza/peso (N) es igual a la masa (kg) por la aceleración de la gravedad (g , en m/s^2). De este modo, dos botellas llenas de agua de 0,5 litros cada una pesarán juntas 10 newtons.



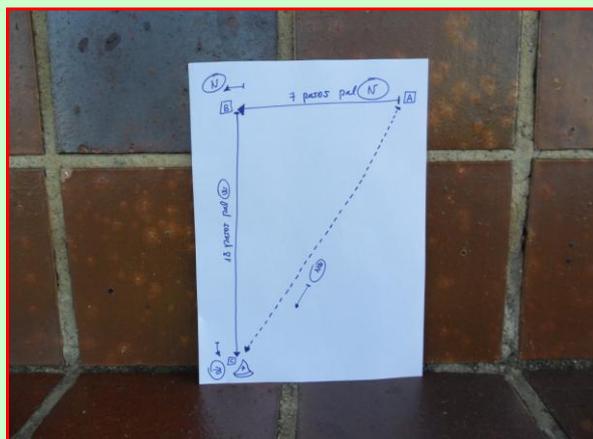
Empleamos **dinamómetros** pa cuantificar y tener equivalencias práutiques de midida de les fuerces. Vemos que si colgamos una botella enllena d'agua de 0,5 lilitros (masa = 0,5 kg) el módulu del muelle del dinamómetru marca 5 newtons (N) na escala de fuerces, al tiempu que na de mases marca 500 gramos. D' esto, deducimos qu' **una fuercia de 1 newton ye'l pesu d'una masa de 100 gramos** o la de 0,1 kilogramos (kg). Pescanciamos y concluyimos que'l pesu (en newtons) s' algama al multiplicar la unidá de lilitru (tien masa de 1 kg) pola aceleración de la gravedá ($g = 10 \text{ m/s}^2$; arredondiadura de $9,8 \text{ m/s}^2$). La fuercia/pesu (N) ye igual a la masa (kg) pola aceleración de la gravedá (g , en m/s^2). Poro, dos botelles enllenes d'agua de 0,5 lilitros caúna pesarán xuntes 10 newtons.



En las pruebas ejecutadas hemos apreciado que la **deformación** observada, tanto en el muelle simple como en el módulo del muelle del dinamómetro, **es directamente proporcional al peso** (o fuerza que apliquemos). Es una relación lineal del modo que señala la **ley de Hooke** (1635-1703). Colgamos del gancho del dinamómetro una pesa de masa 100 gramos (0,1 kg) y otras cinco de 50 gramos (0,05 kg), y apuntamos que marca 450 gramos (0,450 kg) en la graduación de masas, mientras que señalamos 4,5 N en la escala de pesos/fuerzas. Realizamos, seguidamente y de modo complementario, una serie de especulaciones sobre el peso, por ejemplo, el de una manzana de 0,2 kg -200 gramos- de masa en la Tierra (2 N; $g = 10 \text{ m/s}^2$), en la Luna (0,4 N; $g = 2 \text{ m/s}^2$), o en Júpiter (5 N; $g = 25 \text{ m/s}^2$). Por otro lado, podemos **descomponer fuerzas** (al ser magnitudes vectoriales) según la apertura del ángulo que practiquemos.



Nes experiencias vistas apreciamos que la **deformación** observada, lo mesmo nel muelle simple que nel módulo del muelle del dinamómetru, **ye directamente proporcional al pesu** (o fuercia que faemos). Ye una rellación llinial del mou que señala la **lle d' Hooke** (1635-1703). Colgamos del gancho del dinamómetru una pesa de masa 100 gramos (0,1 kg) y otros cinco de 50 gramos (0,05 kg), y apuntamos que marca 450 gramos (0,450 kg) na graduación de mases, demientres que señalamos 4,5 N na escala de pesos/fuercias. Faemos, darréu y de mou complementariu, delles especulaciones sobro'l pesu, per exemplu, el d' una mazana de 0,2 kg -200 gramos- de masa na Tierra (2 N; $g = 10 \text{ m/s}^2$), na Lluna (0,4 N; $g = 2 \text{ m/s}^2$), o en Xúpiter (5 N; $g = 25 \text{ m/s}^2$). Per otru llau, podemos **descomponer fuercias** (al ser magnitúes vectoriales) acordies cola apertura del ángulu que prautiquemos.



DESPLAZAMIENTOS Y CENTRO DE GRAVEDAD

Obtener las reglas de la suma de vectores al experimentar con fuerzas puede ser una tarea difícil de entender para nuestros/as alumnos/as. Para facilitar su comprensión ideamos una actividad lúdica a la que titulamos "A la búsqueda de la montera picona", para demostrar que los **desplazamientos** son vectores, considerando la regla de punta y cola. Una alumna esconde un recortable del gorro tradicional asturiano y señala en un plano las indicaciones para que lo encuentren después sus compañeros/as, contando también con la ayuda de una brújula y del dibujo de los vectores en el suelo de la pista polideportiva del patio exterior. A nivel de vectores vemos que: AB (7 pasos para el N) + BC (18 pasos para el W) = AC (resultante al NW). Es decir, en cualquier caso desde el punto de salida (A) se llega al lugar donde se halla el objeto escondido (punto C). Hacemos también juegos de representación con los brazos y vectores de cartulina.



ESPLAZAMIENTOS Y CENTRU DE GRAVEDÁ

Algamar les reglas de la suma de vectores al experimentar con fuercies pue ser una xera difícil d' entender pa los/es nuegos/es escolinos/es. Pa facilitar la so comprensión cuidamos una actividad lúdica a la que-y ponemos el titulu de "A la gueta la montera picona", pa demostrar que los **esplazamientos** son vectores, considerando la regla de punta y cola. Una escolina escuende un recortable del gorru tradicional asturianu y señala nun planu les indicaciones pa que lu alcuentren dempués los/es sos compañeros/es, contando tamién col sofitu d' una brúxula y del dibuxu de los vectores nel suelu de la pista polideportiva del patiu exterior. A nivel de vectores vese que que: AB (7 pasos pal N) + BC (18 pasos pal W) = AC (resultante pal NW). O sía, en cualesquier casu dende'l puntu d' aniciu (A) llégase al allugamientu del oxetu escondíu (puntu C). Faemos tamién xuegos de representación colos brazos y vectores de cartulina.

EL CSIC EN LA ESCUELA. CIENCIA PARA TODOS. MECÁNICA: DE LA ESTÁTICA A LA DINÁMICA
EL CSIC NA ESCUELA. CIENCIA PA TOOS. MECÁNICA: DE LA ESTÁTICA PA LA DINÁMICA



Realizamos un repaso de los experimentos realizados y continuamos con la introducción del concepto de **centro de gravedad**, o punto de aplicación del peso de un cuerpo, necesario para entender los estados de equilibrio. Llevamos a cabo experimentos con los/as niños/as para determinar el centro de gravedad en recortables de cartulina de varias formas y superficies con la ayuda de unas sencillas plumas (cordel y pesa de laboratorio), alfileres, flechas (vectores) de cartulina y tijeras. Comprobamos que el centro de gravedad se halla: en los cuerpos simétricos y de densidad uniforme (en nuestro rectángulo), en su centro geométrico; en la corona circular, en el centro de la zona interior hueca; en la media luna, en el centro de la zona simétrica exterior. Recordamos, para ampliar y consolidar los razonamientos del alumnado, el caso del equilibrio asombroso del bote de refresco inclinado para indicar que su centro de gravedad está en la zona donde se encuentra la pequeña cantidad de agua.



Faemos un repasu de los esperimentos desendolcaos y siguimos cola introducimos del conceutu de **centru de gravedá**, o puntu d´aplicadura del pesu d´un cuerpu, necesariu pa cuidar los estaos d´equilibriu. Esperimentamos colos/es neños/es pa determinar el centru de gravedá en recortables de cartulina de delles formes y superficies col sofitu d´unes cencielles plomaes (cordel y pesa de llaboratoriu), alfileres, fleches (vectores) de cartulina y tisories. Comprobamos que´l centru de gravedá s´atopa: nos cuerpos simétricos y de densidá uniforme (nel nuesu rectángulu), nel so centru centru xeométricu; na corona circular, nel centru de la zona interior güeca; na media lluna, nel centru de la zona simétrica exterior. Recordamos, p´ ampliar y afitar los razonamientos del alumnáu, el casu del equilibriu abluicante del bote de refrescu inclináu pa señalar que´l so centru de gravedá ta na zona au s´alcuentra la pequeña cantidá d´agua.



PALANCAS Y POLEAS

Consolidamos la idea de equilibrio de fuerzas mediante el trabajo con palancas y poleas. En el caso de **las palancas** analizamos la modificación de la intensidad de una fuerza, la amplitud y el sentido del movimiento empleando soportes, dinamómetros y diferentes pesos. Determinamos la relación existente entre las fuerzas que actúan en una palanca y su situación en la longitud de los brazos. A pesos iguales, la distancia de los pesos en los brazos del balancín respecto al punto de apoyo ha de ser la misma para mantener el equilibrio. Si aumentamos, por ejemplo, el doble el peso en uno de los brazos de la balanza (palanca de primer grado, donde el punto de apoyo se encuentra entre la fuerza motriz y la fuerza resistente) debemos, o bien, equiparar el peso a igual distancia en el otro brazo, o bien, alejarlo del punto de apoyo el doble de la longitud a la que se encuentra en su brazo para mantener el equilibrio. Si no es así, ya no hay equilibrio de fuerzas.



PALANQUES Y POLEES

Afitamos la idea d'equilibriu de fuercies pente medies del trabayu con palanques y polees. Nel casu de **les palanques** analizamos el camudamientu de la intensidá d'una fuercia, l'amplitú y el sen del movimientu usando soportes, dinamómetros y dellos pesos. Determinamos la rrellación esistente ente les fuercies qu'actúen nuna palanca y la situación suya na llonxitú de los brazos. A pesos iguales, la distancia de los pesos nos brazos del balancín respeito al puntu d'apoyu tien de ser la mesma para caltener l'equilibriu. Si aumentamos, per exemplu, el doble'l pesu nún de los brazos de la balanza (palanca de primer grau, onde'l puntu d'apoyu s'atopa ente la fuercia motora y la fuercia resistente) tenemos de, o bien, iguala-y el pesu a la mesma distancia nel otru brazu, o bien, alloñalo del puntu d'apoyu'l doble de la llonxitú a la que s'atopa nel so brazu pa mantener l'equilibriu. Si nun ye asina, yá nun hai equilibriu de fuercies.



Analizamos que la **palanca** es un cuerpo rígido, como una barra, que puede girar alrededor de un punto fijo. La palanca tiene tres elementos: el punto de apoyo, el brazo de la fuerza motriz (la distancia entre el punto de apoyo y el punto de aplicación de la fuerza motriz) y el brazo de la fuerza de resistencia (la distancia que separa el punto de apoyo del punto en que se encuentra la fuerza resistente). Vemos que el producto de la fuerza motriz por su brazo es igual al producto de la fuerza resistente por su brazo [$F_1 \cdot l_1 = F_2 \cdot l_2$]. Observamos que una masa de 100 gramos (0,1 kg; peso 1 N) situada a 5 cm (0,05 m) del punto de apoyo, está en equilibrio con otra masa de 20 gramos (0,02 kg; peso 0,2 N) ubicada a 25 cm (0,25 m) del punto de apoyo. Vemos también situaciones de equilibrio de fuerzas en una percha metálica, colgada de nuestro soporte de laboratorio, a la que enganchamos pesos iguales a la misma distancia del centro de apoyo, previa medida con la cinta métrica.



Analizamos que la **palanca** ye un cuerpu ríxidu, como una barra, que pue xirar alrededor d´un puntu fixu. La palanca tien tres elementos: el puntu d´apoyu, el brazu de la fuercia motora (la distancia ente´l puntu de sofitu y el puntu d´aplicación de la fuercia motora) y el brazu de la fuercia de resistencia (la distancia que separa´l puntu de sofitu del puntu nel que s´alcuentra la fuercia resistente). Vemos que´l productu de la fuercia motora pol so brazu ye igual al productu de la fuercia resistente pol brazu de so [$F_1 \cdot l_1 = F_2 \cdot l_2$]. Observamos qu´una masa de 100 gramos (0,1 kg; pesu 1 N) asitiaio a 5 cm (0,05 m) del puntu de sofitu, ta n´equilibriu con otra masa de 20 gramos (0,02 kg; pesu 0,2 N) colocao a 25 cm (0,25 m) del puntu de sofitu. Vemos tamién situaciones d´equilibriu de fuercies nuna percha metálica, colgada del nuesu soporte de llaboratoriu, a la qu´enganchamos pesos iguales a la mesma distancia del centru d´apoyu, col emplegu enantes de la cinta métrica.



Reforzamos el trabajo anterior con experimentos con poleas. La polea es una rueda de material duro que posee una hendidura en su periferia por la que puede pasar una cuerda o un cable. En una **polea simple** (cambia la dirección y el sentido de la fuerza, pero no su módulo) aplicamos en un extremo de la cuerda una fuerza motriz (F) de 5 N para elevar una botella llena de agua de 0,5 litros -masa 0,5 kg y peso 5 N; el peso de la botella de agua es la fuerza resistente (R). Realizamos, así mismo, otras medidas complementarias con la ayuda del dinamómetro para ver que en la polea fija o simple, en realidad, no se gana fuerza. Sólo facilita el trabajo de subir los cuerpos al aplicar con comodidad una fuerza motriz hacia abajo [$F = R$].



Reforzamos les xeres anteriores con esperimentos con polees. La polea ye una rueda de material duro que tien una fendedura na so periferia pela que pue pasar una cuerda o un cable. Nuna **polea simple** (camuda la direición y el sentíu de la fuerzia, pero non el so módulu) aplicamos nún de los estremos de la cuerda una fuerzia motora (F) de 5 N pa elevar una botella enllena d'agua de 0,5 lilitros -masa 0,5 kg y pesu 5 N; el pesu de la botella d'agua ye la fuerzia resistente (R). Faemos, asina mesmu, otres midíes complementaries cola ayuda del dinamómetru pa ver que na polea fixa o simple, na realidá, nun se gana fuerzia. Namái s'amenorga'l trabayu pa xubir los cuerpos al aplicar de mou más cómodu una fuerzia motora p' abaxo [$F = R$].

EL CSIC EN LA ESCUELA. CIENCIA PARA TODOS. MECÁNICA: DE LA ESTÁTICA A LA DINÁMICA
EL CSIC NA ESCUELA. CIENCIA PA TOOS. MECÁNICA: DE LA ESTÁTICA PA LA DINÁMICA



Vemos que **el sistema queda en equilibrio** gracias a la fuerza que se ejerce (10 N), bien con las manos, o bien con el gancho de la polea simple atado al soporte, al sujetar los pesos de dos botellas llenas de agua de 0,5 litros cada una (en conjunto, masa 1 kg y peso 10 N). Ejecutamos experiencias paralelas con pesas en la polea simple sujeta al soporte y marcamos con los vectores de fuerza de cartulina el módulo, la dirección y el sentido de las fuerzas. Comentamos complementariamente las ventajas del uso de la polea para elevar grandes pesos, desde la construcción de pirámides en la Antigüedad, hasta el uso actual frecuente en ámbitos diversos (construcción, montajes, etc.).



Vemos que **l sistema ta n´ equilibriu** gracias a la fuerza que s´ ejerce (10 N), bien coles manes, o bien col ganchu de la polea simple amarráu al soporte, al suxetar los pesos de dos botelles enllenes d´agua de 0,5 lilitros caúna (en conxuntu, masa 1 kg y pesu 10 N). Executamos esperiencias paraleles con pesas na polea simple suxeta al soporte y marcamos colos vectores de fuerza de cartulina l´módulu, la direición y el sentíu de les fuercies. Comentamos de mou complementariu les ventayes del usu de la polea pa xubir grandes pesos, yá dende la fechura de pirámides na Antigüedad, fasta l´usu d´anguaño dau davezu en delles estayes (construcción, montaxes, etc).



Pasamos a laborar con la **polea compuesta**. Vemos que un extremo de la cuerda está sujeto al soporte y el eje de la polea puede desplazarse verticalmente. Además, la resistencia (R) se cuelga de la propia polea y la fuerza motriz (F) se aplica al extremo libre de la cuerda. Evitamos la incomodidad de aplicar una fuerza motriz vertical hacia arriba al asociar la polea móvil a una fija; de este modo la fuerza motriz se aplica hacia abajo (las dos poleas que empleamos tienen el mismo diámetro). En este tipo de poleas sí que ganamos fuerza, además de comodidad [$R/2$]. Corroboramos que podemos elevar un peso de 2 N con una aplicación de fuerza de 1 N (hay descomposición de fuerzas: 1 N en la polea móvil y 1 N que ejerce el gancho del soporte), teniendo en cuenta que la cuerda libre recorre el doble de longitud que la de subida. Es la famosa **Ley de Oro de Leonardo da Vinci** (1452-1519): si conseguimos reducir el esfuerzo, hay que recorrer más espacio (en nuestra actividad, la sección de cuerda libre de la que tiramos hacia abajo recorre 100 cm ó 1 m, y la de la que sube 50 cm ó 0,5 m).

Pasamos a llaborar cola **polea compuesta**. Vemos qu' un estremu de la cuerda se suxeta al soporte y la exa de la polea pue esplazase verticalmente. Amái, la resistencia (R) cuélgase de la propia polea y la fuerchia motora (F) aplícase al estremu llibre de la cuerda. Evitamos la incomodidá d' aplicar una fuerchia motora vertical haza enriba al asociar la polea móvil a una fixa; d' esti mou la fuerchia motora aplícase p' abaxo (les dos polees qu' emplegamos tienen el mesmu diámetru). Nesti tipu de polees sí que ganamos fuerchia, amás de comodidá [$R/2$]. Decatámonos que podemos elevar un pesu de 2 N con una aplicación de fuerchia de 1 N (hai descomposición de fuerchies: 1 N na polea móvil y 1 N qu' exerce'l gancho del soporte), teniendo en cuenta que la cuerda llibre percuerre'l doble de llonxitú que la de xuba. Ye la famosa **Llei d' Oru de Leonardo da Vinci** (1452-1519): si llogramos amenorgar l' esfuerchiu, entós hai de percorrer más espaciu (na nuesa actividá, la seición de cuerda llibre de la que tiramos p' abaxo percuerre 100 cm ó 1 m, y la de la que xube 50 cm ó 0,5 m).



Apreciamos, tras indicar con nuestros vectores de cartulina, que la polea puede girar alrededor de su eje aplicándole las fuerzas F_1 y F_2 de igual intensidad, paralelas y de sentido contrario (par de fuerzas), en relación a las pesas que ha de subir. No obstante, una vez conseguido el equilibrio de fuerzas (tanto en la polea simple como en la compuesta) vemos que no existe ningún tipo de movimiento en el sistema. Con ello nos aproximamos, de modo intuitivo, al concepto de **momento de una fuerza** (M), referente a la intensidad de la fuerza (F) y a la distancia desde la fuerza (F) al eje de giro (d) [$M = F \cdot d$]. Concluimos que un cuerpo está en equilibrio estático si no hay movimiento alguno de traslación ni de rotación. Tanto la suma de fuerzas (traslación) como la de momentos (rotación) ha de ser cero [$\sum F = 0$] [$\sum M = 0$] [$F \cdot d = cte.$]. Alcanzamos una idea de fuerza que nos va a permitir empezar a trabajar, seguidamente, con los fundamentos elementales de la mecánica científica arquimedea.

Apreciamos, después d'amosar colos vectores nuestros de cartulina, que la polea pue xirar alrededor de la so exa aplicándo-y les fuercies F_1 y F_2 de la mesma intensidad, paraleles y de sentíu contrariu (par de fuercies), en rrellación a les peses que tien de xubir. Asina, una vegada algamáu l' equilibriu de fuercies (lo mesmo na polea simple que na compuesta) vemos que nun esiste nengún tipu de movimientu nel sistema. Con ello arimámonos de mou intuitivu, al conceutu de **momentu d'una fuerzia** (M), referente a la intensidad de la fuerzia (F) y a la distancia dende la fuerzia (F) a la exa de xiru (d) [$M = F \cdot d$]. Concluyimos qu' un cuerpu ta n' equilibriu estáticu si nun hai movimientu dalgún nin de tresllación nin de rotacismu. Lo mesmo la suma de fuercies (tresllación) que la de momentos (rotacismu) tien de ser cero [$\sum F = 0$] [$\sum M = 0$] [$F \cdot d = cte.$]. Algamamos una idea de fuerzia que mos va permitir entamar a trabayar, darréu, colos fundamentos elementales de la mecánica científica arquimedea.



LA FLOTACIÓN: DENSIDAD, PESO Y EMPUJE

Habiendo partido del modelo teleológico aristotélico, muy similar a la perspectiva del pensamiento intuitivo con el que operan nuestros/as alumnos/as, y tras definir de modo sistemático el concepto de vector pasamos seguidamente a analizar los aspectos en los que se fundamenta la **flotación** de los cuerpos, ayudados por el recurso a la historia de la ciencia que nos proporciona la hidrostática de **Arquímides de Siracusa** (287-212 a.C.). Para empezar, planteamos al alumnado preguntas elementales: ¿qué cuerpos flotan? ¿qué cuerpos no flotan? ¿por qué flotan, o no, los cuerpos? ¿qué fuerzas actúan? Experimentamos y tras echar en un bidón lleno de agua diversos objetos vemos que muchos de ellos flotan (pelotas y pajitas de plástico, corchos, una lámina finísima de aluminio, tapones de plástico, pinzas de madera, palillos chinos o globos hinchados), mientras que otros objetos no flotan (monedas metálicas, enganches de la pinzas, alubias, lentejas, macarrones o canicas). Ciertamente hay algo de verdad en la explicación mayoritaria que dan los/as niños/as de que los objetos más pesados tienden a hundirse y que los más ligeros flotan. No obstante, explicamos que la magnitud más relevante en la flotación es la **densidad** (kg/m^3 , g/cm^3), es decir, la relación que existe entre la masa de un cuerpo (kg , g) y el volumen (m^3 , cm^3) que ocupa en el espacio. De este modo, a nivel de ejemplo, vemos que la densidad de la moneda de dos céntimos de euro que no flota es mayor que la del globo amarillo que flota, si bien éste tiene mayor volumen. Recordamos, para dar razón explicativa de estos fenómenos, que la materia está compuesta de moléculas conformadas por átomos y que su disposición es más compacta en los sólidos que en los líquidos y en los gases. Así mismo, indicamos que en la flotación actúan dos fuerzas fundamentales: **el peso**, hacia abajo en referencia a la ley de la gravedad, y **el empuje** que ejerce el agua hacia arriba. De este modo apreciamos que el agua ejerce más empuje sobre el globo amarillo que sobre la pelota de goma ligeramente hundida, si bien ambos objetos flotan (téngase en cuenta que están llenos de aire) porque su densidad es menor que la del agua.



LA FLOTACIÓN: DENSIDAD, PESU Y EMPUXAMIENTU

Entamando pol modelu teleolóxicu aristotélicu, bien asemeyáu a la perspeutiva del camentamientu intuitivu col que llaboren los/es nuegos/es escolinos/es, y dempués de definir de mou sistemáticu'l conceutu de vector pasamos darréu a faer un análisis de los aspectos nos que se sofita la **flotación** de los cuerpos, aidaos pol recursu a la hestoria de la ciencia que mos da la hidrostática d' **Arquímedes de Siracusa** (287-212 e.C.). Pa comezar, plantegamos al alumnáu entrugues elementales: ¿qué cuerpos floten? ¿qué cuerpos nun floten? ¿por qué floten, o non, los cuerpos? ¿qué fuerces actúen? Esperimentamos y dempués d' echar nun bidón enllenu d' agua dellos oxetos vemos que munchos d' ellos floten (pelotes y payines de plásticu, corchos, una llámina perfina d' aluminiu, taponos de plásticu, pines de madera, palinos chinos o globos hinchaos), demientres qu' otros oxetos nun floten (monedes metáliques, enganches de les pines, fabes, llenteyes, macarrones o caniques). Ye cierto q' hai dalgo de verdá na esplicación mayoritaria que dan los/es neños/es de que los oxetos más pesaos tienden a fundise y que los más llixeros floten. De cualesquier manera, desplicamos que la magnitú cimera na flotación ye la **densidá** (kg/m^3 , g/cm^3), ye dicir, la rellación qu' esiste ente la masa d' un cuerpu (kg, g) y el volume (m^3 , cm^3) qu' ocupa nel espaciu. D' esti mou, a nivel d' exemplu, vemos que la densidá de la moneda de dos céntimos d' euru que nun flota ye mayor que la del globu mariellu que flota, si bien ésti tien mayor volume. Recordamos, pa da-yos razón esplicativa a estos fenómenos, que la materia se compón de moléculas iguaes por átomos y que la so disposición ye más compauto nos sólidos que nos líquidos y nos gases. Asina mesmu, indicamos que na flotación actúen dos fuerces cimeres: **el pesu**, p' abaxo en referencia a la llei de la gravedá, y l' **empuxamientu** qu' exerce l' agua p' arriba. D' esta mena apreciamos que l' agua exerce más empuxamientu sobro'l globu mariellu que sobro la pelota de goma llixeramente fundida, si bien ambos oxetos floten (téngase en cuenta que tán enllenos d' aire) porque la so densidá ye menor que la del agua.



Llevamos a cabo nuevas actividades para observar, reflexionar y ahondar sobre el concepto de **densidad**. Introducimos en el agua cinco botellas del mismo material, tamaño y forma de 33,3 cl ($333 \text{ ml} = 333 \text{ cm}^3 = 333 \text{ gramos} = 1/3 \text{ litro} = 1/3 \text{ kg}$) en las que se metió previamente alcohol de 96° , aceite de girasol, agua corriente, agua salada y canicas de vidrio. Observamos, atendiendo al grado de mayor o menor flotación, la ubicación de las botellas con las **diferentes sustancias**: alcohol, aceite, agua, agua salada y canicas. Es decir, las sustancias menos densas se sitúan en el agua, de forma correlativa, por encima de las que tienen más densidad (por ejemplo, el alcohol es menos denso que el aceite, o el agua salada tiene más densidad que el agua corriente).



Faemos nuevas xeres pa observar, reflexonar y afondar sobre'l conceutu de **densidá**. Inxerimos nel agua cinco botelles del mesmu material, tamaño y forma de 33,3 cl ($333 \text{ ml} = 333 \text{ cm}^3 = 333 \text{ gramos} = 1/3 \text{ litru} = 1/3 \text{ kg}$) nes que metimos enantes alcohol de 96° , aceite de xirasol, agua corriente, agua salao y caniques de vidriu. Observamos, atendiendo al grau de mayor o menor flotación, l'allugamientu de les botelles con **delles sustancias**: alcohol, aceite, agua, agua salao y caniques. Ye dicir, les sustancias menos denses asítiense nel agua, de mou correllativu, penriba de les que tienen más densidá (per exemplu, l'alcohol ye menos denso que l'aceite, o l'agua salao tien más densidá que l'agua corriente).



Realizamos comprobaciones sobre el **peso de varios objetos dentro y fuera del agua**. Como ejemplo significativo nos referimos previamente al peso de una botella de 33,3 cl (vacía tiene una masa de 0,020 kg por su estructura de plástico) llena de canicas fuera y dentro del agua que tiene una masa de 455 gramos (0,455 kg) y un peso normal de 4,55 N. Dentro del agua la botella pesa 1,02 N, estimación que relacionamos con el peso de una botella exactamente igual llena de agua que tiene una masa de 353 gramos (0,353 kg) con un peso en el aire de 3,53 N y de 0 N en el medio acuático. Comprobamos que la botella de canicas pesa en el agua 1,02 N dado que el agua ejerce un empuje de 3,53 N ($1,02\text{ N} + 3,53\text{ N} = 4,55\text{ N}$). Señalamos seguidamente en una tabla los cálculos y anotaciones sobre las medidas de los pesos de materiales dentro y fuera del agua.



Faemos comprobaciones sobre'l **pesu de dellos oxetos dentro y fuera del agua**. Como exemplu significativu referímonos enantes al pesu d' una botella de capacidá 33,3 cl (vacía tien una masa de 0,020 kg pola so cadarma de plástico) enllena de caniques fuera y dentro del agua que tien una masa de 455 gramos (0,455 kg) y un pesu normal de 4,55 N. Dentro del agua la botella pesa 1,02 N, estimación que rellacionamos col pesu d' una botella exautamente igual enllena d' agua que tien una masa de 353 gramos (0,353 kg) con un pesu nel aire de 3,53 N y de 0 N nel mediu acuáticu. Comprobamos que la botella de caniques pesa nel agua 1,02 N pola mor que l' agua exerce un empuxamientu de 3,53 N ($1,02\text{ N} + 3,53\text{ N} = 4,55\text{ N}$). Señalamos darréu nuna tabla los cálculos y anotaciones sobre les midíes de los pesos de materiales dentro y fuera del agua.

EL CSIC EN LA ESCUELA. CIENCIA PARA TODOS. MECÁNICA: DE LA ESTÁTICA A LA DINÁMICA
EL CSIC NA ESCUELA. CIENCIA PA TOOS. MECÁNICA: DE LA ESTÁTICA PA LA DINÁMICA



El **peso** (vector naranja) del bote de refresco o del globo hinchado ejerce una fuerza hacia abajo en relación a la gravedad, mientras que el agua ejerce una fuerza hacia arriba o **empuje** (vector morado) que hay que relacionar fundamentalmente con el volumen. La **diferencia** señalada en los datos de abajo se refiere al empuje, es decir, al peso de la botella llena de agua. Realizamos una aproximación al principio de Arquímedes señalando que toda botella sumergida en el agua experimenta un empuje hacia arriba igual al peso del líquido que desaloja.

El **pesu** (vector naranxa) del bote de refrescu o del globu hincháu fai una fuercia p´abaxo en rrellación a la gravedá, demientras que l´agua exerce una fuercia p´arriba o **empuxamientu** (vector moráu) qu´hai de rrellacionar fundamentalmente col volume. La **diferencia** señalada nos datos d´embaxo refiese al empuxamientu, o sía, al pesu de la botella enllena d´agua. Averámonos al principiu d´Arquímedes señalando que toa botella somerxida nel agua esperimenta un puxu p´enriba igual al pesu del llíquidu qu´ espulsa.

<u>Material</u>	<u>Masa</u>	<u>Peso/pesu</u>	<u>Peso en el agua/pesu nel agua</u>	<u>Diferencia</u>
Agua	0,353 kg	3,53 N	0 N	3,53 N
Canica	0,455 kg	4,55 N	1,02 N	3,53 N
Agua con sal	0,366 kg	3,66 N	0,13 N	3,53 N
Refresco/u	0,368 kg	3,68 N	0,15 N	3,53 N
Aceite	0,320 kg	3,20 N	0 N [-(0,33) N]	[3,53 N]
Alcohol	0,286 kg	2,86 N	0 N [-(0,67) N]	[3,53 N]
Globo/u	0,003 kg	0,03 N	0 N [-(3,50) N]	[3,53 N]

Notas: agua, canicas, agua salada, aceite y alcohol introducidos en botellas de plástico exactamente iguales de **capacidad de 33,3 cl** [masa total de la botella llena de agua = **0,353 kg** (0,333 kg el líquido + 0,020 kg la estructura de plástico)]. El bote de refresco cilíndrico con capacidad también de 33,3 cl. El globo se hinchó hasta obtener una masa total de 0,003 kg.

Notes: agua, caniques, agua salao, aceite y alcohol inxeríos en botelles de plásticu asemeyaes dafechu de **capacidá de 33,3 cl** [masa total de la botella enllena d´agua = **0,353 kg** (0,333 kg el llíquidu + 0,020 kg la estructura de plásticu)]. El bote de refrescu cilíndricu con capacidá tamién de 33,3 cl. El globu hinchóse fasta algamar una masa total de 0,003 kg.



DENSIDAD, MASA Y VOLUMEN

$$1 \text{ kg} = 1.000 \text{ gramos} = 1.000 \text{ ml} = 1 \text{ dm}^3 = 1.000 \text{ cm}^3$$

$$1 \text{ gramo/gramu} = 1 \text{ ml} = 1 \text{ cm}^3$$

Seguidamente realizamos otra experiencia para calcular la **densidad** de una cadena de pesas metálicas de masa 0,500 kg (peso = 5 N). Introducimos la cadena de pesas en un vaso lleno de agua y observamos el agua que desaloja en el cubo de cristal. Con la ayuda de la balanza digital medimos la masa de agua desalojada restando la masa del cubo con agua (0,590 kg) y vacío (0,523 kg), que nos da un valor de 0,067 kg (67 gramos = 67 cm³). Obtenemos la densidad de la cadena metálica mediante el cociente entre su masa (500 gramos) y su volumen (67 cm³) que nos da un valor de 7,46 gramos/cm³ (como orientación indicamos que la densidad del hierro es 7,87 gramos/cm³). El alumnado alcanza la idea matemática de que la densidad es la masa de 1 dm³.



DENSIDAD, MASA Y VOLUME

De siguío desendolcamos otra xera experimental pa calcula-y la **densidá** a una cadena de peses metáliques de masa 0,500 kg (pesu = 5 N). Introducimos la cadena de peses nun vasu enllenu d'agua y observamos l'agua qu'espulsa nel cubu de cristal. Cola ayuda de la balanza dixital midimos la masa d'agua espulsao restando la masa del cubu con agua (0,590 kg) y vacíu (0,523 kg), que mos da un valor de 0,067 kg (67 gramos = 67 cm³). Llogramos saber la densidá de la cadena metálica pente medies del cociente ente la so masa (500 gramos) y el so volume (67 cm³) que mos da un valor de 7,46 gramos/cm³ (como orientación indicamos que la densidá del fierro ye 7,87 gramos/cm³). L'alumnáu algama la idea matemática de que la densidá ye la masa de 1 dm³.



FLOTACIÓN: BARCOS, CORCHOS Y SUBMARINOS

Para ver de forma más clara el concepto de flotación, construimos un **barco** con una botella abierta (casco), imanes (quilla) y clavos (mástil). Echamos canicas (lastre) para comprobar la situación adecuada de flotación. Reforzamos las experiencias sobre flotación con ejercicios con corchos/globos, canicas y vasitos de plástico que introducimos en un barreño lleno de agua. Representamos los vectores de **fuerzas**, respectivamente, empuje (hacia arriba con el vector de color azul) y peso (hacia abajo con el vector de color naranja).



FLOTACIÓN: BARCOS, CORCHOS Y SOMARINOS

Pa pescanciar meyor el conceutu de flotación, construyimos un **barcu** con una botella abierta (casco), imanes (quilla) y clavos (mástil). Echámos-y banzones (llastre) pa comprobar la mena afayada de flotación. Afitamos les xeres sobre flotación con exercicios con corchos/globos, caniques y vasinos de plásticu qu' introducimos nun barreñu enllenu d'agua. Representamos los vectores de **fuercies**, respetivamente, empuxamientu (p' arriba col vector de color azul) y pesu (pembaxo col vector de color naranxa).



En relación con el principio de Arquímedes indicamos que el **peso total de un cuerpo que flota** es igual al de su parte sumergida llena de agua. Si ponemos más peso en la quilla (añadiendo un imán más) debemos compensarlo con un contrapeso (añadiendo las canicas adecuadas) en la parte emergida del casco. Por otra parte, vemos que el corcho flota de modo natural ya que es una materia que contiene aire que se introduce en sus poros. Si atamos una pesa de pescar al **corcho** con cinta aislante, vemos que se va al fondo del recipiente lleno de agua, dado que ahora el peso del corcho-cinta-plomo es mayor que el empuje que ejerce el agua.



En relación col principiu d' Arquímedes indicamos que'l **pesu total d'un cuerpu que flota** ye igual al de la so parte somerxada enllena d' agua. Si ponemos más pesu na quilla (amestándoy un imán más) tenemos de compensalu con un contrapesu (añadiendoy les caniques necesaries) na parte emerxada del cascu. Per otra parte, vemos que'l corchu flota de mou ñatural yá que ye una materia que contién aire que s' introduz nos sos poros. Si-y atamos una pesa de pescar al **corchu** con cinta aislante, vemos que va pa lo fondo del recipiente enllenu d' agua, pola mor qu' agora'l pesu del corchu-cinta-plomu ye mayor que l' empuxamientu qu' exerce l' agua.

EL CSIC EN LA ESCUELA. CIENCIA PARA TODOS. MECÁNICA: DE LA ESTÁTICA A LA DINÁMICA
EL CSIC NA ESCUELA. CIENCIA PA TOOS. MECÁNICA: DE LA ESTÁTICA PA LA DINÁMICA



Finalmente, construimos un **submarino** empleando una botella de plástico con un orificio en el tapón y tres agujeritos en la línea de flotación (debajo, delante y detrás), unos clavos grandes (quilla), un globo (para inflar y desinflar), un tubito de paso y una jeringuilla de aire (o insuflar también con la boca por un pitorro). Al soltar y deshinchar el globo, baja al introducirse agua; al inflar y sujetar con el dedo, el submarino sube al desalojar el aire del globo hinchado el agua.

<u>Peso</u>	<u>Empuje</u>	<u>Situación del submarino</u>
Mayor (aumenta)	Menor (disminuye)	Baja (se hunde en el fondo)
Menor (disminuye)	Mayor (aumenta)	Sube (flota en superficie)
Igual al empuje	Igual al peso	Equilibrio en el interior (se mantiene entre aguas)



A lo cabero, construyimos un **somarín** empleando una botella de plástico con un furacu nel tapón y tres furaquinos na llinia de flotación (embaxo, delante y per detrás), unos clavos grandes (quilla), un globu (inflar y desinflar), un tubín de pasu y una xeringuina d' aire (o inflar tamién cola boca por un pitorru). Al soltar y deshinchar el globu, baxa al introducise agua; al inflar y suxetar col deu, el somarín xube al sacar l' aire del globu hincháu l' agua.

<u>Pesu</u>	<u>Empuxamientu</u>	<u>Abellugamientu del somarín</u>
Mayor (aumenta)	Menor (amenorga)	Baxa (va pa lo fondero)
Menor (disminuye)	Mayor (aumenta)	Xube (flota na superficie)
Igual al puxu	Igual al pesu	Equilibriu nel interior (caltiénse ente agües)



DE LA ESTÁTICA A LA DINÁMICA

Hemos visto que en estática la suma de momentos y de fuerzas es igual a cero. A modo introductorio, planteamos el paso de la estática a la dinámica mediante la explicación del **ciclo del agua en la naturaleza**. Si se evapora en el mar 1 dm^3 de agua ($1 \text{ litro} = 1 \text{ kg} = 1.000 \text{ gramos} = 10 \text{ N}$) y el vapor de agua asciende a una altura de 100 metros se estará llevando a cabo un trabajo (en este caso, $T = 10 \text{ N} \cdot 100 \text{ m} = 1.000 \text{ J}$) desde el punto de vista que es una fuerza en movimiento que luego produce energía. Realizamos una breve introducción a la dinámica para ver algunos ejemplos sencillos de relación entre fuerzas y movimientos observados.



DE LA ESTÁTICA PA LA DINÁMICA

Viose que n´ estática la suma de momentos y de fuercies ye igual a cero. A mou d´ entamu, plantegamos el pasu de la estática pa la dinámica pente medies de la esplicación del **ciclu del agua na naturaleza**. Si hai un evaporamientu na mar de 1 dm^3 d´ agua ($1 \text{ llitru} = 1 \text{ kg} = 1.000 \text{ gramos} = 10 \text{ N}$) y el vapor d´ agua xube fasta un altor de 100 metros, tará desendolcándose un trabayu (nesti casu, $T = 10 \text{ N} \cdot 100 \text{ m} = 1.000 \text{ J}$) dende´ l puntu de vista qu´ hai una fuercia en movimientu que darréu produz enerxía. Faemos una curtia introducción a la dinámica pa ver dalgunos exemplos cenciellos de rrellación ente fuercies y movimientos observaos.

EL CSIC EN LA ESCUELA. CIENCIA PARA TODOS. MECÁNICA: DE LA ESTÁTICA A LA DINÁMICA
EL CSIC NA ESCUELA. CIENCIA PA TOOS. MECÁNICA: DE LA ESTÁTICA PA LA DINÁMICA



Comprobamos que un libro permanece en estado de reposo mientras no se aplique una fuerza que lo mueva (bien para levantarlo, moverlo sobre la mesa o que se deje caer al suelo). Observamos que el libro se desplaza encima de la mesa cuando la fuerza aplicada supera a la de **rozamiento** de la superficie de la mesa y al peso del propio libro en relación con la gravedad. Vemos, con la ayuda de la cinta métrica, que al empujar el libro con la suficiente fuerza éste se desplaza en la superficie de la mesa. Más fácil es mover una pelotita de goma, dado que su forma esférica vence con más facilidad el rozamiento.



Comprobamos qu' un llibre permanez n' estáu de reposu demientres nun s' aplique una fuercia que lu mueva (bien pa lleventalu, movelu sobre la mesa o que se dexen caer pal suelu). Observamos qu' el llibru s' esplaza enriba de la mesa cuando la fuercia aplicada supera a la de **rozadura** de la superficie de la mesa y al pesu del propiu llibru en rellación cola gravedá. Vemos, cola ayuda de la cinta métrica, qu' al empujar el llibru con abonda fuercia ésti s' esplaza na superficie de la mesa. Más fácil ye mover una pelotina de goma, yá que la so forma esférica vence con más facilidá la rozadura.



Aprovechamos, a modo de repaso y complemento, para establecer algunas consideraciones y comparaciones en referencia a ciertas **fuerzas de la naturaleza** fáciles de comprender para los/as niños/as por su carácter intuitivo. Si dejamos caer un imán se desplazará hacia el suelo (por su peso) por la fuerza de la gravedad. Si empujamos ese mismo imán sobre la superficie de un plano recto (encima de la mesa), tendrá un desplazamiento en virtud de la fuerza aplicada, teniendo en cuenta la fuerza de rozamiento de la base y el peso del imán. Finalmente, apreciamos los efectos de la dinámica de las líneas de fuerza de un imán de neodimio sobre un *clip* metálico en suspensión en el **campo magnético**. Realizamos, al mismo tiempo, ejercicios de vocabulario comparado.

Aprovechamos, a modo de repaso y complementu, pa faer dalgunes consideraciones y comparances en referencia a delles **fuercies de la ñaturaleza** fáciles de comprender pa los/es neños/es pol so carácter intuitivu. Si dexamos cayer un imán, esplazaráse pal suelu (pol so pesu) pola fuercia de la gravedá. Si empuxamos esi mesmu imán sobro la superficie d´un planu reutu (enriba de la mesa), tendrá un esplazamientu no tocante a la fuercia aplicada, teniendo en cuenta la fuercia de rozadura del sofitu y el pesu del imán. Pa finar, güeyamos los efeutos de la dinámica de les llinies de fuercia d´un imán de neodimiu sobro un *clip* metálicu en suspensión nel **campu magnético**. Llaboramos, al mesmu tiempo, con exercicios de vocabulariu comparáu.

CASTELLANO/U

ASTURIANO/U

INGLÉS

mecánica

mecánica

mechanics

estática

estática

statics

imán

imán

magnet

campo magnético

campu magnético-u

magnetic field

gravedad

gravedá

gravity

rozamiento

rozadura

touch

inercia

inercia

inertia

naturaleza

ñaturaleza/ñatura

nature

EL CSIC EN LA ESCUELA. CIENCIA PARA TODOS. MECÁNICA: DE LA ESTÁTICA A LA DINÁMICA
EL CSIC NA ESCUELA. CIENCIA PA TOOS. MECÁNICA: DE LA ESTÁTICA PA LA DINÁMICA



Hacemos también experiencias sencillas y divertidas para comprender la fuerza de la **inercia** definida por **Galileo Galilei** (1564-1642). Si tiramos lentamente, la cartulina arrastra al corcho en su superficie. En cambio, si tiramos de modo muy rápido el corcho queda en su sitio de referencia al retirar el mantel de cartulina. De forma complementaria vemos que si tiramos una pelotita de goma, mientras nos desplazamos en una silla de ruedas, cae a nuestra base de lanzamiento, dado que la pelotita acompaña nuestro movimiento. La filosofía de la ciencia de Galileo nos servirá de fundamento para un próximo trabajo de investigación sobre las leyes de la dinámica (inercia; fuerza, masa y aceleración; acción y reacción) de **Isaac Newton** (1642-1727).



Faemos también experiencias sencillas y divertidas para comprender la fuerza de la **inercia** definida por **Galileo Galilei** (1564-1642). Si tiramos lentamente, la cartulina arrastra al corcho en su superficie. En cambio, si tiramos de modo muy rápido el corcho queda en su sitio de referencia al retirar el mantel de cartulina. De forma complementaria vemos que si tiramos una pelotita de goma, mientras nos desplazamos en una silla de ruedas, cae a nuestra base de lanzamiento, porque la pelotita acompaña nuestro movimiento. La filosofía de la ciencia de Galileo nos servirá de fundamento para un próximo trabajo de investigación sobre las leyes de la dinámica (inercia; fuerza, masa y aceleración; acción y reacción) de **Isaac Newton** (1642-1727).



ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

El trabajo en el área de Lengua Asturiana, de acuerdo con el currículo, debe atender al desarrollo global de las competencias básicas y a la mejora global de los aprendizajes de forma que éstos sean significativos. Para complementar nuestras labores teórico-prácticas sobre mecánica llevamos a cabo tareas de **dibujo libre** (sobre los experimentos realizados) y de **lingüística comparada** tomando como referencia el latín. Estas actividades sirven para realizar un repaso del **registro lingüístico** de preguntas y respuestas, con la ayuda de **fichas didácticas** específicas bilingües (castellano/asturiano), que hemos realizado en nuestro proyecto.

XERES PA COMPLEMENTAR

El trabayu nel área de Llingua Asturiana, no tocante al currículu, tien d'atender al desarrollu global de les competencias básiques y al ameyoramientu global de los deprendimientos de manera qu'éstos seyan significativos. Pa complementar los nuegos llabores teórico-prácticos sobro mecánica faemos xeres de **dibuxu llibre** (sobro los esperimentos fechos) y de **lilingüística comparada** tomando como referencia'l llatín. Estes actividaes tien el valir pa faer un repasu del **rexistru lilingüísticu** d'entruques y rempuetes, cola ayuda de **fiches didáutiques** específiques bilingües (castellanu/asturiano), que se desendolcaron nel proyeutu de nueso.

LATÍN/LLATÍN

ignis-is
aer-aeris
aqua-ae
terra-ae
gravitās-atīs
impulsus-ūs

ASTURIANO/U

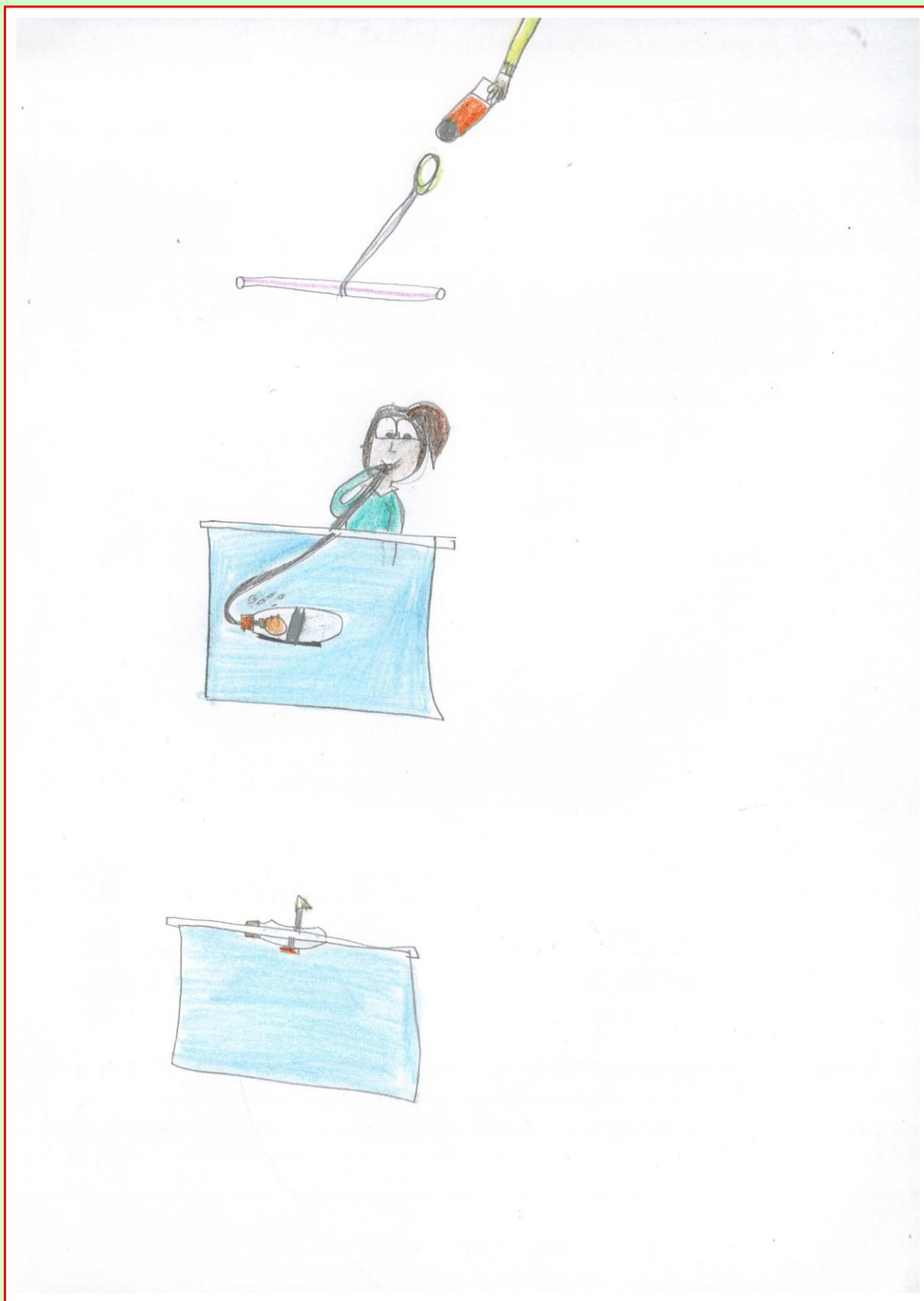
fueu
aire
agua
tierra
gravedá
empuxamientu

CASTELLANO/U

fuego
aire
agua
tierra
gravedad
empuje

EL CSIC EN LA ESCUELA. CIENCIA PARA TODOS. MECÁNICA: DE LA ESTÁTICA A LA DINÁMICA
EL CSIC NA ESCUELA. CIENCIA PA TOOS. MECÁNICA: DE LA ESTÁTICA PA LA DINÁMICA

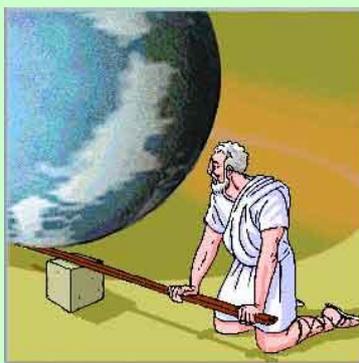




EL CSIC EN LA ESCUELA. CIENCIA PARA TODOS. MECÁNICA: DE LA ESTÁTICA A LA DINÁMICA
EL CSIC NA ESCUELA. CIENCIA PA TOOS. MECÁNICA: DE LA ESTÁTICA PA LA DINÁMICA

<u>LATÍN/LLATÍN</u>	<u>ASTURIANO/U</u>	<u>CASTELLANO/U</u>	<u>DIBUJO/DIBUXU</u>
ignis-is	fueu	fuego	
aer- aeris	aire	aire	
agua-ae	agua	agua	
terra-ae	tierra	tierra	
gravitās-atis	gravedá	gravedad	
impulsus-us	empuxamientu	empuje	

LA MECÁNICA EN LAS EDADES ANTIGUA Y MODERNA



Arquímedes levantando la bola del Mundo con una palanca

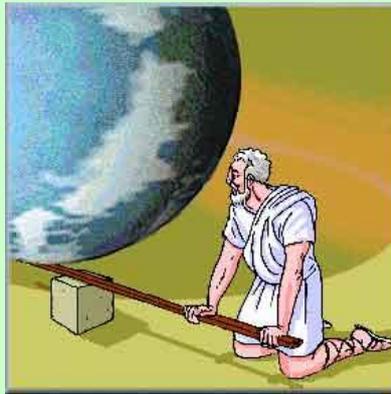
LA MECÁNICA ARISTOTÉLICA. La física teleológica aristotélica planteaba, en contra de los atomistas griegos, que todo cuerpo en movimiento sólo se detiene si no hay una causa que lo mantenga en movimiento, rechazando al mismo tiempo la idea de vacío. Aristóteles (384-322 a.C.) también defendió que los cuerpos caen más o menos deprisa según sean, respectivamente, menos o más ligeros y que los proyectiles lanzados horizontalmente se mueven así hasta que se detienen y caen verticalmente. Planteó un Universo geocéntrico de esferas, limitado por las estrellas fijas, formado por un mundo incorruptible supralunar (de éter) y un mundo sublunar, con la Tierra inmóvil, sujeto a cambio donde se ubicaban en orden de arriba hacia abajo los elementos fuego, aire, agua y tierra, que se dirigían siempre a su lugar natural.

LA FÍSICA MATEMÁTICA DE GALILEO. La Revolución Científica, iniciada por Copérnico (1473-1543), propuso un nuevo Cosmos heliocéntrico y una nueva visión de la mecánica basada en los estudios galileanos. Galileo (1564-1642) en sus primeros experimentos, para defender el movimiento de la Tierra, planteó que una piedra lanzada desde una torre cae junto a su base y no lejos de ella, en el sentido de que la piedra acompaña el movimiento de la Tierra aunque no sea perceptible para nosotros. También demostró que los cuerpos de diferentes pesos (excepto los muy ligeros, como una pluma) caen a la misma velocidad, que la velocidad de caída de un objeto en un plano inclinado crece de modo uniforme con el tiempo empleado en el recorrido y que ese objeto (por ejemplo, una bola de acero) después de rodar por él sigue moviéndose en el plano horizontal con una velocidad constante hasta que el rozamiento o el aire lo hacen parar. De este modo, concluyó que un cuerpo en movimiento sigue así sin que necesite una fuerza para mantenerlo, refutando por lo tanto la teoría aristotélica. Este planteamiento se convertiría en el *principio de inercia*, base de la nueva mecánica de Descartes (1596-1650) y Newton (1642-1727).

LA DINÁMICA NEWTONIANA. Isaac Newton (1642-1727) publicó en los *Principios Matemáticos de la Filosofía Natural* (1687) los fundamentos que permiten pensar y predecir el movimiento de los cuerpos. Newton presentó una teoría general de la gravitación que explicaba que el mismo tipo de fuerzas que mantiene a la Tierra girando alrededor del Sol hace que una manzana caiga del árbol al suelo. Por otra parte, Newton defendió en la *Óptica* (1704) la *teoría corpuscular de la luz*, con importantes investigaciones empleando prismas. También estudió las relaciones de fuerzas en la cosmología mecánica, postulando que en el movimiento de la Tierra -en órbita elíptica- alrededor del Sol, la *fuerza centrípeta*, o fuerza responsable de que un cuerpo se mueva siguiendo una trayectoria curva cerrada, es la *fuerza gravitatoria* existente entre los dos astros.

LAS LEYES DE LA DINÁMICA DE NEWTON. *Ley de la inercia:* si sobre un cuerpo en estado de *reposo* o de *movimiento rectilíneo uniforme* no actúa ninguna fuerza o si la resultante de las fuerzas que intervienen es nula, el cuerpo se mantendrá en el estado en el que se encuentra. *Ley fundamental de la dinámica:* si sobre un cuerpo actúa una fuerza resultante, se producirá una *aceleración* directamente proporcional a la fuerza aplicada, siendo la masa del cuerpo la constante de proporción [F (N) = m (kg) · a (m/s²)]. *Ley de acción y reacción:* si un cuerpo ejerce una fuerza, *acción*, sobre otro cuerpo, éste, a su vez, ejerce sobre aquél otra fuerza, *reacción*, de la misma intensidad y de sentido contrario.

LA MECÁNICA NES DÓMINES ANTIGUA Y MODERNA



Arquímedes levantando la bola del Mundiu con una palanca

LA MECÁNICA ARISTOTÉLICA. La física teleológica aristotélica planteaba, a la escontra de los atomistas griegos, que tou cuerpu en movimientu namás se detién si nun hai una causa que lu caltenga en movimientu, refugando al empar la idea de vacíu. Aristóteles (384-322 e.C.) tamién defendió que los cuerpos cayen más o menos apriesa según sían, respetivamente, menos o más llixeros y que los proyectiles llanzaos horizontalmente se mueven asina fasta que se detienen y caen verticalmente. Plantegó un Universu xeocéntricu d'esferes, llendáu poles estrelles fixes, conformáu por un mundu incorrompible suprallunar (d'éter) y un mundu sublunar, cola Tierra inmóvil, suxetu a cambéu au s'iguaben n'orde d'enriba pembaxo los elementos fueu, aire, agua y tierra, que s'empobinaben siempre pal so llugar natural.

LA FÍSICA MATEMÁTICA DE GALILEO. La Revolución Científica, entamada por Copérnico (1473-1543), propunxo un nuevu Cosmos heliocéntricu y una nueva visión de la mecánica sofitada nos estudios galileanos. Galileo (1564-1642) nos sos primeros esperimentos, pa defender el movimientu de la Tierra, plantegó qu'una piedra llanzada dende una torre caye xunto a la so base y non lloñe d'ella, nel sen de que la piedra acompaña'l movimientu de la Tierra aunque nun seya perceptible pa nós. Tamién demostró que los cuerpos de diferentes pesos (esceuto los mui llixeros, como una pluma) cayen a la mesma velocidá, que la velocidá de cayida d'un oxetu nun planu pindiu crez de mou uniforme col tiempu emplegáu nel percorríu y qu'esi oxetu (per exemplu, una bola d'aceru) depués de rodar por él sigue moviéndose nel planu horizontal con una velocidá constante fasta que la rozadura o l'aire lu faen parar. D'esti mou, amosó qu'un cuerpu en movimientu sigue asina sin que necesite una fuerzia pa caltenelu, refugando asina la teoría aristotélica. Esti plantegamientu tornaríase nel *principiu d'inercia*, base de la nueva mecánica de Descartes (1596-1650) y Newton (1642-1727).

LA DINÁMICA NEWTONIANA. Isaac Newton (1642-1727) espublizó nos *Principios Matemáticos de la Filosofía Natural* (1687) los sofitos que permiten pescanciar y predicir el movimientu de los cuerpos. Newton amosó una teoría xeneral de la gravitación que desplicaba que'l mesmu tipu de fuerzies que caltién a la Tierra xirando alreduro del Sol fai qu'una mazana caiga del árbol pal suelu. Per otru llau, Newton defendió na *Óptica* (1704) la *teoría corpuscular de la lluz*, con importantes investigaciones emplegando prismes. Tamién estudió les rrellaciones de fuerzies na cosmología mecánica, xustificando que nel movimientu de la Tierra -n'órbita elíptica- alreduro del Sol, la *fuerzia centrípeta*, o fuerzia responsable de qu'un cuerpu se mueva siguiendo una trayectoria curva zarrada, ye la *fuerzia gravitatoria* esistente ente los dos astros.

LES LLEIS DE LA DINÁMICA DE NEWTON. *Llei de la inercia:* si sobre un cuerpu n'estáu de *reposu* o de *movimientu rectilliniu uniforme* nun actúa fuerzia nenguna o si la resultante de les fuerzies qu'intervienen ye nula, el cuerpu caltendrás nel estáu nel que s'atopa. *Llei cimera de la dinámica:* si sobre un cuerpu actúa una fuerzia resultante, producirás una *aceleración* direutamente proporcional a la fuerzia aplicada, siendo la masa del cuerpu la constante de proporción [F (N) = m (kg) · a (m/s²)]. *Llei d'acción y reaición:* si un cuerpu exerxe una fuerzia, *acción*, sobre otu cuerpu, ésti, a lo so vegada, exerxe sobre aquél otra fuerzia, *reaición*, de la mesma intensidad y de sentíu contrariu.

MECÁNICA: DE LA ESTÁTICA A LA DINÁMICA



LA MECÁNICA (del lat. *meccánica*, y éste del gr. *mechaniké*). Parte de la física que estudia el efecto de las fuerzas sobre los cuerpos. Se divide en *cinemática* (estudia el movimiento de los sistemas materiales independientemente de las causas que lo producen), *estática* (estudia las leyes del equilibrio de los cuerpos) y *dinámica* (trata del movimiento y de las fuerzas que lo producen).

CONCEPTOS Y UNIDADES BÁSICAS EN EL SISTEMA INTERNACIONAL. *Densidad:* cociente entre la *masa* (kg) de un cuerpo y su *volumen* (m^3). *Fuerza:* la causa capaz de cambiar el estado de reposo o de movimiento de un cuerpo; es una magnitud vectorial, se mide con el *dinamómetro* y su unidad de medida es el *newton* ($1\text{ N} = 1\text{ kg} \cdot 1\text{ m/s}^2$). *Peso:* de un cuerpo es la fuerza con la que lo atrae la Tierra a su centro y se estima también en N, si bien se usa con frecuencia el *kilopondio* ($1\text{ kp} = 9,8\text{ N}$). *Centro de gravedad:* es el punto de aplicación del peso. *Aceleración de la gravedad:* es con la que caen los cuerpos hacia el centro de referencia de la Tierra, siempre con el mismo valor ($g = 9,8\text{ m/s}^2$). *Trabajo:* se define como el producto de la fuerza que se aplica sobre un cuerpo por el desplazamiento sufrido por el propio cuerpo; la unidad de trabajo es el *julio* ($1\text{ J} = 1\text{ N} \cdot 1\text{ m}$).

MÁQUINAS SIMPLES. En estática son de interés las situaciones de equilibrio de fuerzas que pueden verse en algunas máquinas simples ya empleadas en la Antigüedad. La *palanca* es una barra de hierro o madera dura que sirve para mover con más facilidad objetos pesados, apoyando un cabo en un punto debajo de ellos y haciendo fuerza en el otro [$F_1 \cdot l_1 = F_2 \cdot l_2$]. La *polea* o roldana es un aparato para levantar pesos, disminuyendo el esfuerzo, con un rodamiento con un canal por donde rota una cuerda a la que se ata el peso [F_m (fuerza motora) = F_r (fuerza resistente)].

FLOTACIÓN DE LOS CUERPOS. Arquímedes de Siracusa (287-212 a.C.) mostró que todo cuerpo de materia sólida que se introduce en un líquido experimenta una *fuerza de empuje* vertical y hacia arriba igual al peso del líquido que desaloja el cuerpo. Estos estudios de flotación son el fundamento de la ingeniería naval actual para la construcción de los barcos (hay flotación estable cuando la densidad del sólido es menor que la del líquido, y los centros de gravedad y de empuje están en la misma vertical) y de los submarinos convencionales (el submarino emerge cuando aumenta el empuje y disminuye el peso al introducir aire comprimido en sus tanques laterales; se sumerge si el peso aumenta y disminuye el empuje al desalojar el aire; queda entre aguas si el empuje y el peso son iguales).



El barco y la bicicleta mantienen el equilibrio (estática) y avanzan por fuerzas motrices (dinámica)

MECÁNICA: DE LA ESTÁTICA PA LA DINÁMICA



LA MECÁNICA (del lat. *mechanica*, y ésti del gr. *mechaniké*). Parte de la física qu' estudia l' efeutu de les fuerces sobre los cuerpos. Divídese en *cinemática* (estudia'l movimientu de los sistemas materiales independientemente de les causes que lu producen), *estática* (estudia les lleis del equilibriu de los cuerpos) y *dinámica* (trata del movimientu y de les fuerces que lu producen).

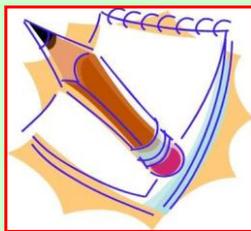
CONCEUTOS Y UNIDADES BÁSIQUES NEL SISTEMA INTERNACIONAL. *Densidá:* cociente ente la *masa* (kg) d' un cuerpu y el so *volume* (m^3). *Fuerzia:* la causa que ye quien a camudar l' estáu de reposu o de movimientu d' un cuerpu; ye una magnitú vectorial, mídese col *dinamómetru* y la so unida de midida ye'l *newton* ($1\text{ N} = 1\text{ kg} \cdot 1\text{ m/s}^2$). *Pesu:* d' un cuerpu ye la fuerzia cola que lu atraye la Tierra pal so centru y estímase tamién en N, aunque tamién s' emplega davezu'l *kilopondiu* ($1\text{ kp} = 9,8\text{ N}$). *Centru de gravedá:* ye'l puntu d' aplicación del pesu. *Aceleración de la gravedá:* ye cola que cayen los cuerpos hazal centru de referencia de la Tierra, siempre col mesmu valer ($g = 9,8\text{ m/s}^2$). *Trabayu:* defínese como'l productu de la fuerzia que s' aplica sobre un cuerpu pol esplazamientu sufríu pol propiu cuerpu; la unida de trabayu ye'l *xuliu* ($1\text{ J} = 1\text{ N} \cdot 1\text{ m}$).

MÁQUINES SIMPLES. N' estática son d' interés les situaciones d' equilibriu de fuerces que puen vese en máquinas simples yá emplegaes na Antigüedá. La *palanca* ye una barra de fierro o madera duro que val pa mover con más facilidá coses pesaes, apoyando un cabu nun puntu debaxo d' elles y haciendo fuerzia nel otru [$F_1 \cdot l_1 = F_2 \cdot l_2$]. La *polea* o roldana ye un aparatu pa llevar pesos, amenorgando l' esfuerziu, con un rodamientu con una canal per onde rueda una cuerda a onde s' amarra'l pesu [F_m (fuerzia motora) = F_r (fuerzia resistente)].

FLOTACIÓN DE LOS CUERPOS. Arquímedes de Siracusa (287-212 e.C.) amosó que tou cuerpu de materia sólido que s' introduz nun llíquidu experimenta una *fuerzia* d' empuxamientu vertical y penriba igual al pesu del llíquidu qu' espulsa'l cuerpu. Estos estudios de flotación son el sofitu de la inxeniería naval d' anguaño pa la fechura de los barcos (hai flotación estable cuando la densidá del sólido ye menor que la del llíquidu, y los centros de gravedá y de puxu tán na mesma vertical) y de los submarinos convencionales (el submarín xube cuando aumenta l' empuxamientu y amenorga'l pesu al introducir aire comprimíu nos sos tanques llaterales; baxa si'l pesu aumenta y amenorga l' empuxamientu al sacar l' aire; queda ente agües si l' empuxamientu y el pesu son iguales).



El barcu y la bicicleta caltienen l' equilibriu (estática) y avancen por fuerces motores (dinámica)



EVALUACIÓN Y CONCLUSIONES

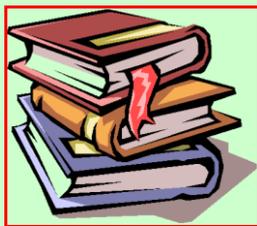
El objetivo fundamental de este proyecto ha sido el dotar de estrategias a nuestro alumnado, mediante el trabajo de la ciencia en el aula, para el **desarrollo de las competencias básicas**. Desde este punto de vista, las labores llevadas a cabo han sido positivamente significativas para la mejora de la competencia en comunicación lingüística (trabajo extenso de vocabulario en asturiano/castellano/latín/inglés, competencia matemática (tareas de medida de magnitudes, aritmética y geometría), conocimiento e interacción con el mundo físico (comprensión de los fundamentos de la física elemental), tratamiento de la información y competencia digital (en la red telemática y razonamientos teórico-prácticos), competencia social y ciudadana (el trabajo cooperativo en equipo), competencia cultural y artística (tareas complementarias de creación), competencia para aprender a aprender (el método científico), autonomía e iniciativa personal (respuestas y estrategias vistas en la resolución de experimentos).

Sobre la **asimilación teórico-práctica de contenidos** hemos tratado de seguir de forma estricta la metodología y la secuencia de ejecución planteada por los expertos del programa *El CSIC en la Escuela*. De este modo, se ha llegado a una mejor asimilación de los aspectos trabajados en el campo práctico experimental que en el meramente teórico. Se ha superado de modo, al menos satisfactorio, la dificultad de entender los conceptos fundamentales de longitud, volumen, masa, peso y fuerza. Por otra parte, la evaluación del grado de **motivación e interés del alumnado** es muy positiva, lo que refuerza el trabajo dentro del área curricular de **Lengua Asturiana**.

EVALUACIÓN Y CONCLUSIONES

L'oxetivu cimereu d'esti proyeutu foi'l pone-y estratexes al nuesu alumnáu, pente medies del trabayu de la ciencia nel aula, pal **desendolcu de les competencies básiques**. Dende esti puntu de vista, los llabores fechos foron positivamente significativos pal ameyoramientu de la competencia en comunicación llingüística (trabayu fondu de pallabreru n'asturianu/castellanu/llatín/inglés, competencia matemática (xeres de midida de magnitúes, aritmética y xeometría), conocencia ya interaición col mundiu físicu (camentamientu de los sofitos de la física elemental), tratamientu de la información y competencia dixital (na rede telemática y razonamientos teórico-práuticos), competencia social y ciudadana (el trabayu cooperativu n'equipu), competencia cultural y artística (actividaes complementaries de creación), competencia pa deprender a deprender (el métodu científicu), autonomía ya iniciativa personal (rempuestes y estratexes vistes na resolución d'esperimentos).

No tocante a l' **asimilación teórico-práctica de conteníos** tratemos de seguir de forma estricta la metodoloxía y la secuencia d'execución plantegada polos espertos del programa *El CSIC na Escuela*. D'esta mena, hebo una meyor asimilación de los aspeutos llaboraos nel campu práuticu esperimental que nel específicamente teóricu. Superóse de mou, polo menos satisfactoriu, la dificultá pa entender los conceutos fundamentales de llonxitú, volume, masa, pesu y fuercia. D'otra miente, la evaluación del grau de **motivación ya interés del alumnáu** ye bien favoratible, lo que-y da enforma puxu al trabayu dientro del área curricular de **Llingua Asturiana**.



BIBLIOGRAFÍA Y DOCUMENTACIÓN

DOCUMENTACIÓN CIENTÍFICA ESPECÍFICA

SOLÍS, C. Y SELLÉS, M. (2005): *Historia de la Ciencia*.
Edita Espasa Calpe. Madrid. 1191 pp.

SOLÍS, C. Y SELLÉS, M. (1994): *Revolución Científica*.
Edita Síntesis. Madrid. 212 pp.

DOCUMENTOS DE LA RED

Equipo de El CSIC en la Escuela. Formación del profesorado [en línea].
<<<http://www.csicenlaescuela.csic.es/>>>.

LENGUA ASTURIANA

ALLA (2000): *Diccionariu de la Llingua Asturiana*.
Edita Academia de la Llingua Asturiana. Oviedo/Uviéu. 1305 pp.

ALLA (2001): *Gramática de la Llingua Asturiana*.
Edita Academia de la Llingua Asturiana. Oviedo/Uviéu. 442 pp.

ALLA (2005): *Normes Ortográfiques*
Edita Academia de la Llingua Asturiana. Oviedo/Uviéu. 344 pp.

Oviedo/Uviéu, 17-05-2012.