

# CONCEPCIÓNS ALTERNATIVAS SOBRE OS CAMBIOS FÍSICOS E QUÍMICOS

Miguel Ángel Yebra Ferro, Manuel Vidal López e Pedro Membiela Iglesia

Facultade de Ciencias da Educación de Ourense. Emails: [yebrama@edu.xunta.es](mailto:yebrama@edu.xunta.es),  
[mvlopez@uvigo.es](mailto:mvlopez@uvigo.es); [membaliela@uvigo.es](mailto:membaliela@uvigo.es)

## RESUMO:

Presentamos un pequeno estudo sobre as concepcións alternativas que posúen os alumnos e alumnas do segundo curso no Grao de Educación Infantil e que cursaban a materia de Aprendizaxe das Ciencias da Natureza.

O estudo foi realizado cunha mostra de 89 estudantes no segundo cuatrimestre do curso 2016-17 aos que se lles pasou unha enquisa de concepcións alternativas sobre o que son para eles os cambios físicos e os cambios químicos.

O cuestionario constaba de dúas preguntas abertas, no que se lles pide que indiquen que é para eles un cambio físico e que un cambio químico, e de oito preguntas semi pechadas onde deben indicar si os fenómenos que se relatan, fenómenos da vida cotidian, son físicos ou químicos e o por qué da súa elección.

Realizado este pre test, na programación da materia Aprendizaxe das Ciencias da Natureza temos deseñadas una serie de actividades prácticas como poden ser: O ciclo da auga, elaboración de queixo, elaboración de pan e a combustión, onde de forma moi experimental traballan con diferentes fenómenos físicos e químicos.

Rematado o cuatrimestre os estudantes realizaron un post test para poder analizar se obtivemos algún tipo de cambio respecto as concepcións alternativas que estes estudantes tiñan antes de comezar o cusdrimestre.

Atopamos que os estudantes teñen mudado non so no que é para eles un cambio físico e un cambio químico, tamén os argumentos a hora de decantarse por un u outro o que lévanos a conclusión de que os traballos prácticos axudan ao cambio conceptual a curto e medio prazo.

**PALABRAS CLAVE:** Cambio Físico, Cambio Químico, Concepcións alternativas, Mestres en formación

## INTRODUCCIÓN

Varios autores/as veñen publicando estudos sobre as concepcións previas dos estudantes respecto a diferentes conceptos físicos e químicos dende fai moitos anos.

A química ten sido considerada como unha materia difícil para os estudantes polos profesores, investigadores e os educadores. As razóns das dificultades dos estudantes poden estar relacionadas coa natureza abstracta de moitos conceptos de química, a falta de desenrolo operacional formal dos estudantes, a mala habilidade de visualización dos estudantes. Especialmente, a diferenza entre o emprego científico e no día a día dalgúns conceptos como o derretemento e a disolución poden ser un problema para os estudantes as veces (Özmen, 2013).

Os cambios físicos e químicos son temas importantes e fundamentais na aprendizaxe da ciencia e da química, dende a primaria ata os cursos da ESO e de Grao en Ciencias da Educación. Moitos autores teñen observado e estudado que os alumnos teñen dificultades para entender os cambios físicos e químicos, e estas dificultades causan varios conceptos erróneos. As ideas equivocadas dos estudantes sobre os cambios físicos e químicos inclúen a auga conxelándose e fervendo, a evaporación da auga e dos, o proceso de disolución, a oxidación e a queima ou combustión de diferentes materiais, e de transformacións máis relacionadas con seres vivos como a cocción dos ovos e da carne, a maduración dos froitos e a desintegración das follas (Tarhan, Ayyildiz, Ogunc & Acar, 2013)

No noso estudo centrarémonos en dous conceptos nos que detectamos moitas e variadas confusións como son o cambio físico e o cambio químico. Para elo afondamos en cuestións relacionamos como que é cada un deles para os nosos alumnos/as?, cales son as características que

as distinguen?, por que escollen entre cambio físico ou químico ante fenómenos coñecidos?. Intentaremos dar resposta o longo do artigo a cada unha destas preguntas.

Tamén analizaremos se producíronse cambios nesas concepcións alternativas unha vez feita unha intervención educativa no laboratorio coa realización de actividades prácticas abertas.

### **DESCRIPCIÓN DA EXPERIENCIA**

Presentamos un pequeno estudo sobre as concepcións alternativas que posúen os alumnos e alumnas do segundo curso no Grao de Educación Infantil na Facultade de Ciencias da Educación sobre o que eles pensaban que eran un cambio Físico e que era un cambio Químico. Estes estudantes cursaban a materia de Aprendizaxe das Ciencias da Natureza.

O estudo foi realizado cunha mostra de 89 estudantes no segundo cuadrimestre do curso 2016-17 aos que se lles pasaron diversas enquisas (catro concretamente) de concepcións alternativas sobre o que son para eles os cambios físicos e os cambios químicos, o ciclo da auga, a combustión, a fermentación e a xerminación.

O cuestionario no que baseamos o noso estudo constaba de dúas preguntas abertas, no que se lles pide que indiquen que é para eles un cambio físico e que un cambio químico, e de oito preguntas semi pechadas onde deben indicar si os fenómenos que se relatan, fenómenos da vida cotián, son físicos ou químicos e o por qué da súa elección.

Realizado este pre test, na programación da materia Aprendizaxe das Ciencias da Natureza temos deseñadas una serie de actividades prácticas como poden ser: O ciclo da auga, elaboración de queixo, elaboración de pan, a xerminación e a combustión, onde de forma moi experimental traballan con diferentes fenómenos físicos e químicos.

Rematado o cuadrimestre os estudantes realizan un post test para poder analizar se obtivemos algún tipo de cambio respecto as concepcións alternativas que estes estudantes tiñan antes de comezar o cuadrimestre.

### **OS RESULTADOS ANTES DA INTERVENCIÓN**

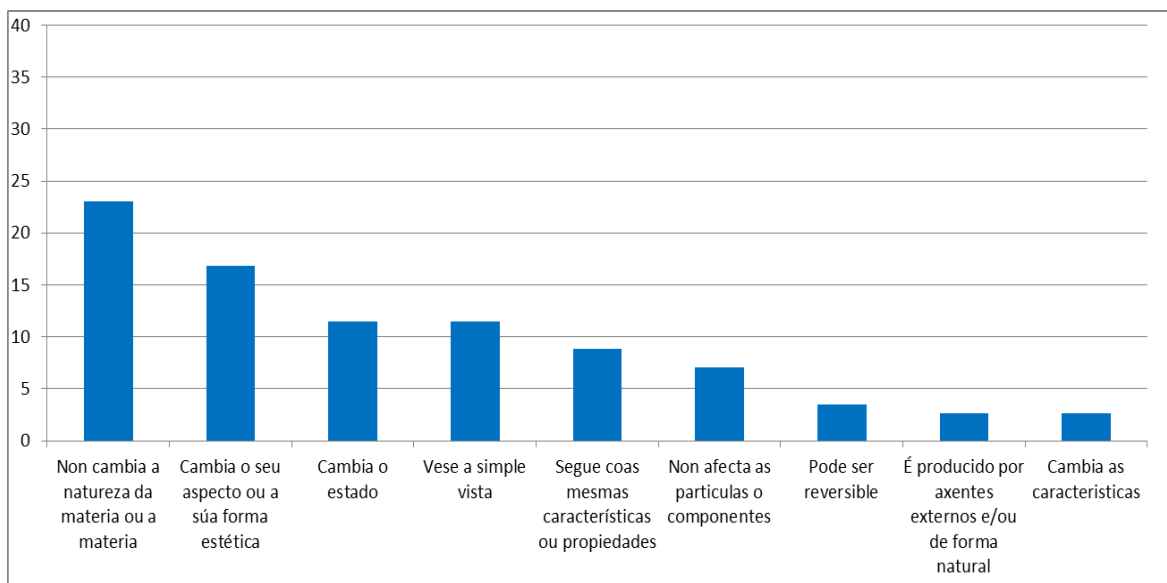
O número de respostas obtidas para o ítem nº 1 no que se lles pregunta que é para eles/as un cambio físico foi de 101 (Gráfica 1). Temos 18 respostas múltiples xa que a mostra era de 89 estudantes. Moitas achéganse bastante o que é aceptado cientificamente como cambio físico, aínda que ningunha delas supera o 25%:

- Non cambia a natureza da materia,
- So cambia o estado (como se este fora a única forma de producir cambios físicos)
- Non afecta as “partículas” ou compoñentes.

Atopamos respostas onde a linguaxe científica e a do día a día non teñen o mesmo significado: o emprego do termo “partículas” para falar de átomos ou moléculas indiscriminadamente; outro caso é o de non distinguir entre os termos materia e sustancia.

Pero tamén obtivemos moitas concepcións alternativas nas respostas de estes estudantes e que non son correctas cientificamente ou amosan pouca concreción. Entre as máis repetidas temos:

- Vese a simple vista (tamén moitos cambios químicos),
- Producido por axentes externos (o mesmo),
- Producido de forma natural (outra vez o mesmo)
- Segue coas mesmas propiedades ou características.



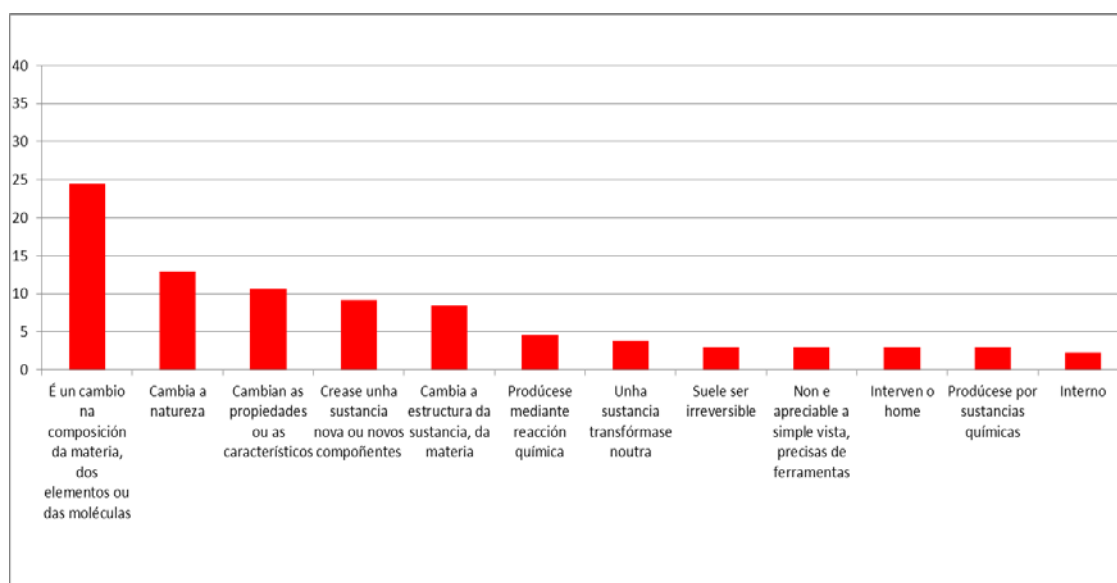
Gráfica 1.- Porcentaxes de respostas o ítem: Que é para ti un cambio físico? (N=89 estudantes)

Cando analizamos as respostas dadas a cuestión de que é para eles/as un cambio químico chegamos a 116 respostas (Gráfica 2) tamén atopamos respostas correctas ou achegadas o correcto dende un punto de vista científico:

- Cambio na composición da materia ou das moléculas, (pero tamén dos elementos).
- Cambia a natureza da materia ou das sustancias
- Créase unha sustancia nova
- Prodúcese mediante reacción química

E como na cuestión anterior obtivemos respostas lonxe da corrección científica:

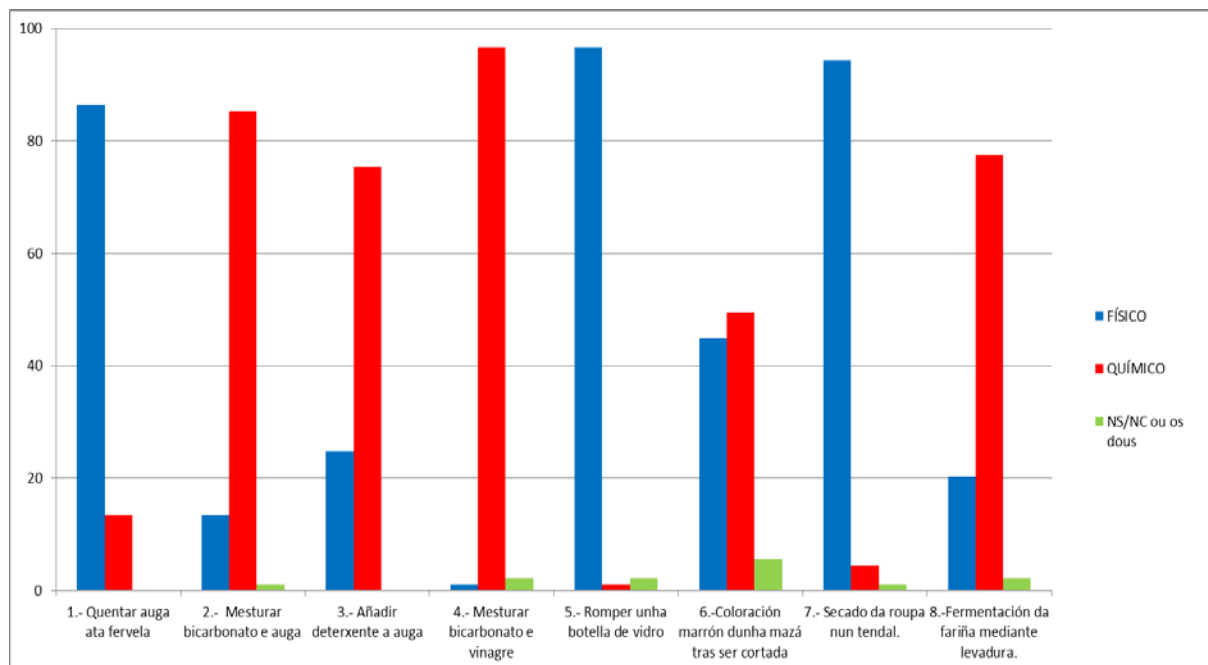
- Non apreciable a simple vista
- Intervén o home
- Prodúcese por sustancias químicas
- É un cambio interno



Gráfica 2.- Porcentaxes de respostas o ítem: Que é para ti un cambio químico? (N=89 estudantes)

Nestas respostas atopámonos con algo que escoitamos cada vez máis: Os cambios químicos son aqueles onde ten que intervir o home, son “artificiais”, algo no que ten que intervir o home ou por outra banda son fenómenos onde interveñen “químicos” como sinónimo de proceso que non ocorrese de forma natural e espontaneamente. Semella que a frase: “É que ten química” para referirse as cousas feitas polo home e con un sesgo de algo prexudicial para a nosa saúde, para o medio ambiente, para nos en xeral vai calando lentamente na opinión dos nosos estudantes.

Para afondar nas concepcións alternativas do grupo respecto aos cambios físicos e químicos o pre test constaba ademais de oito exemplos de fenómenos ou situacións cotiáns no que debían de decidir se para eles era un cambio físico ou químico e explicar o por que da súa elección. Podemos observar datos na gráfica nº 3 que dan a entender que os estudantes coñecen cales son cambios físicos e cales químicos: Quitar auga é un cambio físico (86%), mesturar vinagre e bicarbonato é un cambio químico (96%, está claro que estamos ante a xeración do volcán na educación), romper unha botella é un cambio físico (96%), o secado da roupa tamén é un cambio físico (94%) ou que a fermentación da fariña mediante o fermento é un cambio químico (78%). Pero tamén obtivemos resultados cando menos curiosos como que a mestura de bicarbonato e auga o consideran un cambio químico (85%), engadir deterxente a auga tamén (75%), que unha mazá colla unha cor marrón sexa un cambio físico( 45%)



Gráfica 3.- Porcentaxes de respostas aos exemplos da vida cotián? (N=89 estudantes)

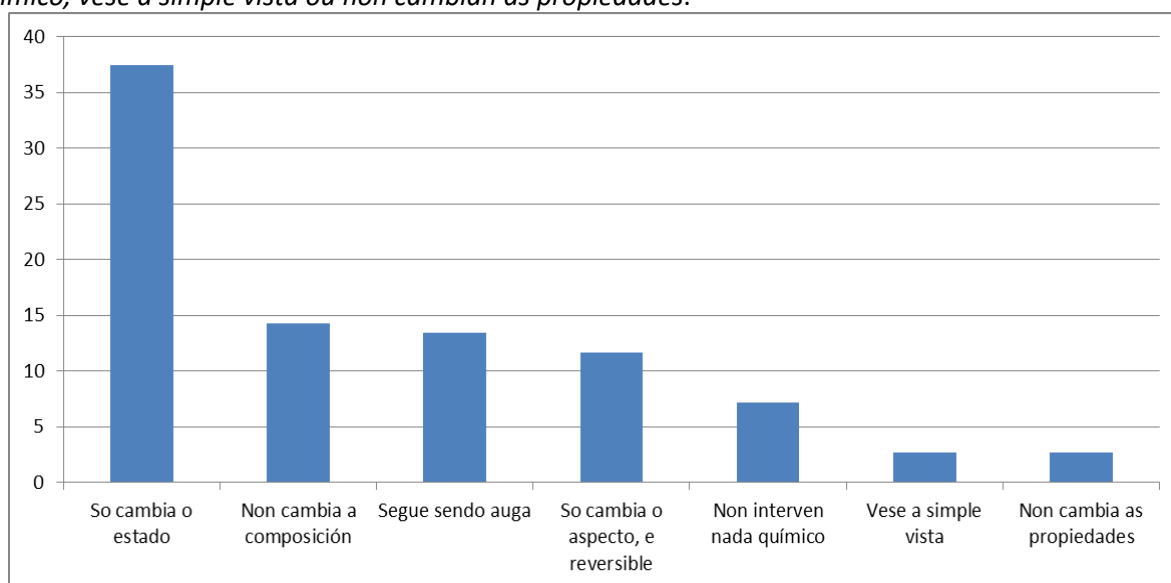
Cando analizamos os porqués desas eleccións vimos que as cousas van a peor xa que os argumentos aportados para xustificar a elección non son válidos:

- *Nun cambio de estado desaparece a auga* (quitar auga)
- *Non interveñ nada químico* (quitar auga)
- *Obtense unha materia nova* (mesturar auga e bicarbonato)
- *Prodúcese fermentación* (mesturar auga e bicarbonato)
- *Segue no mesmo estado* (oxidación das mazás)
- *A oxidación é un cambio físico* (oxidación das mazás)

A modo de exemplo analizamos máis polo miúdo tres deses fenómenos e as razóns coas que os estudantes xustifican se son físicos ou químicos:

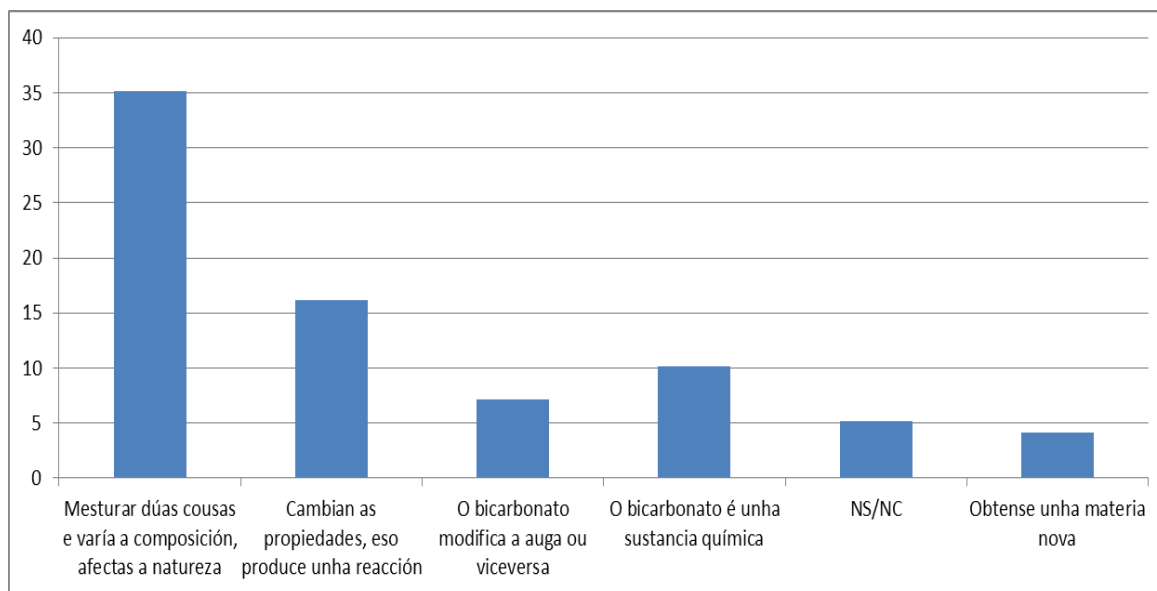
a) Quitar auga: Un 86% indican que é un proceso físico pero deses so un 65% argumentan de forma correcta ou case o por que da súa elección: *So cambia o estado, non temos un cambio na*

composición, segue a ser auga; mentres que outros dan razóns incorrectas como: *Non intervén nada químico, vese a simple vista ou non cambian as propiedades.*



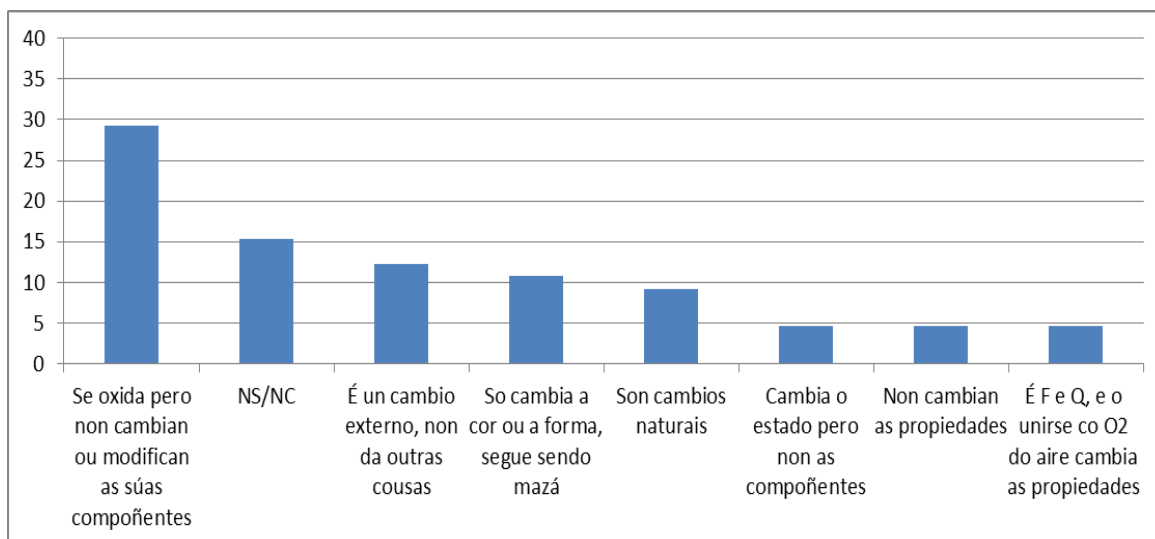
Gráfica 4.- Respostas o ítem por que queantar auga é un cambio físico? (N= 77 estudantes).

b) Mesturar auga con bicarbonato: Ata un 85,4 % din que esta mestura é un cambio químico (o cal é incorrecto) pero os razoamentos para esta elección amosan conceptos correctos como que mesturar altera as características ou as propiedades, varía a composición; pero tamén erros conceptuais como que *un dos compoñentes da mestura modifica a outra e viceversa, ou como o bicarbonato é unha sustancia química...*



Gráfica 5.- Respostas o ítem por que mesturar auga con bicarbonato é un cambio químico? (N=76 estudantes).

c) A cor marrón dunha mazá cortada: Tal vez sexa o máis curioso dos resultados do pre test. Para un 45 % resulta que é un cambio físico por exemplo por que *se oxida sen modificar a natureza da mazá* (case un 30%), o 15% non sabe ou non contesta, *é un cambio externo, son cambios naturais.*



Gráfica 6.- Respostas ao ítem por que a cor marrón dunha mazá cortada é un cambio físico. (N= 40 estudantes).

### A INTERVENCIÓN NAS CLASES DE PRÁCTICAS

O longo do segundo cuadrimestre o gran grupo acode o laboratorio dividido en catro grupos (de entre 20 e 25 estudantes) para realizar as prácticas programadas na materia. Os catro grupos asisten a clases de prácticas unha vez a semana durante dúas horas onde traballan en equipas de 3 ou 4 alumnos/as e realizan unha serie de actividades como proxectos de indagación, coñecemento de macoinvertebrados e varias prácticas relacionadas con cambios físicos e químicos. Nestas sesións de laboratorio pretendemos que as actividades non sexan tipo receita, senón que nelas teñen que tomar datos e intentar chegar a conclusións que poden ser moi variadas en función da forma na que traballan durante as sesións dedicadas as prácticas.

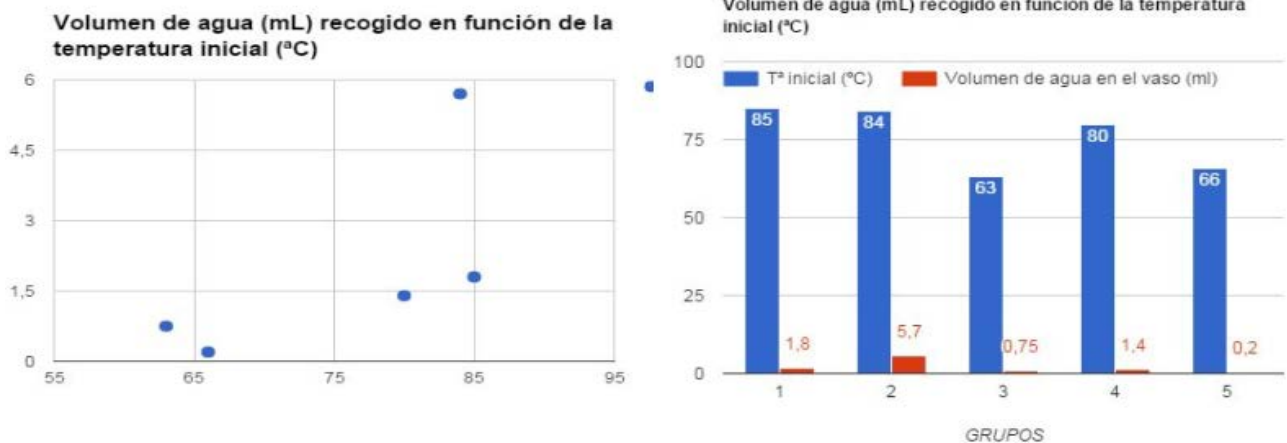
As actividades relacionadas con estes cambios son as seguintes:

1. Simulación do ciclo da auga: Simulación do ciclo da auga con materiais sinxelos, como fiambreiras, papel film, colorante alimentario e auga
2. A elaboración do pan: Fabricación dun boliño de pan con fariña, fermento, auga e un forno.
3. A elaboración de queixo fresco: leite fresca pasteurizada, callo de tenreira, gasas, moldes, qentador, termómetros e tarros de vidro
4. Estudo da combustión: Pratos, velas, chisqueiro, auga e frascos de vidro de diferentes tamaños.

Nestas actividades prácticas insistimos moito en que non teñen que cingirse os guións que os profesores explicamos antes de facer cada unha delas e que deben de compartir información entre os grupos. Por exemplo cando estudamos o ciclo da auga, cada grupo debe de medir a cantidade de auga que qentan, a cantidade de auga que recollen nos chupitos unha vez condensada, a cor que ten dita auga, a superficie de contacto da auga co aire dentro do recipiente e o tempo que están deixando gotear a auga condensada no film.

A modo de exemplo unha das táboas e representacións gráficas feitas polos estudantes cos datos obtidos polos grupos durante a realización da práctica simulación do ciclo da auga:

	Cantidade de auga quente recollida	Temperatura da auga	Cantidade de auga
GRUPO 1	400 mL	49 °C	0'3 mL
GRUPO 2	300 mL	61 °C	1'1 mL
GRUPO 3	400 mL	68 °C	1'4 mL
GRUPO 4	300 mL	87 °C	4 mL



### OS RESULTADOS DESPOIS DA INTERVENCIÓN

Unha vez realizadas as actividades os estudantes deben de entregar un caderno de prácticas onde aparezan, ademais dos materiais empregados e o procedemento a seguir polo profesor e polos seus futuros alumnos/as, os obxectivos da práctica, a situación problema, hipótesis e predicións, o seguimento da experiencia e as conclusións as que chegan.

O número de estudantes aos que se lles pasou o post test foi de 105, pero só foron 86 os analizados xa que coinciden cos analizados cos 89 do pre test. A enquisa final contén cuestións semellantes as dos diferentes pre test, coa finalidade de coñecer se as concepcións alternativas mudan ou manéñense. No post tes incluímos cuestións como:

- Para ti en que consiste o ciclo da auga?
- É certo entón que o ciclo da auga proporciona auga sen ningún elemento contaminante?.

Xustifica a túa resposta.

- Cal é a diferenza entre un cambio físico e un químico? Pon un exemplo de cada un deles.
- Podes explicar en que consiste unha fermentación?

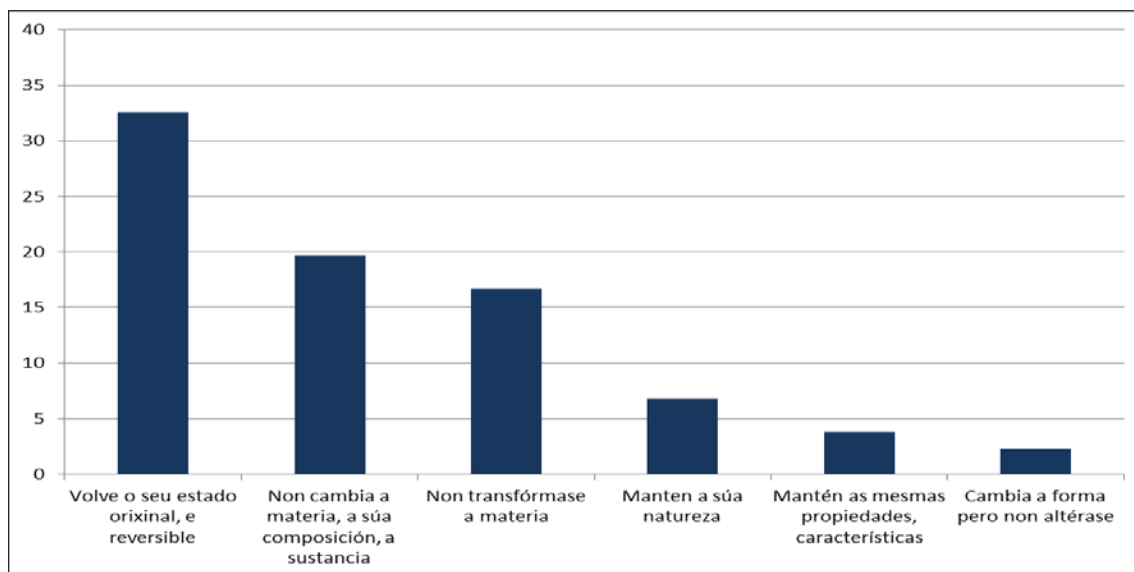
Analizaremos máis polo miúdo a relacionada co aprendido sobre as diferenzas entre cambio físico e cambio químico.

Respecto o que é para eles un cambio físico observamos nos resultados que:

O número de respostas aumentou xa que temos 132 respostas diferentes pero dadas por 86 estudantes. Tamén observamos unha mellora na calidade das respostas e nos exemplos para xustificar esas respostas:

- Volve o seu estado orixinal, e reversible (33%)
- Non cambia a materia, a súa composición ou a sustancia (20%)
- A Materia non se transforma (17%)

A linguaxe empregada é máis achegada a linguaxe científica, empregando termos como: *Reversible, Non cambia a sustancia, non prodúcese transformación.*

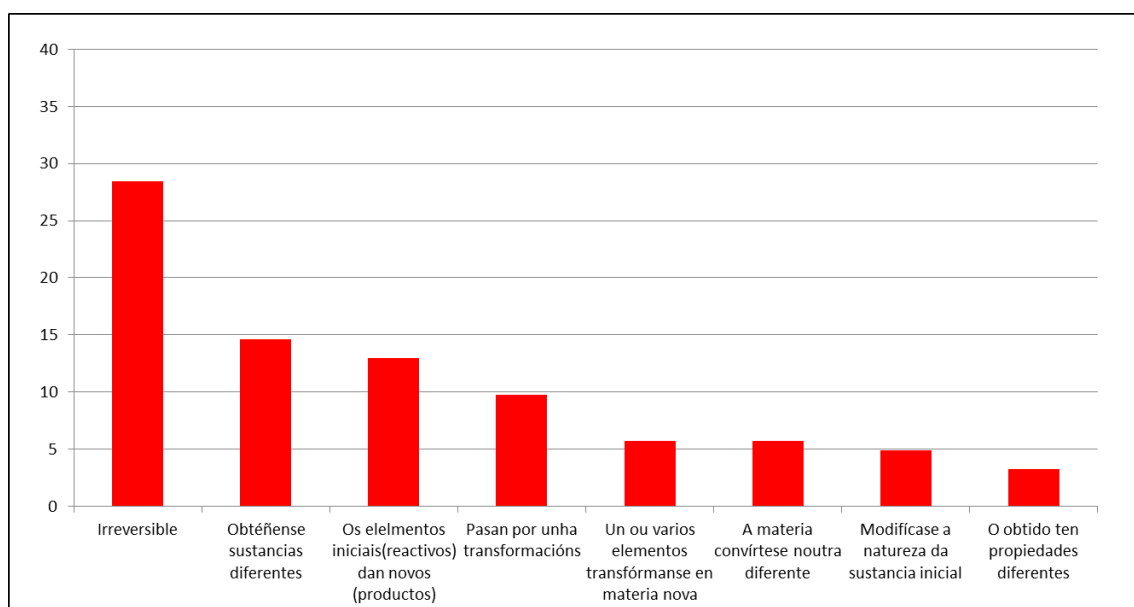


Gráfica 7.- Porcentaxes de respostas o ítem: Que é para ti un cambio físico? Despois da intervención educativa (N=86 estudantes).

Respecto as respostas dadas para definir e xustificar un cambio químico tamén podemos dicir que a mellora é salientable. Obtivemos 123 respostas fronte as 116 do pre test, con tres alumnos/as menos contestando o post test.

Apreciamos esta melloría nas porcentaxes de respostas correctas dende un punto de vista científico e no emprego dunha linguaxe menos do día a día e máis achegado o linguaxe científico:

- *É un cambio irreversible en moitas ocasións (28%)*
- *Obtemos sustancias diferentes (15%)*
- *Os elementos iniciais, reactivos, dan novos, produtos. (13%)*
- *A materia convértese noutra diferente (6%)*
- *Modifícase a natureza da sustancia inicial (5%)*



Gráfica 8.- Porcentaxes de respostas o ítem: Que é para ti un cambio químico? Despois da intervención educativa (N=86 estudantes).



## CONCLUSIÓNS

Varias son as conclusións que atopamos neste modesto estudo.

Antes da realización das actividades prácticas no laboratorio existe unha gran confusión entre conceptos básicos da física e da química. Confusións como que elemento e sustancia son equivalentes, que elementos e compoñentes tamén son o mesmo a hora de pensar de que está formada a materia, asociar fermentación a formación de burbullas de gas.

Tamén vemos unha preocupante asociación da química con fenómenos artificiais ou prexudiciais para a vida. Algo que, temos a impresión, cada vez atópase máis instalado na sociedade.

Coincidimos con Durmus e Bayraktar (2010) en que a realización traballos no laboratorio axudan máis a que os cambios conceptuais sexan máis efectivos que as instrucións tradicionais. Estas actividades amosaron a súa eficacia na redución dos conceptos erróneos que tiñan os estudantes relacionados cos termos cambio físico e cambio químico. Os resultados deste estudo apoian a inclusión de máis actividades prácticas de laboratorio de ciencias nas aulas de ciencias. Sen embargo, non é suficiente simplemente aumentar a frecuencia das actividades prácticas de laboratorio. A súa calidade e a forma de facelas son igualmente importantes si desexamos un cambio conceptual como obxectivo final (Durmus & Bayraktar, 2010).

Tamén semella que o traballo en pequenos grupos é unha ferramenta eficaz nestes cambios que obtivemos non nosos estudantes. A aprendizaxe cooperativo é un enfoque de aprendizaxe activo no cal os estudantes traballan xuntos en grupos pequenos para completar unha tarefa asignada xa que os estudantes atopan o tema de "cambios físicos e químicos" difíciles e abstractos, e polo tanto xeralmente teñen moitos conceptos erróneos o respecto (Tarhan et al., 2013).

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ÖZMEN, H. (2013). A Cross-National Review of the Studies on the Particulate Nature of Matter and Related Concepts. *Eurasian Journal of Physics & Chemistry*, 5(2), 81-110.

DURMUS, J., & BAYRAKTAR, S. (2010). Effects of Conceptual Change Texts and Laboratory Experiments on Fourth Grade Students' Understanding of Matter and Change Concepts. *Journal of Science Education and Technology*, 19, 498–504. DOI 10.1007/s10956-010-9216-9, 2010

TARHAN, L., AYYILDIZ, Y., OGUNC, A., & ACAR, B. (2013). A jigsaw cooperative learning application in elementary science and technology lessons: physical and chemical changes. *Research in Science & Technological Education*, 31(2), 184-203.