EXPERIENCIAS DIDÁCTICAS

O PAPEL DA PERCEPCIÓN. A CONSERVACIÓN DA MASA NAS DISOLUCIÓNS

MENDOZA RODRÍGUEZ, José
I.E.S. de Sar - SANTIAGO DE COMPOSTELA

INTRODUCCION

É recoñecido por tódolos investigadores de Didáctica das Ciencias que as concepcións dos alumnos/as poden ter diferentes orixes. Como xa sabemos para ensinar Ciencias é necesario partir das ideas dos nosos alumnos. Pozo e outros (1991) sinalan tres posibles orixes para esas ideas: a orixe sensorial, a orixe social e a orixe analóxica. No primeiro caso, de orixe sensorial e perceptivo, fórmanse determinadas concepcións alternativas, nun intento de dar significado as actividades cotiás. Basearíanse esencialmente no uso de regras de inferencia casual aplicadas a datos recollidos -no caso do mundo natural- mediante procesos sensoriais e perceptivos.

Un dos aspectos da ensinanza das Ciencias onde a percepción parece xogar un papel determinante nos problemas de aprendizaxe dos alumnos, é no caso das conservacións e máis en concreto, na conservación da masa nos procesos de disolución. Os alumnos buscan explicacións os cambios aparentes, noutras ocasións fíxanse máis no estado inicial é final dunha transformación é olvídanse do cambio, o que lles vai a dificultar a comprensión de todos aqueles conceptos que impliquen conservacións non observables.

Tamén hai outros exemplos claros na bibliografía sobre a influencia que exerce a percepción sobre algunhas concepcións que teñen os alumnos:

A luz só existe cando os seus efectos son observables (Guesne 1985).

Os gases teñen propiedades cando están coloreados (Seré 1985).

Os rozamentos non se perciben como forzas (Pozo 1987).

Os metais son fríos, a lá é quente (Driver 1.989).

O corcho flota totalmente (Lorenzo Barral 1990).

O que non se percibe non se concibe (Pozo 1991).

BREVE REVISIÓN DA LITERATURA SOBRE O TEMA.

Estudios na línea evolutiva

Hasta a década dos 50 non se indicara con precisión que a maioría dos nenos pequenos non parecen comprender que a cantidade de materia permanece invariable, independientemente dos seus cambios de forma ou de posición, ata que teñen a idade de 7 a 8 anos.

O desenvolvemento da conservación da materia nos nenos foi estudiado por Piaget. Segundo este investigador, a conservación cuantitativa ten lugar na fase operacional concreta, nas idades comprendidas entre 7 e 11 años, cando os nenos desenvolven operacións lóxicas como a compensación, negación, identidade e aditividade.

Se o aplicamos á tradicional experiencia de Piaget con bolas de plastilina, o neno controla a identidade posto que, ó dividir a bola de plastilina en varias bolas máis pequenas, responde decindo que é a mesma plastilina,de maneira similar a reversibilidade, posto que saben que a partir das bolas pequenas poden volver a reconstruir a bola grande inicial. Nesa fase operacional tamén posúe a capacidade de admiti-la compensación -hai máis bolas pero son máis pequenas- e ademais a aditividade -nada foi engadido nin sustraido na operación de dividir un todo en varias partes-.

Debemos resaltar ademáis que Piaget tamén pon de manifesto nas súas investigacións que o neno está fortemente influenciado polas súas percepcións, pero que a partires dos 11 anos adquire a capacidade de aplicar o pensamento lóxico a problemas prácticos e a situacións concretas.

Sen embargo, outros investigadores como Lowell e Ogilvie (1960) non confirman o seu punto de vista cando someten ós mesmos rapaces a experiencias distintas (experiencias con plastilina frente a experiencias con material de goma), o cal lles leva á conclusión de que os rapaces poden conserva-la masa nalgunhas tarefas e noutras non.

Esta aparente contradicción viría xustificada segundo estes autores, aclarando que, ainda que o pensamento lóxico é unha condición esencial para a conservación da masa, non é suficiente. A experiencia cotiá do mundo físico que nos rodea ten un papel moito máis decisivo do esperado, polo tanto a conservación non se desenvolve nun proceso de todo ou nada, senon que se fai gradualmente.

Hyde (1.959) descubriu tamén que, algúns nenos que se manifestaran en contra da conservación da masa no experimento das bolas de plastilina, fixéronno a favor nun experimento realizado con líquidos que se verten dunha vasixa noutras de diferente forma.

Inhelder e outros (1974) indican que, durante o proceso da construcción do seu coñecemento, os nenos teñen unha grande influencia do que perciben no seu arredor, de ai que a percepción leve ó acerto na conservación da masa nuns exemplos e os induce o erro noutros.

Estudios na línea das concepcións dos alumnos

En España diversos autores investigaron os problemas de conservación. Como exemplos citamos o de Fernández, Trigueros e Gordo (1988). Na súa publicación comparan a conservación da masa nos procesos de solidificación, vaporización e disolución, obtendo os mellores resultados para o proceso de disolución. O proceso que induce a máis erros ós alumnos é o de vaporización, quizás debido a que para os alumnos o termo gas ou vapor implica lixeireza -conclúen os autores-, tendo en conta a identificación que fan de masa e peso e do concepto de peso como asociado á materia condensada.

Valcárcel, Pérez y Sánchez Blanco (1990) nunha parte dos seus estudios que corresponden á identificación do proceso de disolución, conclúen que o recoñocemento dunha disolución está condicionado pola natureza dos seus compoñentes. Ó investigar con alumnos de 8º de E.X.B., 3º de B.U.P., e de 3º de E.U. de Formación do Profesorado, en tódolos niveis, a porcentaxe de alumnos que admiten a formación da disolución dun sólido nun líquido é moito maior que cando se trata de disolver un líquido noutro líquido.

Stavy (1990) describe cómo ten lugar a adquisición da comprensión do concepto de conservación da masa para estudiantes dunha escola israelí en idades comprendidas entre os 9 e15 anos. A experiencia está plantexada para coñecer as súas respostas con respecto á conservación e á reversibilidade nos seguintes cambios de materia: translocación, fusión, disolución, evaporación, sublimación e dilatación.

Nesta investigación descubriuse que os nenos que recoñecían a conservación do peso na actividade de translocación, non recoñecían o mesmo na de fusión. E aqueles que o recoñecían na fusión non necesariamente o facían na evaporación. En xeral, os estudiantes pensan que un material fundido pesa menos có mesmo material na súa forma sólida, e que o gas pesa menos cá mesma substancia na súa forma líquida ou sólida. Ademáis aqueles alumnos que recoñecían a conservación do peso, non sempre recoñecían a reversibilidade do proceso.

É obvio que tódalas actividades de conservación presentadas, son formalmente idénticas. A materia sofre unha transformación e, ós alumnos, pídeselles que enxuicen a igualdade do peso. Sen embargo, o mostrado anteriormente e noutras partes (Stavy e Stachel 1986, Lowell e Ogilvie 1961-62, Uzigris 1964) ven a ratificar que os alumnos poden resolver certas actividades de

conservación sen ser capaces de resolver outras. E que as respostas melloran ca idade pero non necesariamente dunha forma lineal.

En experiencias de conservación da masa no proceso de disolución feitos nunha mostra de máis de 2.000 alumnos de idades de 12, 13,e 14 anos nas escolas suecas, Anderson (1984) comprobou que só nun dos niveis superouse o 50 % dos acertos na conservación da masa nunha experiencia de disolver un sólido nun líquido (azucre en auga).

A INVESTIGACIÓN

A gran maioría dos estudios levados a cabo ata o momento sobre o problema da conservación da masa no contexto das disolucións realizouse utilizando modelos sólido-líquido. A maior parte fixiéronno con disolucións de azucre en auga ou sal común en auga, dous sólidos que dan lugar a disolucións incoloras, agás algúns exemplos como o de Gómez e outros (1993), que comparan azucre en auga fronte a café en auga, observándose que a non conservación dase en maior proporción naquelas respostas nas que o suxeito non observa cambios aparentes na disolución (azucre en auga), fronte ás respostas nas que si se observa (café en auga).

Se é certo que as concepcións dos alumnos poden estar influenciadas pola *"percepción"*, a utilización dun exemplo de disolución líquido-líquido para estudiar a conservación da masa no proceso de disolución, debería dar uns resultados diferentes ós do sistema sólido-líquido pois, a nivel perceptivo, os dous casos son moi diferentes.

A mostra

A investigación está centrada en 112 alumnos de 14 a 15 anos (2º B.U.P.), de dous centros diferentes. Nela ponse de manifesto a importancia que todavía mantén a percepción na interpretación da conservación da masa nos procesos de disolución nun caso dun sólido en líquido frente a outro caso dun líquido noutro líquido.

Pasóuselle ós alumnos un test de tipo opción múltiple que constaba dunha pregunta pechada, con cinco opcións. Unha delas é aceptable. As outras tres constituían os distractores máis comúns que corresponden as principais concepcións alternativas dos alumnos. A última opción era "non o sei" para evitar, nalgunha medida a aleatoriedade nas respostas. A pregunta complétase cunha parte aberta onde pídeselles ós alumnos explicación sobre a opción elexida.

a) Para o sistema sólido-líquido

1. Añádense 200 g de azucre a 1000 g de auga. A continuación axítase ata que todo o azucre se disolve. A masa da disolución resultante será de ...

A. Máis de 1200 g

B. 1200 g

C. Entre 1000 g e 1200 g

D. 1000 g

E. Non o sei.

2. Explica o porqué da túa resposta.

b) Para o sistema líquido-líquido

3.Engádense 200 g de alcohol a 1000 g de auga. A continuación axítase ata que todo o alcohol se disolve. A masa da disolución resultante será de...

A. Máis de 1200 g

B. 1200 g

C. Entre 1000 g e 1200 g

D. 1000 g

E. Non o sei.

4 Explica o porqué da túa resposta.

RESULTADOS E DISCUSIÓN

Os datos correspondentes á parte pechada das preguntas simplemente se analizaron buscando as porcentaxes de alumnos que contestaban a cada unha das opcións do test. Mentras que o análise da parte aberta das preguntas realizouse en termos de categorización das respostas buscando rasgos comúns entre elas.

Disolución sólido-líquido

Na táboa 1 recóllense os resultados correspondentes á análise das respostas á pregunta sobre a disolución azucre-auga

Táboa 1.- Porcentaxes de alumnos que elixen cada unha das opcións do test de opción múltiple e porcentaxes en cada unha das categorías nas que se clasifica a parte aberta das respostas.

Os resultados confirman as investigacións anteriores sobre a conservación da masa en disolucións de azucre en auga ou sal en auga, nas cales unha porcentaxe de alumnos (aproximadamente do 50%) non aplican o principio de conservación da masa e non suman as masas do soluto e disolvente, polo que

parece como se o sólido desaparecese no seno do líquido ou como se no seo do líquido ou sólido tivese menos masa despois de disolverse.

Opción	***Categorías***	***Porcentaxe %***
Máis de 1200 g		0
1200 g	Mestúranse e súmanse as masas.	20
	Aínda que se disolve tamén ten masa.	14
	O azucre en auga pesa menos.	5
	O azucre en auga non desaparece pasa a ser compoñente da auga.	5
Entre 1000 e 1200 g	A masa aumenta un pouco pero non os 200 g de azucre.	12,5
	Aínda que se disolve mantén algo do seu peso.	12,5
	Outra razóns.	2
1000 g	O azucre disólvese e desaparece.	10
	Ó disolverse o azucre non aumenta de peso.	11
	Outras razóns.	8

Neste sentido os resultados obtidos por Andersson (1984) no proxecto EKNA nunha pregunta de disolución de azucre en auga, expoñen uns datos semellantes para os grados de 7º,8º e 9º das escolas suecas. Os porcentaxes de acertos son do 56%, 50% e 46% respectivamente, moi semellantes os que presentamos para 2º de B.U.P.

Sen embargo, o obxectivo fundamental non é valorar de forma significativa os resultados cuantitativos, senón, polo contrario, profundizar nas respostas alternativas dos alumnos. Tanto de aqueles que conservan a masa como dos que non o fan e encontrar, a ser posible, as implicacións que de iso se derivan para a súa aprendizaxe. De aquí que a segunda pregunta demande cal é o motivo das súas respostas.

Como indican Valcárcel Pérez e Sánchez Blanco (1990), o importante será a búsqueda de indicadores que nos permitan medir a funcionalidade do aprendido, e elo é esencial para avaliar a calidade das nosas ensinanzas e averiguar o significado que para o alumno teñen os conceptos que os profesores introducimos, asi como as relacións conceptuais entre esos conceptos que lles

aporta a escola, o que percibe e os conflictos cognitivos que se lles plantexan. Polo tanto, é interesante descubrir cáles son os factores que afectan os alumnos ante unha descrición e interpretación dunha actividade concreta como a disolución dun sólido nun líquido fronte a esa mesma actividade pero formulada no cas dun líquido noutro líquido.

Unha vez analizadas as respostas no caso de azucre en auga tratamos de agruparlas en función da repetibilidade, para poder enuncialas como *"feitos didácticos pertinentes"* (Giordan 1985).

Análise das respostas dadas polos alumnos á parte aberta da pregunta sobre a disolución sólido-líquido.

Respostas consideradas aceptables para a opción 1200 g

a) Mézclanse e súmanse as masas.20 %

b)Aínda que se disolve tamén ten masa.14 %

Consideramos ambas respostas aceptables aínda que non se faga referencia o principio de conservación. Na primeira podemos indicar que alguns alumnos simplemente responderon se suman, mentras que outros fixerono engadindo o termo mezcla ou *"ó disolverse"*. Desa maneira resumimos as diferentes expresiones que utilizaron os alumnos nas respostas.

Con respecto á segunda opción que designamos como b), é claramente diferente á anterior posto que parece que desexan aclarar que *"a pesar de que se disolva "* ou como outros que usando o termo mestura cremos están contestando o mesmo, tal como "aunque se mesture a masa sigue sendo a mesma".

A continuación transcribimos como exemplo as respostas de alguns dos alumnos dentro desta categoría:

" Porque se se mesturan dúas masas, o total da mestura será a súa suma”.

"Porque a auga e o azucre sumados dan o resultado de 1200 g" .

“Porque aínda que o azucre se disolva na auga, non desaparece e a súa masa seguirá sendo a mesma".

" Eu creo que será 1200g porque, ainda que o azucre se disolva na auga, seguirá pesando o mesmo".

" Porque por moito que se revolva, mesture e desfaga, nunca o azucre perderá a súa masa inicial e, que eu saiba, 1000 g + 200 g = 1200 g".

Respostas alternativas para a opción 1200 g

Dos 49 alumnos, temos 11 que contestaron a opción 1200 g, e que a pesar de acertar á resposta numérica, en realidade dan xustificacións alternativas das que citamos. Algún exemplo:

"O azucre en agua pesa menos". Como se observa, contradicindo a súa propia resposta.

"O azucre non desaparece, senón que pasa a ser un compoñente da auga. De feito, se pesamos a auga antes e despois á mestura, notarémo-la diferencia" .

Respostas alternativas a opción entre 1000 e 1200 g

"A masa da disolución aumenta un pouco, pero non exactamente a do soluto engadido". Nesta reposta podemos atopar diferentes formas de expresión que catalogamos en tres subcategorias:

a) A masa aumenta un pouco co azucre, pero non os 200 g.

" A masa total será entre 1000 e 1200 g, xa que a agua ten 1000 g por si soa, ó engadirlle o azucre a masa aumenta algúns gramos, volvéndose o recipiente máis espeso" .

"O azucre vaise disolver na auga. Polo tanto, a masa de auga vai variar, pero non vai ser xusto o peso que suman as dúas, senón que o azucre, ó ser axitado e diluido na auga, perderá parte do seu peso".

"Eu entendo, pola miña idea, que se o botamos sen revolver, é decir en bruto, o aumento da auga sería maior. Pero ó disolver o azucre na auga, a masa resultante sería entre 1000 e 1200 g" .

Con estos exemplos, podemos claramente pensar que o alumno asocia o termo disolver a desaparecer en parte, e que a masa da disolución non vai ser polo tanto a suma das masas do disolvente e soluto. É importante subliñar os atributos que eles asignan ó feito de axitar e o de máis denso; conceptos que, cremos, introducen debido a experiencias perceptuais de precipitación por sobresaturación e a confusión entre peso e densidade. Esta mesma explicación de espeso e denso aparece nas explicacións doutros que elexiron esta opción como correcta.

b) Aínda que se disolva, mantén algo do seu peso.

"Eu penso que é esta cantidade porque ó disolverse o azucre na auga, esta fai que a auga pese algo máis. Pero o azucre na auga non pesa tanto como se o pesamos fóra da auga".

"Porque o azucre faríase menos pesado ó mezclarse ca auga" .

Nesta resposta podemos percibir que os alumnos pensan por experiencias con obxetos dentro da agua, que estes pesan menos que fóra dela , inducidos con

seguridade pola súa propia percepción experimental e unha falsa interpretación do principio de Arquímedes.

Respostas alternativas á opción de 1000 g

a) O azucre disólvese e desaparece.Propoñemos dúas das respostas como modelo aclarativo: *"O azucre desaparece e queda a auga"* .

"Porque ainda que botemos azucre no recipiente a auga non aumenta nin diminúe. Eu penso que o azucre non aumenta nin diminúe porque o azucre disólvese" .

b) ó disolverse, o azucre non aumenta o peso da auga.

"Porque ó estar disolto non pesa, pero ocupa máis lugar"

"Porque non se podería apreciar o peso do azucre, xa que éste quedaría disolto e o único que se apreciaría sería o peso da auga: os 1000 g".

Na primeira resposta alternativa, obsérvase claramente como o feito de "non ver" o azucre, indúcelles a pensar que ó disolverse desaparece, mentres que na segunda, o erro parece inclinarse cara a falsa percepción de que as "cousas " dentro da auga non pesan e só sería apreciable a masa da auga, o cal nos fai pensar novamente na falsa interpretación do principio de Arquímedes.

Disolución líquido-líquido

Na táboa 2, recóllense os resultados correspondentes ó análise das respostas á pregunta sobre a disolución alcohol-auga.

Opción	***Categorías***	***Porcentaxe %***
Máis de 1200 g		3
1200 g	Mestúranse e súmanse as masas.	27
	Aínda que se disolve, tamén ten masa.	18
	Porque son dous líquidos.	12
	O alcohol non se disolve, mestúrase.	8
	O alcohol non se disolve nin se mestura.	4
	Outras razóns.	8
Entre 1000 e 1200 g	O acohol pesa menos. É menos denso.	5
	Porque non se disolve totalmente.	5
	Outras razóns .	3
1000 g	O alcohol disólvese e desaparece.	4

	O alcohol non se disolve.	2
Non o sei		1

Táboa 2.- Porcentaxes de alumnos que elixen cada unha das opcións do test de opción múltiple e porcentaxes en cada unha das categoría nas que se clasifica a parte aberta das respostas

Como indicamos anteriormente, a pregunta de alcohol en auga foi realizada na mesma sesión cá do azucre en auga nos tres grupos investigados, polo que cremos que o efecto de contestación por similitude (aplicar o mesmo razoamento a diferentes conceptos ou procesos), coñecido como razoamento analóxico (Head 1986), non influiu neste caso, senón ó contrario. Para un mesmo proceso, utilízanse diferentes razoamentos, maioritariamente por considerar que, ó tratarse de diferentes estados físicos, trátase dun proceso distinto. É aquí onde se percibe claramente que o aprendido no concepto de disolución non é funcional, prevalece máis a idea "conceptual memorística " que a “funcional operativa” e aínda que algúns alumnos consideran que o proceso da mestura de dous líquidos non é unha disolución, sen embargo pensan que por ser líquidos, "non desaparece ningún", como no caso dun sólido no seno dun líquido. E, debido a iso, aplican o principio de conservación da masa cun grado de acerto moito maior que no caso do sólido nun líquido.

Esto implica que o concepto de disolución desde un punto de vista microscópico, non está perfectamente definido e conceptualizado e que se aplica en moitos casos a percepción macroscópica (as partículas do sólido non se perciben, polo tanto desaparecen, debido a que non se percibe tampouco un aumento considerable do volume), mentres que, no caso dos líquidos, a experiencia perceptual é que o volume sería a suma dos volúmenes (Lorenzo e Mendoza, 1993) e por razoamento analóxico tamén se conserva a masa, posto que non "desapareceron partículas".

Análise das respostas dadas polos alumnos a parte aberta da pregunta sobre a disolución líquido-líquido.

Respostas aceptables para a opción 1200g:

a) Mézclanse e súmanse as masas.

A explicación neste caso é semellante á que fixeron no caso dun sólido e un líquido, pero nunha porcentaxe maior.

"Eu creo de 1200 g xa que o xuntar as dúas masas súmanse" .

"Porque é a suma das dúas cantidades" .

a) Aínda que se disolve tamén ten masa ou aínda que se mesturen a masa segue sendo a mesma.

De novo repítese a opción que aparece na resposta sólido e líquido pero nunha porcentaxe tamén maior.

"A masa total son 1200 g, porque o alcohol aínda que se disolva, tamén ten masa"

" Porque aínda que se disolva coa auga seguirán sendo 200 g de alcohol" .

Respostas alternativas para a opción 1200g

a) O alcohol non se disolve, "mesturase".

"Aquí a masa é a suma das masas dos dous Iíquidos porque o alcohol non se disolve senon que se mestura coa auga ".

"Creo que son 1200 g porque o alcohol e a auga non se disolven, senón que se mesturan" .

Este grupo de alumnos polas súas explicacións, parece que indican que teñen un concepto de disolución como algo sólido que se ten que desfacer dentro dun líquido. Parecen existir na súa mente "dous conceptos contrapostos" disolver fronte a mesturar. O primeiro supon a desaparición total ou parcial da substancia que se disolve, o segundo interpretase como sumar ou adicionar).

b) Porque son dous líquidos

"Porque a auga e o alcohol son Iíquidos e entón ó mesturalos, xúntansen e o volume sube, polo tanto a masa tamén, 1000 e 200 suman 1200 g" .

"Penso que despois a masa total é 1200 g porque mesturamos os dous Iíquidos. Algúns Iíquidos o misturalos con outros aumenta a cantidade,o resultado é a suma deses Iíquidos"

Aqui o efecto da percepción parece moi claro; os alumnus "ven" como aumenta o volume e por iso suman as masas.

Este porcentaxe tan importante de alumnos, indica que para aplicar o principio de conservación da masa as substancias, estas deben estar no mesmo estado físico e pensan que si se trata dun sólido nun líquido algo ou todo desaparece, mentras que no caso dos líquidos producese a adición.

c) O alcohol non se disolve nin se mestura.

"Porque eu penso que non se disolve e non se mestura coa auga. Por eso penso que teñen unha masa de 1200g".

"Eu penso que o alcohol queda todo no fondo porque ten máis peso cá auga e ademáis porque eu penso que non se disolve, e polo tanto terá que quedar por enriba ou por debaixo".

Supoñen que as substancias son inmiscibles e eso xustifica a suma das súas masas. No caso de que se mesturaran a lei de conservación no se cumpliría xa que "algo ou todo desaparecería".

Queda unha porcentaxe de alumnos que non fomos capaces de clasificar dentro das categorias establecidas.

Respostas que elixiron a opción entre 1000 e 1200 g

a) O alcohol pesa menos e é menos denso.

"O alcohol pesa menos é menos denso" .

"Porque o alcohol é menos denso ca auga e mezclado con ela faise menos pesado ca auga"

Os alumnos que se expresan así tratan a magnitude extensiva peso, como a intensiva densidade, e o ter coñecemento de que o alcohol é menos denso, deducen erróneamente que o mesturalo ca auga a densidade da mestura diminúe con respecto a densidade da auga, o cal é correcto, pero conclúen que tamén o peso será menor superpoñendo nunha mesma magnitude dous conceptos diferentes. A falla dun modelo ou da súa aplicación no lles induce a pensar que o cambio dalgunha propiedade como a densidade, vai unido á inalterable cantidade de materia que segue sendo a mesma, senon que necesitan dun modelo microscópico da materia, que lles permita "ver" que as particulas siguen sendo as mesmas antes e despois da disolución.

b)Porque non se disolve totalmente.

"Eu penso que estaría entre 1000 e 1200 g xa que o alcohol ó disolvelo na auga non se disolve totalmente, xa que na auga pódese ver unha masa distinta, e por iso que a masa da disolución pode aumentar debido a que o alcohol é máis denso" .

Respuestas á opción 1000 g.

a) O alcohol non se disolve, ou o alcohol non se mestura.

b) O alcohol disólvese e desaparece, ou o alcohol ó disolverse pasa a formar parte da agua.

Neste caso o número de alumnos que elixe a opción de 1000 g é moito maior que no de azucre en auga. Isto parece ser debido ó estado físico dos compoñentes, xa que como indicamos no caso do azucre en auga, disolver aparece ligado a desaparecer, e por iso xustifican a resposta.

IMPLICACIÓNS PARA A APRENDIZAXE DAS CIENCIAS

Parece que o sistema cognitivo do alumno, está nunha porcentaxe moi importante, afectado pola dimensión cambiante do estado físico do soluto (sólido ou líquido), e polo que se refire a elo como dimensión significativa do problema (fixanse máis no estado físico do soluto que no propio proceso que se lles pide interpretar e na aplicación do principio de conservación).

Os factores, polo tanto, que afectan ós resultados dos alumnos nestas respostas deben de centrarse en primeiro lugar no estado fisico dos solutos.

Nos exemplos que investigamos, unha porcentaxe do orde do 50 % pensa que ó disolver un sólido nun líquido, o total ou unha parte do soluto desaparece, nuns casos por supoñer que o proceso de disolución supon unha desaparición, (disolver equivale a desaparecer), polo que a masa ou peso da disolución non aumenta ou faino moi pouco, pero non os 200 g de azucre engadidos.

Polo contrario, no caso dos líquidos (alcohol en auga), unha porcentaxe importante considera que a disolución non ten lugar, senón que o que realmente ocorre é que "se mesturan os dous líquidos, e o mesturarse aplican a propiedade de conservación da masa, pero segue persistindo un erro conceptual importante, no concepto de disolución, posto que se asocia a desaparición , mentras que mesturar non desaparece a masa porque se trata de dous líquidos.

Este primeiro factor e os que foron indicados nas respostas anteriormente, supoñen unhas implicacións na aprendizaxe das Ciencias que tratamos de resumir:

a) Os nosos alumnos deben de ter moi claro que: un cambio de estado físico non supón un cambio na cantidade de substancia (partículas, átomos, moléculas, etc.), diferenciando claramente o concepto operativo de cantidade de substancia fronte a forza con que é atraida esa cantidad de substancia (peso). Que o qué varía nun cambio de estado é a densidade da subtancia, pero non a cantidade e por consiguiente tampouco o seu peso, mentras non varíe apreciablemente a súa posición no espacio. Se estes conceptos non están perfectamente diferenciados o alumno pódeos utilizar segundo as características específicas de cada situación.

b) Asì encóntranse estes mesmos erros na bibliografia "o líquido é menos pesado có sólido" ou "o gas pesa menos có líquido", en lugar de "o líquido é menos denso có sólido", etc. como tampouco diferencian que o qué varía é a densidade da disolución, e introducen "o azucre pesa menos". De aqui a importancia que consideramos debera dárselle ó concepto de Cantidad de Substancia como magnitude fundamental, aínda no caso de que non se utilice todavía o concepto de mol, pero si a

nivel operativo como cantidade que permanece constante en todo-los cambios físicos e químicos excepto nas reaccións nucleares.

c) O concepto operativo de cantidade de substancia podería axudarnos tamén a correxir os erros conceptuais de que "un sólido dentro da auga pesa menos " frente a idea de que a cantidade de substancia é a mesma dentro que fora da auga e interpreter correctamente o pcso no ar, peso na auga, ou outro medio, permanecendo invariable a cantidade de substancia

d) A lei de conservación da masa é unha das pedras angulares da teoría de partículas da materia e da química moderna, polo tanto debará ser "usada" polos profesores e alumnos sempre.

A modo de exemplo propoñemos algúns casos :

- Conservación na translocación: desmenuzar sólidos en polvo e comprobar a invariabilidade de súa masa.
- Conservación en dilatación da materia: para diferenciar o concepto de volume do de cantidade de substancia, usándoo ademáis como soporte explicativo da axitación e interacción entre as particulas que conforman a materia, para profundizar na propia comprensión da teoría molecular.
- Conservación nos cambios de estado: esto evitará cremos o erro conceptual de densidade e peso, utilizando o de cantidade de substancia podemos tamén profundizar na comprensión dun modelo de partículas.
- Conservación na disolución: realizando experiencias como mínimo de sólidos en líquidos e de líquidos en líquidos,para logo poder facelo extensible ós gases que é máis dificultoso de realizar en laboratorios elementais. No caso de sólidos deben de elixirse solutos coloreados que favorezan unha percepción positiva do proceso (tipo sulfato de cobre, permanganato de potasio), e deste xeito aproveitar o erro perceptivo negativo de que o sólido aqui "non desaparece", cara a explicación positiva de porqué se difunde en toda a disolución, o cal axudaría a seguir insistindo nun modelo que interprete os cambios fisicos e químicos.
- Conservación en reaccións químicas (con exemplos diferenciados): en primeiro lugar con reaccións nas que non interveñan gases, para logo pasar a reaccións nas que interveñen os gases.

Cremos que somentes a través dunha secuencia con intervencións experienciais, onde os alumnos constrúen a súa propia aprendizaxe, estas axudararannos a conseguir que utilicen o principio de conservación da masa como unha lei de carácter universal, e o aplicarán logo ós demáis procesos nos que o necesiten, independentemente da percepción visual que poida inducilos ó erro.

Desta maneira será máis fácil "vencer" hacia o sentido positivo e científico. E

que nesa competición dinámica entre os distintos coñecementos que posúe o alumno, non prevaleza a idea máis perceptual, senon a máis rigurosa e científica.

BIBLIOGRAFÍA

Fernández,J:M.; Trigueros, T e Gordo, L.:Ideas sobre los cambios de estado de agregación y las disoluciones en alumnos de 2º de B.U.P; Enseñanza de las Ciencias, **6(1),** 42-46 (1988)

Lovell, K. e Ogilvie, E :" A study of de conservation of sustance in the Junior School Child", Brit. J. Educ. Psychol, 109-118 (1960)

Lorenzo, F:M: e Mendoza,J : "Changing student´s non-conservation of volume in solutions"; Third Misconceptions Seminar Proceedings, Cornell University, Ithaca, NY (1993).

Pozo, J.L:; Gómez Crespo, M.A:;Limón, M y Sanz, A. : Procesos cognitivos en la comprensión de las Ciencias; Madrid, MEC (1991).

Stavy, R.: "Pupils problems in understanding conservatio of matter"; I: J. of Sci. Educ., **12 (5),** 501-512 (1990).