

# PROPOSTA DIDÁCTICA E DESEÑO DUN EXPERIMENTO SOBRE A FORZA DE ROZAMENTO EN SUPERFICIES

**CABODEVILA PIVIDAL, ISMAEL**

**ROMERO, MARÍA J.**

*Departamento de Didácticas Aplicadas*

*Facultade de Formación do Profesorado*

*Universidade de Santiago de Compostela*

## 1. INTRODUCCIÓN

Hoxe en día, a Física e a Química enténdense como parte ou porción de algo máis grande que denominamos Ciencias. Neste senso, concíbese ciencia como “unha parte importante da nosa cultura porque ofrece un conxunto de historias explicativas substantivas que nos contan cousas novas importantes e interesantes sobre nós mesmos e sobre o mundo no que vivimos, cousas que demostraron ser perfectamente fiables e útiles” (Benlloch, 2002, p. 43). Isto non debe ser entendido no sentido de que a ciencia ten un valor de autoridade absoluta en canto ao coñecemento da realidade do mundo que nos rodea. Máis ben, a ciencia debe ser entendida como un compendio de coñecemento baseado na observación, que nos ofrece unha realidade novidosa e sorprendente que se encontra lonxe, na maioría de ocasións, do que parece ser algo de modo inmediato, e na cal se pode confiar, tanto para actuar no noso día a día, como para desenvolver avances científicos ou tecnolóxicos que melloren a nosa vida (Benlloch, 2002). Ninguén dubida da necesidade de transmitir estes coñecementos científicos ás novas xeracións e que estas sexan quen de adquirilos de forma axeitada. Neste sentido, débese destacar o papel clave que vai xogar a escola, entendida como o principal axente responsable da reprodución cultural (Benlloch, 2002) e, en consecuencia, da ciencia.

A ensinanza das ciencias asúmese como algo fundamental na actualidade, porén non foi así en todos os tempos históricos e “a xeneralización do seu estudo tivo lugar ao longo do século XX, especialmente despois da Segunda Guerra Mundial” (Sanmartí Puig, 2002, p. 11). Nos inicios do século XIX estaba reservada aos estudantes de “artes mecánicas”, ciencia militar ou agricultura. Foi a finais dese século cando, motivado pola aparición de novas profesións que necesitaban do coñecemento científico, se comezou a sistematizar o estudo da ciencia como “materias”. Dende entón, separáronse e diferenciáronse entre as disciplinas de Física, Química e Bioloxía, manténdose, case sen cambios ata hoxe. A partir da segunda metade do século XX comezouse a demandar por parte da sociedade unha maior e mellor formación científica. Isto motivou a aparición de investigacións sobre os problemas relacionados coa ensinanza das ciencias, consolidando un novo campo de investigación, a Didáctica das Ciencias. Esta disciplina tenta dar resposta aos retos sobre as novas necesidades de educación científica. Deste xeito, inténtanse resolver os problemas que xorden ao ensinar as propias ciencias.

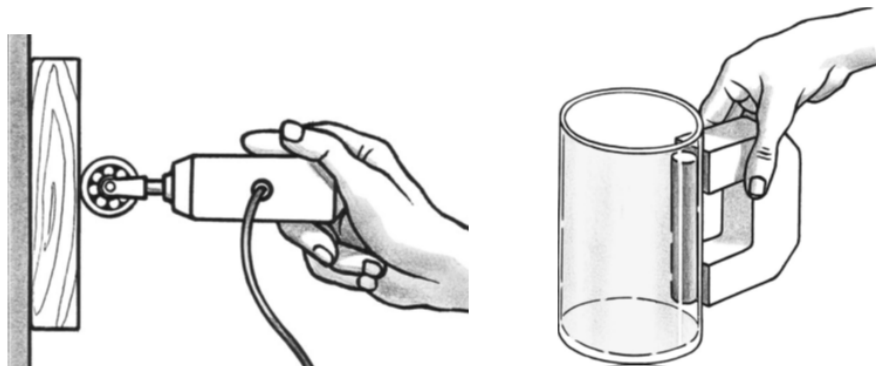
En Europa evidénciase un desinterese cada vez maior polos estudos de ámbito científico entre o alumnado. Esta problemática acrecéntase en áreas clave para o desenvolvemento socio-económico como, por exemplo, as Matemáticas, a Química e a Física. As razóns disto non son sinxelas, mais tamén existen firmes evidencias entre estas actitudes e o xeito no que a ciencia é ensinada (Rocard *et al.*, 2007). Algúns autores suxiren que, tanto a orixe, como probablemente a solución atópanse na ciencia estudada durante a educación secundaria (Amettler *et al.*, 2011). Pódese dicir que unha ampla porcentaxe do alumnado de secundaria mostra unha actitude inadecuada ante as disciplinas de ámbito científico e, polo tanto, ante a materia de Física e Química.

Neste contexto, existe unha clara preocupación entre o profesorado por desenvolver a competencia científica nos estudantes. Por iso, foron moitos os/as especialistas en Didáctica das Ciencias que aportaron diversas alternativas para tentar resolver este problema, citándose algúns exemplos como: incluír as relacións ciencia, tecnoloxía e sociedade (CTS), o uso da propia historia da ciencia, o emprego de contidos científicos presentes nos medios de comunicación, a realización de traballos prácticos, en especial os que impliquen á indagación e á argumentación, etc. Pódese resaltar que hoxe en día a ensinanza das ciencias propón obxectivos relacionados tanto co *saber* como co *facer ciencias*. Para iso cobra especial importancia que o alumnado practique o traballo científico e se enfrente a situacións problemáticas realistas, é dicir, débese ofrecer a posibilidade de que practiquen a indagación (Cañal de León e Perales Palacios, 2000).

Polo tanto, pódese dicir que o proceso de ensinanza-aprendizaxe das materias científicas en xeral, e da Física e Química en particular, presenta na actualidade moitos retos orientados a solucionar e/ou mellorar as dificultades de aprendizaxe asociadas a estas disciplinas. Por esta razón, as persoas involucradas na ensinanza das ciencias están a explorar novas metodoloxías co obxectivo de mellorar o proceso de ensinanza-aprendizaxe.

Entre os contidos máis difíciles de asimilar por parte do alumnado das materias de Física e Química atópanse aqueles relacionados coas forzas e os seus efectos. Na literatura hai descritas algunhas estratexias didácticas de carácter experimental para o ensino das forzas de rozamento na aula como se mostra na Figura 1 (Besson, Borghi, De Ambrosis e Mascheretti, 2007; Besson, Borghi, De Ambrosis e Mascheretti, 2010).

Este traballo que presentamos consistiu nunha proposta de intervención nunha aula de secundaria, cuxo obxectivo principal foi acadar unha mellora na comprensión e aprendizaxe das forzas de rozamento por parte do alumnado. A proposta baseouse nun *problema auténtico* que foi resolto no laboratorio mediante un proceso de indagación. Ademais analizouse a idoneidade deste tipo de propostas metodolóxicas na mellora das actitudes do alumnado ante as disciplinas científicas.



**Figura 1.** Exemplos de experiencias na aula para o estudo de varios tipos de rozamento. Figuras reproducidas do artigo de Besson *et al.* (2007), co permiso da American Association of Physics Teachers.

## 2. PROBLEMAS AUTÉNTICOS, INDAGACIÓN E ANDAMIAXE

As metodoloxías empregadas na aula son fundamentais para dar solución á problemática que existe en relación ás actitudes dos discentes ante as disciplinas científicas. Na actualidade a aprendizaxe das ciencias inclúe por en práctica o traballo científico, é dicir, realizar indagacións (entre outras). En particular, ten especial relevancia a resolución de actividades baseadas nun contexto problemático (Cañal de León e Perales Palacios, 2000).

Un bo contexto problemático pódese conseguir cos problemas auténticos. Un problema auténtico pódese entender como aquel no que se dan fundamentalmente dúas condicións: a primeira é que o contexto deste sexa relevante para os estudantes e a segunda é que o uso dos datos, a súa representación e formato sexan como os empregados polos científicos (Duschl, 1998). É dicir, tanto a forma de resolución, como a análise dos datos e probas, debe seguir pautas similares ás dun traballo científico real (Cañal de León e Perales Palacios, 2000). Deste xeito, seguindo a estes autores, para ensinar as ciencias partindo da resolución de problemas emprégase ás veces o termo *indagación* (Cañal de León e Perales Palacios, 2000). Neste sentido, os materiais que introduzan innovacións no dominio dos procedementos do traballo científico, son interesantes e necesarios, debido á relación directa co obxectivo de saber facer ciencia. Pódese dicir que para acadar este obxectivo é necesario aprender facendo (Lozano Lucia e Solbes Matarredona, 2014).

Os problemas auténticos deben reunir as seguintes características: 1) non teñen unha solución inmediata nin obvia, 2) deben existir varias solucións posibles ou varios camiños para resolvelos (deben ser abertos), 3) teñen que presentar situacións realistas e contextualizadas nas que o alumnado sexa quen de establecer relacións entre as actividades e a vida real, e 4) deben requirir do uso de procesos de indagación na súa resolución (Jiménez Aleixandre, 2010).

Segundo o National Research Council (NRC),

a indagación é unha actividade polifacética que involucra facer observacións; propoñer preguntas; examinar libros e outras fontes de información para ver que é o que xa se sabe; planificar investigacións; revisar o que se sabe á luz da evidencia experimental; utilizar ferramentas para recoller, analizar e interpretar datos; propoñer respostas, explicacións e predicións; e comunicar os resultados (NRC, 1996, p. 23).

Facer ciencias no laboratorio é posible e depende de como se deseñen as situacións de instrución. Os traballos prácticos de resolución de problemas auténticos no laboratorio que requiran para resolvelos dun proceso de indagación, son unha opción moi interesante para que os discentes dispoñan de oportunidades para practicar o traballo científico e, polo tanto, desenvolver a competencia científica.

Por outro lado, a metodoloxía empregada durante as sesións da proposta está influenciada pola andamiaxe. O termo andamiaxe fai referencia ao proceso de axuda que se lle presta a unha persoa principiante para que sexa quen de alcanzar metas que non sería capaz de acadar sen a axuda dunha persoa experta (Wood, Bruner e Ross, 1976). Neste sentido, Van de Pol, Volman e Beishuizen (2010) identificaron o seguinte marco de seis estratexias para guiar o proceso de andamiaxe:

1. **Retroalimentación:** darlle información ao estudante sobre o seu rendemento.
2. **Dar pistas:** facer suxestións ou dar pistas sobre a tarefa para axudarlles aos discentes no proceso de resolución, mais sen proporcionar nunca a solución completa ou instrucións detalladas.
3. **Instrución:** o profesor di aos estudantes que deben facer ou como facelo e porque.
4. **Explicación:** o docente proporciona información máis detallada ou aclaracións.
5. **Modelaxe:** refírese ao proceso no que o profesor ofrece unha forma ou comportamento para ser imitado polo alumnado.
6. **Pregunta:** consiste en facer preguntas aos discentes que requiran dunha resposta lingüística e cognitiva activa.

### 3. PROPOSTA DIDÁCTICA SOBRE AS FORZAS DE ROZAMENTO

#### 3.1. Contexto, xustificación e desenvolvemento da proposta

Esta proposta foi levada a cabo nun centro público rural da provincia de Lugo, desenvolvéndose nunha aula de 4º da ESO de Física e Química. O grupo-clase estaba formado por 7 discentes e, para levar a cabo a actividade, dividiuse en dous grupos integrados por 3 e 4 alumnos respectivamente. Un grupo clase destas características facilita a organización de actividades de traballo en equipo, así como a interacción e participación de todos eles durante a clase. Isto pode axudar a fomentar a adquisición de certas competencias relativas ao traballo en grupo e á iniciativa persoal. Esta metodoloxía de traballo empregouse para ofrecerlle aos discentes a oportunidade de practicar o traballo científico e, polo tanto, aprender ciencia facendo ciencia. Neste traballo deseñouse unha proposta didáctica organizada en 3 sesións.

Debido á obrigatoriedade desta materia no 2º e 3º curso da ESO, o alumnado ten coñecementos previos relacionados coa disciplina. Para a elaboración desta proposta didáctica empregáronse os contidos do bloque 4 do currículo desta materia, en concreto os conceptos relacionados coas forzas. Os conceptos traballados en cada unha das sesións das que consta esta proposta didáctica indicáronse no apartado 3.2.

A primeira e segunda sesión, destináronse a explicacións teóricas e exercicios de resolución de problemas máis formais. Para a sesión 3 deseñouse un problema auténtico relacionado coas forzas de rozamento para ser resolto no laboratorio polo alumnado mediante un proceso de indagación. O alumnado tivo que recoller os resultados nunha memoria de prácticas e responder a unha serie de cuestións. Ademais recolleuse a opinión dos discentes sobre este tipo de actividades para analizar a idoneidade destas propostas metodolóxicas na mellora das actitudes do alumnado ante as disciplinas científicas.

#### 3.2. Planificación da proposta didáctica e recollida de datos

Para favorecer o construtivismo, especialmente nas sesións máis teóricas (1ª e 2ª sesión) seguíronse as estratexias de andamiaxe definidas anteriormente na orde que se explica: as preguntas (6) e pistas (2) en primeiro lugar para despois ofrecer a explicación teórica (4) ou a exemplificación/resolución dos problemas prácticos (3 e 5). Na terceira sesión tamén se ofreceu a retroalimentación (1) aos discentes entregando, logo da corrección e puntuación das súas memorias de laboratorio, un modelo coas respostas que se consideran correctas. Deste xeito, o alumnado dispuxo dun documento de referencia para poder comparar as súas respostas. Ademais tamén se buscou fomentar a reflexión sobre a propia aprendizaxe e a reconstrución do coñecemento a partir dos erros.

A continuación indícase a organización das actividades e contidos traballados nas diferentes sesións:

- **Sesión 1. Forzas e a súa natureza vectorial (I):** esta sesión foi destinada a introducir e explicar os conceptos teóricos relacionados coas forzas para que o alumnado fose capaz de identificalas en situacións da vida cotiá e relacionalas cos efectos que producen nos corpos (deformacións e cambios no estado de movemento). Ademais disto, traballáronse a medida de forzas e os aparellos empregados, a natureza vectorial e os elementos que as conforman, interacción das forzas cos corpos, compoñentes e resultante, así como as diferentes casuísticas dadas.
- **Sesión 2. Natureza vectorial das forzas (II) e forzas de especial interese:** nesta sesión explicáronse os conceptos de equilibrio de forzas, descomposición de forzas e as forzas de especial interese (peso, forza normal e de rozamento). Para cerrar a sesión proxectouse un vídeo sobre a influencia da forza de rozamento na vida cotiá. Ademais fíxose entrega do guión de laboratorio que se levaría a cabo na seguinte sesión. Desta forma, os discentes tiveron a oportunidade de lelo e de reflexionar sobre el entre unha sesión e outra.
- **Sesión 3. Práctica de laboratorio (determinación do coeficiente de rozamento):** esta

sesión serviu para que o alumnado puidese levar á práctica os conceptos estudados nas sesións anteriores. Na actividade proposta presentóuselle ao alumnado un *problema auténtico*. Para iso, deseñouse un guión de laboratorio (ver Anexo I) no cal se describe unha situación problemática da vida real. A maiores deste guión, o alumnado dispuxo dunha serie de materiais para dar solución ao problema proposto.

- En concreto, a través desta actividade os estudantes deberan aprender a determinar a forza de rozamento de xeito experimental e relacionala co coeficiente de rozamento existente entre un par de superficies. Desta forma, deberan recoñecer a influencia significativa deste coeficiente sobre o movemento dos corpos na vida cotiá e extraer as conclusións oportunas para poder dar unha solución cientificamente argumentada ao problema proposto. A continuación, indícanse as tres fases fundamentais desenvoltas durante a terceira sesión:
  - **Organización dos grupos e explicación da práctica:** esta fase levouse a cabo durante a primeira parte da sesión. Dividiuse o grupo-clase formando dous subgrupos, un de 3 e outro de 4 persoas. Para isto tentouse que o nivel de ambos os dous fose o máis homoxéneo posible. A continuación, os grupos tiveron certo tempo para comentar os aspectos nos que lles quedaron dúbidas logo da lectura individual do guión. Por último estableceuse un novo coloquio entre os grupos e o profesor para calquera aspecto que quedase sen entender.
  - **Realización da práctica por parte do alumnado:** logo da fase anterior foron os propios discentes os que deberon enxeñar o método para poder determinar a forza de rozamento cos materiais proporcionados. Para iso, tiveron que relacionar os conceptos de densidade, masa, volume e peso. Tamén foi necesario que realizasen un esquema sobre o proceso experimental que seguiron. Serviúlles para establecer a condición de equilibrio de forzas grazas á cal puideron calcular a forza de rozamento. Realizaron a determinación da forza de rozamento en dúas situacións diferentes, unha deixando un taco de madeira sobre unha superficie lisa e outra sobre un papel de lixa. Cada grupo realizou a práctica nun dos supostos anteriores. Deste xeito, os grupos mediron a forza necesaria para que o taco de madeira esvare sobre a súa superficie concreta.
  - **Elaboración da memoria de prácticas:** nesta memoria (ver Anexo II) os discentes debían incluír os datos recollidos no laboratorio que lles permitiron contestar ás cuestións propostas. Os datos e os cálculos debíanse recoller de forma ordenada e clara utilizando correctamente o Sistema Internacional. Deberían incluír tamén a explicación do deseño experimental que os levou a determinar os diferentes datos. Por último, pedíuselle ao alumnado que extraese conclusións argumentadas e baseadas nos datos experimentais sobre as cuestións recollidas no guión de laboratorio.

A recollida de datos para coñecer a opinión dos discentes ante este tipo de metodoloxías fíxose grazas a uns cuestionarios de opinión cos que cada alumno valorou os diferentes aspectos desta sesión. Nestes incluíronse diferentes preguntas para valorar a actividade de xeito cuantitativo (nota de 0 a 10) e de xeito cualitativo (valoracións persoais). Ademais, as observacións realizadas durante o transcurso da sesión tamén foron de axuda para completar o estudo.

### 3.3. Guión, montaxe e resolución da actividade

Neste traballo propúxoselles aos discentes un problema auténtico para resolver no laboratorio. Para isto, elaborouse un guión de laboratorio no cal se describe unha situación problemática da vida real, afastándose, deste xeito, dun guión de tipo clásico.

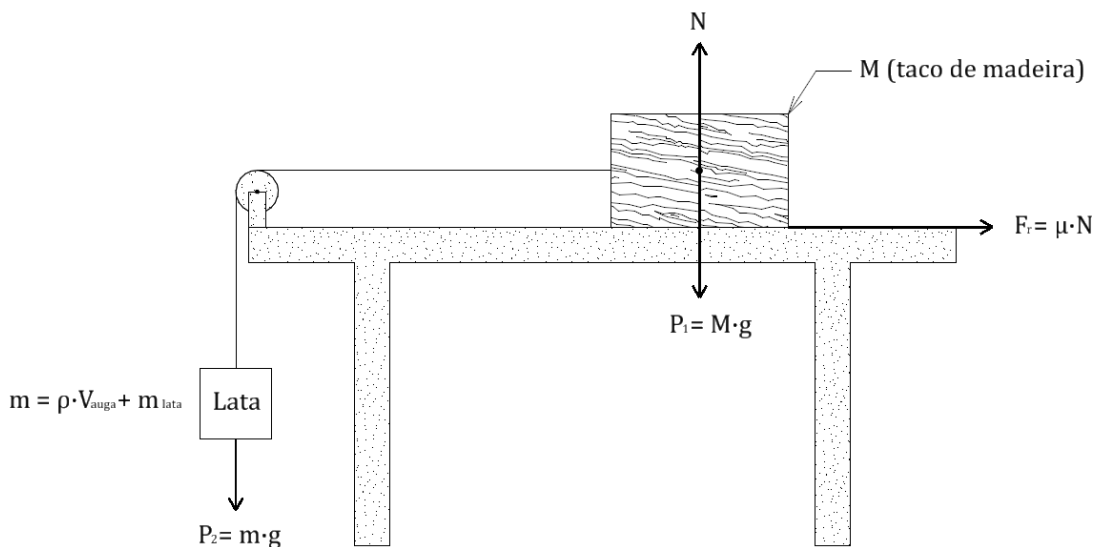
A diferenza entre un guión clásico e un guión tipo problema auténtico reside, de maneira fundamental, na forma na que unha mesma problemática é proposta. No primeiro caso preséntase o problema de

xeito illado, é dicir, fórmase unha problemática de laboratorio para ser resolta seguindo un método e empregando uns útiles tamén descritos no propio guión. Dito doutro xeito, non busca establecer relacións coa vida real, senón que só se busca establecer relacións entre variables ou ben ilustrar un principio. Deste forma, a solución ao problema e/ou camiño para chegar a ela son únicos.

En cambio, nun guión onde se propón un problema auténtico, búscase a relación entre a actividade e a vida real. Por iso, preséntase unha situación contextualizada e realista. Como calquera outro problema real non ten unha solución inmediata nin obvia. Polo tanto, ás veces teñen varias solucións igualmente válidas ou, no seu defecto, existen varios procesos válidos para chegar á solución. Por este motivo, necesítase de procesos de indagación durante a súa resolución, é dicir, requiren elaborar pequenas investigacións para seren resoltos. Na Táboa 1 pódense observar algúns exemplos destas diferenzas.

**Táboa 1.** Exemplos de diferenzas de formulación entre un guión clásico e un baseado nun problema auténtico.

Guión clásico	Guión tipo problema auténtico
Determina en que par de superficies a forza de rozamento é maior	No instituto ensináronche a relación existente entre a forza de rozamento e o movemento dos corpos. Cando vas no coche ves que teus pais gardan a mesma distancia de seguridade co vehículo de diante chova, faga sol, neve ou haxa xeada. Eles dinche que se pasara algo deteríanse do mesmo modo pero ti queres convencelos de que iso non é así. Indica os argumentos científicos que debes empregar
Determina en que par de superficies o coeficiente de rozamento é maior	Queres cubrir unha azotea con baldosas. Na tenda existen varias alternativas. Elixe a máis segura



**Figura 2.** Montaxe teórica para a realización da actividade.

Para determinar o coeficiente de rozamento debería reproducirse o esquema teórico da Figura 2, para o cal deseñouse a montaxe que se mostra na Figura 3, puxéronse as superficies que se querían ensaiar sobre a mesa. Empregouse un taco de madeira para incrustar unhas rodas nel. Fixáronse estas superficies á mesa grazas aos sarxentos. Tamén se usou un taco de madeira (obxecto que se vai a desprazar) ao que se lle cravou unha alcaiate para poder pasar un fío ao seu través. Empregouse unha lata baleira para utilizala como obxecto colgado e, polo tanto, como peso para aplicar a forza ao taco de madeira empregado no ensaio. Para elo uníronse os dous obxectos grazas a un fío que se pasou pola montaxe da roda explicada anteriormente.

O proceso de ensaio consistiu en aumentar pouco a pouco o peso colgado e así a forza aplicada. Para aumentar a forza aplicada, debemos ir introducindo auga na lata en pequenas cantidades, de forma que saibamos en todo momento o volume de líquido existente dentro da lata, para o cal podemos empregar unha probeta e pipeta graduadas. Desta maneira, pódese calcular a forza necesaria para provocar que o taco esvare sobre a superficie ensaiada.



**Figura 3.** Montaxe experimental e materiais necesarios para a realización da actividade de indagación.

Para poder calcular esta forza é necesario ter presente o concepto de densidade. Grazas á densidade coñecida da auga e á medida do volume de auga que se introduce na lata, pódese determinar a masa de líquido. Por último, débese ter en conta a masa da lata antes de comezar a introducir auga nela. Para iso débese empregar unha balanza. Unha vez determinada a masa de líquido e a masa da lata, débense sumar ( $m$ ) para poder calcular o peso do conxunto ( $P_2$ ) e, polo tanto, a forza que se aplica sobre o taco de madeira. Unha vez determinada a forza aplicada e coñecendo a masa do taco de madeira ( $M$ ) que se determina empregando a balanza, pódese calcular de xeito sinxelo o coeficiente de rozamento ( $\mu$ ) mediante o equilibrio de forzas.

#### 4. PRINCIPAIS RESULTADOS E CONCLUSIÓNS

A modo de resumo, como resultado principal poderíamos destacar que o alumnado mostrou un interese e curiosidade especial pola actividade proposta, así como pola participación en prácticas científicas, neste caso a resolución dun *problema auténtico* mediante un proceso de indagación. En canto á memoria de prácticas elaborada polos estudantes, cabería destacar a pouca reflexión que mostraron nalgúnhas das respostas ás preguntas formuladas no guión, aínda que contestaron correctamente ao 75% das preguntas. As respostas do alumnado ao cuestionario de opinión deixaron

constancia da importancia que lle dan a veren o sentido práctico dos conceptos teóricos e de explorar metodoloxías nas que se sintan partícipes da súa propia aprendizaxe, é dicir, nas que se fomente a participación activa na aula.

Por outra banda, débense ter en conta as limitacións deste estudo, xa que se realizou cunha poboación bastante reducida (un grupo de 7 estudantes). Aínda así, comprobouse que este tipo de actividades fomentan o interese pola aprendizaxe dos contidos da materia de Física e Química por parte dos estudantes, mellorando deste xeito a súa motivación intrínseca e, neste caso particular, a aprendizaxe dos contidos relacionados coas forzas de rozamento. En conclusión, este tipo de propostas educativas resultaron idóneas para mellorar e/ou conseguir actitudes positivas do alumnado cara ás disciplinas científicas neste caso de estudo.

## 5. REFERENCIAS

- Ametller, J., Caamaño, A. (coord.), Cañal, P., Couso, D., Gallástegui, J. R., Jiménez Aleixandre, M. P., ... Sanmartí, N. (2011). *Didáctica de la Física y la Química*. Barcelona: Editorial Graó.
- Benloch, M. (comp.) (2002). *La educación en ciencias: ideas para mejorar su práctica*. Barcelona: Ediciones Paidós Ibérica.
- Besson, U., Borghi, L., De Ambrosis, A. e Mascheretti, P. (2007). How to teach friction: Experiments and models. *American Journal of Physics*, 75(12), 1106-1113. <https://doi.org/10.1119/1.2779881>.
- Besson, U., Borghi, L., De Ambrosis, A. e Mascheretti, P. (2010). A Three Dimensional Approach and Open Source Structure for the Design and Experimentation of Teaching Learning Sequences: The case of friction. *International Journal of Science Education*, 32(10), 1289-1313. <https://doi.org/10.1080/09500690903023350>.
- Cañal de León, P. e Perales Palacios, F. J. (2000). *Didáctica de las ciencias experimentales*. Alcoy: Editorial Marfil.
- Duschl, R. A. (1998). La valoración de argumentaciones y explicaciones: promover estrategias de retroalimentación. *Enseñanza de las ciencias*, 16(1), 3-20. Recuperado de: <https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/83199>.
- Jiménez Aleixandre, M. P. (2010). *10 Ideas clave. Competencias en argumentación y uso de pruebas*. Barcelona: Editorial Graó.
- Lozano Lucia, Ó. R. e Solbes Matarredona, J. (2014). *85 experimentos de física cotidiana*. Barcelona: Editorial Graó.
- National Research Council (NRC) (1996). *National Science Education Standards*. Washington, DC: National Academies Press.
- Rocard, M., Csermely, P., Jorde, D., Lenzen, D., Walwerg-Henriksson, H. e Hemmo, V. (2007). *Science Education Now: A Renewed Pedagogy for the Future of Europe*. European Commission. Community Research. Recuperado de: [http://ec.europa.eu/research/science-society/document\\_library/pdf\\_06/report-rocard-on-science-education\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/research/science-society/document_library/pdf_06/report-rocard-on-science-education_en.pdf).
- Sanmartí Puig, N. (2002). *Didáctica de las ciencias en la educación secundaria obligatoria*. Madrid: Síntesis educación.
- Van de Pol, J., Volman, M. e Beishuizen, J. (2010). Scaffolding in teacher student interaction: A decade of research. *Educational Psychology Review*, 22(3), 271-296. <https://doi.org/10.1007/s10648-010-9127-6>.
- Wood, D., Bruner J. e Ross, G. (1976). The role of tutoring in problem solving. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 17(2), 89-100. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7610.1976.tb00381.x>.



## ANEXOS

### Anexo I. Guión de laboratorio

Os veráns na zona na que vivides son bastante calorosos. Ó ser un lugar de interior non ten praia e, polo tanto, a túa familia decide que sería unha gran idea facer unha piscina na casa. Como prevedes que a construción vai ser cara consultades o proxecto con varios contratistas. Decidídesvos por un xa que vos encantan os planos e asegúravos que estará lista este verán.

Para que elixades o tipo de recubrimento dos bordos da piscina, o construtor dávos a mostra de 2 tipos de baldosas. A túa familia non sabe cal elixir porque ten medo a decantarse por unha superficie *moi esvaradía*. Teus pais pregúntanche a túa opinión e entón dáste conta de que este curso estás estudando os tipos de forzas que existen. Párase a pensar outro intre e recordas que existe unha forza chamada "*Forza de Rozamento*". Revisas os teus apuntamentos e comprobas que tal como pensabas é *a forza que se opón ao movemento e que aparece sempre que un corpo trata de moverse sobre unha superficie ou medio*. Segues dándolle á cabeza e chegas á conclusión de que esta forza é xustamente a responsable de non esvarar ao pisar as baldosas da piscina.

Entón decides que ti e os teus irmáns (compañeiros/as de aula) ides comprobar entre as 2 candidatas ofrecidas polo construtor cal é a baldosa máis axeitada para recubrir os bordos da piscina evitando caídas e deste xeito solucionar o problema proposto pola vosa familia (docente). O inconveniente é que **tedes que discorrer un deseño experimental capaz de demostrar cientificamente cal das 2 baldosas é a mellor**. Buscades pola casa materiais que vos poidan servir para montar o experimento e encontrades os seguintes:

- Latas de refresco
- Fío
- Alcaiatas
- Utensilios de medida de volume de auga
- Calculadora
- As 2 baldosas
- Rodas pequenas
- Sarxentos ou abrazadeiras
- Balanza
- Os teus apuntamentos
- Unha mesa
- Cachos de madeira
- Auga
- Papel e bolígrafo
- **As vosas cabezas**

**Con todos estes materiais debedes ser capaces de resolver a cuestión proposta e así solucionar, de forma argumentada, o dilema de seguridade** que ten a vosa familia.

## Anexo II. Memoria de laboratorio

Para que vos sexa máis fácil resolver a cuestión proposta podedes seguir o seguinte esquema:

- 1. Identificación do problema que se propón.** Cal é problema? Que pretendes descubrir?
- 2. Elaboración de hipóteses.** Que tipo de chan crees que vai ser o mellor? Por que o crees? Recorda que para elaborar unha boa hipótese, esta debe ser un enunciado comprobable experimentalmente e que ofrezca unha explicación provisional aos problemas.
- 3. Deseño experimental.** Como volas ides enxeñar para poder demostrar cientificamente, cos materiais atopados pola casa, cal é a baldosa máis adecuada para colocala ao lado da piscina e non esvarar facilmente? Describe detalladamente o proceso que ides seguir, así como os materiais que ides utilizar. Podedes axudarvos dun esquema gráfico.
  - 3.0. Preguntas para axudar á construción do deseño experimental.**
    - 3.1. De que depende a *Forza de Rozamento*?
    - 3.2. Cales son as condicións necesarias para que esvare o obxecto a estudar?
    - 3.3. Que debes determinar para poder demostrar cal é baldosa máis adecuada?
    - 3.4. Como podedes solucionar o problema de non poder utilizar os vosos pés para poder comprobar cal é a superficie máis esvaradía?
    - 3.5. Que precaucións debes ter en conta á hora de xerar a forza que vai mover o obxecto que escorregará sobre a baldosa?
    - 3.6. Como podedes ir incrementando a forza aplicada pouco a pouco para que esvare o obxecto empregado no deseño experimental?
    - 3.7. Como podedes axilizar o proceso experimental utilizando os utensilios de medida de volume de auga?
    - 3.8. Que magnitude relaciona a masa e o volume? Para que vos pode servir no voso experimento?
- 4. Análise dos resultados e interpretación dos resultados.** A que conclusións podedes chegar e por que?
  - 4.1. Explica que datos obtivestes no laboratorio e como fixestes para obtelos. Ademais debes indicar a razón pola que son necesarios para solucionar a cuestión proposta.
  - 4.2. A que resultado chegastes? Debes explicarlle a túa familia (docente) coa axuda dos teus irmáns (compañeiros/as) cales son as vosas conclusións e cal é o tipo de baldosa que se debe elixir en base aos resultados experimentais.