

¿QUE PODERIAS VER POLO NOSO MICROSCOPIO? A utilización do modelo de organización da materia en distintos niveis educativos.

J. Díaz de Bustamante. E. U. do Profesorado de EXB de Santiago
G. Vázquez Vázquez. C.P de Buhía
I. García-Rodeja Gayoso. E. U. do Profesorado de EXB de Santiago

Introducción

Un dos problemas cos que, como profesores de Ciencias, nos temos atopado cando realizamos prácticas de microscopía cos nosos alumnos, é a dificultade que manifiestan estes de interpretar-las súas observacións, de saber qué é o que están a ver. A problemática preséntase en tódolos niveis educativos e está en relación coa concepción que da materia ten o estudante, tanto de escala ou nivel estrutural como de discontinuidade. Estas ideas resultan dificilmente reemplazables (Lucas, A., 1987; Dreyfus, A. e Jungwirth, E., 1989).

Dentro da nosa investigación sobre o tema, presentamos aquí uns resultados iniciáis sobre a análise das expectativas de observación que manifestan estudantes de EXB e BUP, fronte a preguntas referentes á estrutura ou niveis de organización nos seres vivos.

Métodos

Elaborouse un cuestionario (cadro nº 1) no que se formulaban catro preguntas abertas e incitantes. A nº1, 2 e 3 pretendían descubrir si utilizaban, e en que profundidade, un modelo estrutural para mostras vexetáis e animais. A pregunta final, nº 4, ten como obxectivo descubri-las ideas dos alumnos sobre tamaño e crecemento nos seres vivos.

Cadro nº 1: Cuestionario
Cuestión nº 1: Supón que temos unha lupa (ou un microscopio) co que podemos ir aumentando as imaxes o que queiramos. Se tomas unha mazá e a observas con esta lupa, primeiro a poucos aumentos e despois vas aumentando cada vez mais a potencia (por exemplo: comenzas con 10 aumentos, despois 50, 100, 200, 500, 1000, etc), ¿qué crees que se irá vendo?
Cuestión nº 2: Se agora observas coa mesma lupa (ou co mesmo microscopio) un cachifo dun bisté (de vaca), ¿ qué crees que se ve?
Cuestión nº 3: Se observarás un trozo de tortilla francesa, usando a mesma lupa ou microscopio dos casos anteriores, ¿ qué crees que se verá? ¿ Por qué?
Cuestión nº 4: Se miramos unha folla (dunha planta) coa lupa ou co microscopio mentras crece, ¿cómo crees que se irá vendo?

O cuestionario pasouse, ó principio do segundo trimestre, a 81 estudantes de 8º de EXB (pertencentes a dous Centros distintos), a 40 estudantes de 2º de BUP e, como mostra de referencia, a 20 alumnos do CAP. En tódolos casos tratábase de estudantes que non tiñan estudiado recentemente temas relacionados co que era obxecto de análise. No caso dos alumnos do CAP, eran licenciados en Química ou en Física.

Discusión dos resultados

Para a análise das respostas (cuadro nº 2 e gráficas), éstas codificáronse en grupos: 6 grupos para a cuestión nº 1, 8 grupos para a cuestión nº 2 e 9 grupos para as cuestións nº 3 e 4.

As respostas ás cuestións nº1 e 2, pudémoslas agrupar de forma moi parecida:

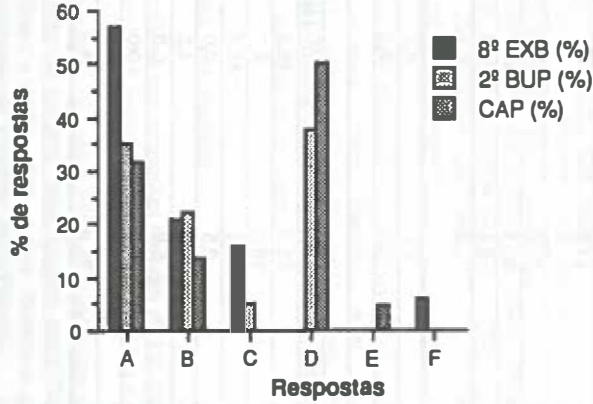
A- Aumento do tamaño con detalles superficiais. Engloba a aquelas respostas que inclúen rasgos detectables a simple vista (polvo, manchas, grietas, arrugas, vasos, nervios, etc.), os que co microscopio pódense ver grandes, mais grandes,.... a medida que se utilizan maiores aumentos; é o que podería equipararse a unha ampliación fotográfica.

É maioritaria no caso da mazá (56,8%) en EXB e permanece cunha frecuencia superior ó 30% en tódolos demais niveis, apreciándose en BUP e CAP para o bisté frecuencias de mais do 40%.

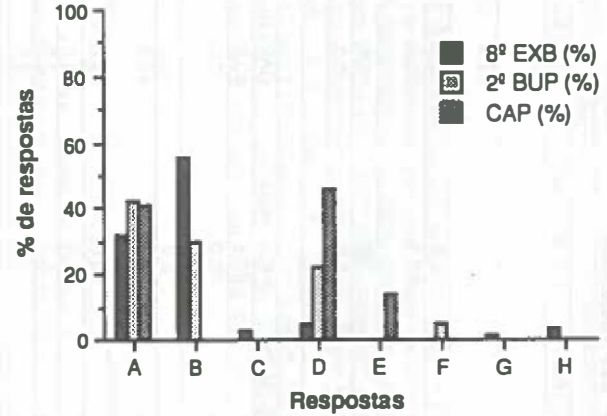
Cadro nº 2: Análise das respostas

Cuestión nº 1: Mazá			
Respostas (en %)	8º EXB (N=81)	2º BUP (N=40)	CAP (N=22)
A- Aumento do tamaño, con detalles superficialiáís	56,8	35,0	31,8
B- Visualización de estruturas superficialiáís non visibles a simple vista	21,0	22,5	16,3
C- Visualización de estruturas internas	16,0	5,0	0,0
D- Visualización de sucesivos nivéis de organización	0,0	37,5	50,0
E- Non contesta	0,0	0,0	4,6
F- Non codificable	6,2	0,0	0,0
Cuestión nº 2: Bisté			
Respostas (en %)	8º EXB (N=81)	2º BUP (N=40)	CAP (N=22)
A- Aumento de tamaño	32,1	42,5	40,9
B- Visualización de estruturas superficialiáís non visibles a simple vista	55,6	30,0	0,0
C- Visualización de estruturas internas	2,5	0,0	0,0
D- Visualización de sucesivos nivéis de organización	4,9	22,5	45,5
E- Proteínas	0,0	0,0	13,6
F- Nada	0,0	5,0	0,0
G- Non contesta	1,2	0,0	0,0
H- Non codificables	3,7	0,0	0,0
Cuestión nº 3: Tortilla			
Respostas (en %)	8º EXB (N=81)	2º BUP (N=40)	CAP (N=22)
A- Aumento de tamaño	7,4	12,5	18,2
B- Homoxéneo, amarelo	21,0	0,0	4,5
C- Textura de tortilla, negando a existencia de células	0,0	17,5	0,0
D- Células do ovo	2,5	20,0	13,6
E- Heteroxéneo	59,3	32,5	31,8
F- Organismos, xérmenes	1,2	5,0	0,0
G- De homoxéneo a poucos aumentos a heteroxéneo a maiores aumentos	1,2	0,0	9,1
H- Non contesta	3,7	2,5	4,5
I- Non codificables	3,7	10,0	18,2
Cuestión nº 4: Folla			
Respostas (en %)	8º EXB (N=81)	2º BUP (N=40)	CAP (N=22)
A- Aumento tamaño das partes	32,1	25,0	18,2
B- Aumento do tamaño das células	1,2	15,0	9,1
C- Aumento do número das células	1,2	25,0	45,5
D- Sucesión de fases	11,1	2,5	0,0
E- Aparición de novas partes	0,0	0,0	4,5
F- Procesos fisiolóxicos ou bioquímicos	18,5	5,0	0,0
G- Estiramento	3,7	0,0	0,0
H- Non sabe ou non contesta	0,0	2,5	9,1
I- Non codificables	32,1	25,0	13,6

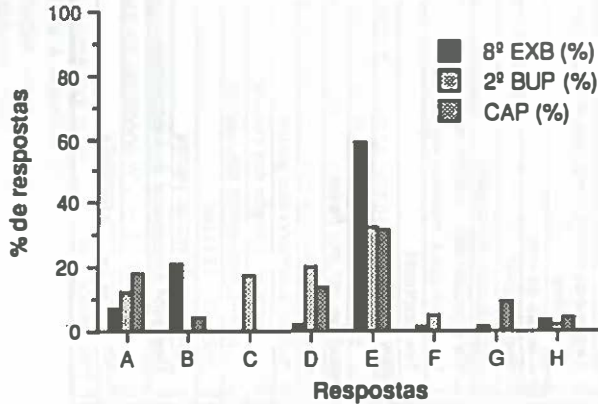
Cuestión nº 1: Mazá



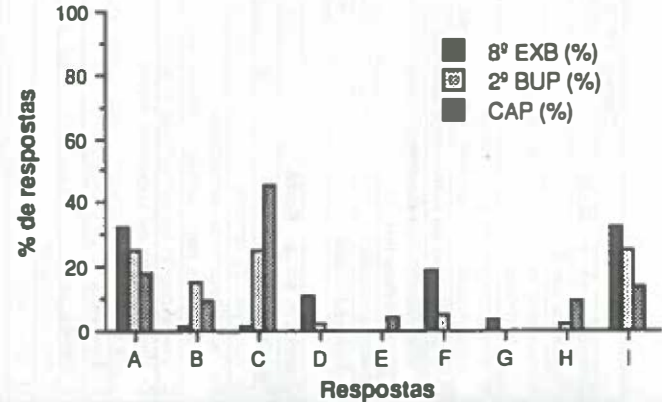
Cuestión nº 2: Bisté



Cuestión nº 3: Tortilla



Cuestión nº 4: Folla



B- Visualización de estructuras superficiais non visibles a simple vista. Inclúe respostas do tipo de: *Células da pel, partículas, compoñentes, etc.,* que supoñen un cambio na apreciación da organización, pero non moi marcado, xa que non consideran variacións con distintos aumentos.

É maioritario este tipo de resposta no caso do bisté (55,6%) en EXB, e da orde 20% nos outros casos.

C- Visualización de estruturas internas. Corresponde a respostas como:

Primeiro a pel, despois a pulpa e, a mais aumentos, as pepitas, que atribúen a maiores aumentos do microscopio maior poder de penetración na mostra.

Son máis frecuentes no caso da mazá, chegando en EXB a supoñer un 16%.

D- Visualización de sucesivos niveis de organización. Codificáronse aquí respostas do tipo:

Primeiro irregularidades, despois surcos, a maiores aumentos fibras, e ó final moléculas/Fibras primeiro, fibras pequenas a maiores aumentos, etc. / Superficie, células, compoñentes de células, moléculas e átomos.

É, sen dúbida, o tipo de respostas que marcan un maior nivel de complexidade e, en consecuencia, practicamente non existen en EXB e son moi frecuentes no resto (CAP 50% para a mazá). O resto das respostas codificadas para estas dúas cuestións, non teñen maior trascendencia.

As respostas á cuestión nº 3 son moito máis variadas, téndose codificadas nos seguintes grupos:

A- Aumento de tamaño. Inclúe só aumento de tipo fotográfico.

Chega a supoñer da orden do 20% das respostas de CAP.

B- Visualización dunha imaxe homoxénea amarela. Non describen a posibilidade de cambio de escala nin estrutura. Respostas do tipo:

Algo amarelo, xa que a tortilla faise con ovo e é amarelo.

Supón no caso de EXB algo máis do 20%, e interpretámolo como unha xeneralización do aspecto macroscópico.

C- Visualización da textura da tortilla pero negando explicitamente a existencia de células. Inclúe descripcións diversas da tortilla pero sinalando sempre a ausencia de células.

Só aparece no grupo de BUP cunha frecuencia notable (17,5%). Entendemos que é unha manifestación de que saben que un ovo é unha única célula.

D- Visualización de células do ovo. Inclúe todas aquelas respostas nas que manifestan a opinión de que se *deberían ve-las células que constitúen o ovo*, aínda que realicen algún outro comentario.

É importante no caso de BUP (20%) e menos en CAP (13,6%). Trátase dunha xeneralización errónea.

E- Visualización dunha imaxe heteroxénea. Agrupamos aquí respostas como:

Rugosidades, burbullas e gotas de aceite. / Algo amarelo e branco, xa que a clara e a xema non poden mezclarse de todo. / Moléculas de colesterol, proteínas, cristais de sal que non se disolveron.

Trátase daquelas respostas que intentan en maior o menor medida describir un cambio estrutural, pero non diferencias significativas entre niveis de organización.

O resto dos tipos de resposta codificados, non son trascendentes, aínda que cabe sinalar a existencia dun porcentaxe notable de respostas que temos considerado non codificables.

A cuestión nº 4 presentou bastantes problemas ós estudantes encuestados, xa que a súa redacción parecêu inducilos a erros. Formulouse para detecta-las súas ideas sobre o crecemento dos seres vivos e, concretamente, coa atribución dun tamaño distinto os elementos que forman seres de tallas diferentes. O alto porcentaxe de respostas non codificables (máis do 25% en EXB e BUP) e a fixación en procesos fisiolóxicos e/ou bioquímicos, circulación da savia e fotosíntese, (da orde do 20% en EXB) confirmárono e resta validez ó conxunto de respostas. A pesares delo, resaltamos que poidéronse establecer os seguintes grupos:

A- Aumento do tamaño das partes. Englobábase todas aquelas que non sinalan aumento do tamaño das células, comprendidas no tipo B. Frecuentemente fan referencia ó *aumento do tamaño de "haces conductores", nervios da folla, etc.*

Como cabría supoñer é a resposta con maior frecuencia en EXB (32,1%), pero que se mantén en niveis moi próximos en BUP (25%) e algo menores pero moi significativos en CAP (18,2%). Entendemos que corresponde a un enfoque de ampliación fotográfica, sin consideración de niveis estruturais.

B- Visualización de estructuras superficiais non visibles a simple vista. Inclúe respostas do tipo de: *Células da pel, partículas, compoñentes, etc.,* que supoñen un cambio na apreciación da organización, pero non moi marcado, xa que non consideran variacións con distintos aumentos.

É maioritario este tipo de resposta no caso do bisté (55,6%) en EXB, e da orde 20% nos outros casos.

C- Visualización de estruturas internas. Corresponde a respostas como:

Primeiro a pel, despois a pulpa e, a mais aumentos, as pepitas, que atribúen a maiores aumentos do microscopio maior poder de penetración na mostra.

Son máis frecuentes no caso da mazá, chegando en EXB a supoñer un 16%.

D- Visualización de sucesivos niveis de organización. Codificáronse aquí respostas do tipo:

Primeiro irregularidades, despois surcos, a maiores aumentos fibras, e ó final moléculas/Fibras primeiro, fibras pequenas a maiores aumentos, etc. / Superficie, células, compoñentes de células, moléculas e átomos.

É, sen dúbida, o tipo de respostas que marcan un maior nivel de complexidade e, en consecuencia, practicamente non existen en EXB e son moi frecuentes no resto (CAP 50% para a mazá). O resto das respostas codificadas para estas dúas cuestións, non teñen maior trascendencia.

As respostas á cuestión nº 3 son moito máis variadas, téndose codificadas nos seguintes grupos:

A- Aumento de tamaño. Inclúe só aumento de tipo fotográfico.

Chega a supoñer da orden do 20% das respostas de CAP.

B- Visualización dunha imaxe homoxénea amarela. Non describen a posibilidade de cambio de escala nin estrutura. Respostas do tipo:

Algo amarelo, xa que a tortilla faise con ovo e é amarelo.

Supón no caso de EXB algo máis do 20%, e interpretámolo como unha xeneralización do aspecto macroscópico.

C- Visualización da textura da tortilla pero negando explicitamente a existencia de células. Inclúe descripcións diversas da tortilla pero sinalando sempre a ausencia de células.

Só aparece no grupo de BUP cunha frecuencia notable (17,5%). Entendemos que é unha manifestación de que saben que un ovo é unha única célula.

D- Visualización de células do ovo. Inclúe todas aquelas respostas nas que manifestan a opinión de que *se deberían ver-las células que constitúen o ovo*, aínda que realicen algún outro comentario.

É importante no caso de BUP (20%) e menos en CAP (13,6%). Trátase dunha xeneralización errónea.

E- Visualización dunha imaxe heteroxénea. Agrupamos aquí respostas como:

Rugosidades, burbullas e gotas de aceite, /Algo amarelo e branco, xa que a clara e a xema non poden mezclarse de todo. /Moléculas de colesterol, proteínas, cristáis de sal que non se disolveron.

Trátase daquelas respostas que intentan en maior o menor medida describir un cambio estrutural, pero non diferencias significativas entre niveis de organización.

O resto dos tipos de resposta codificados, non son trascendentes, aínda que cabe sinalar a existencia dun porcentaxe notable de respostas que temos considerado non codificables.

A cuestión nº 4 presentou bastantes problemas ós estudantes encuestados, xa que a súa redacción parecéu Inducilos a erros. Formulouse para detecta-las súas ideas sobre o crecemento dos seres vivos e, concretamente, coa atribución dun tamaño distinto os elementos que forman seres de tallas diferentes. O alto porcentaxe de respostas non codificables (máis do 25% en EXB e BUP) e a lixación en procesos fisiolóxicos e/ou bioquímicos, circulación da savia e fotosíntese, (da orde do 20% en EXB) confirmáronno e resta validez ó conxunto de respostas. A pesares delo, resaltamos que poidéronse establecer los seguintes grupos:

A- Aumento do tamaño das partes. Englóbanse todas aquelas que non sinalan aumento do tamaño das células, comprendidas no tipo B. Frecuentemente fan referencia ó *aumento do tamaño de "haces conductores", nervios da folla, etc.*

Como cabría supoñer é a resposta con maior frecuencia en EXB (32,1%), pero que se mantén en niveis moi próximos en BUP (25%) e algo menores pero moi significativos en CAP (18,2%). Entendemos que corresponde a un enfoque de ampliación fotográfica, sin consideración de niveis estruturais.

B- Aumento do tamaño das células. Incluímos aquí aquelas respostas na que se sinala explicitamente *un incremento do tamaño das células*.

Esta resposta é especialmente significativa en BUP (15%) e en menor grado en CAP (9,1%). Interpretámola, con certas reservas de tipo teórico, como un uso erróneo do modelo de crecemento.

C- Aumento do número de células. Agrupa ás respostas que explicitamente sinalan que os seres vivos medran porque *se multiplican as células, aumentando o seu número*.

É interesante destacar que en EXB apareza unha frecuencia tan baixa (1,2%); que só supoña o 25% en BUP e que non chegue ó 50% en CAP. Creemos que ésta debería ser unha resposta máis frecuente, aínda que encerre maior dificultade ó esixir-lo manexo máis avanzado do concepto de célula, de crecemento e de nivel de organización.

D- Sucesión de fases. Corresponde a respostas do tipo: *Verlánsese fases sucesivas do desenvolto./ Verlánsese sucesivos cambios*.

Non é un tipo demasiado frecuente de resposta, excepto en EXB onde atopamos porcentaxes significativas. Interpretámola como respostas neutras, non aclaratorias nin comprometidas, que non permiten apreciar-lo marco teórico de referencia dos estudantes.

E- Aparición de novas partes. Aparece só nun caso, no que inequívocamente, se manifesta que *aparecen partes ou estruturas novas* sin maiores aclaracións. Non é significativa.

F- Procesos fisiolóxicos ou bioquímicos. Agrupa a unha serie de respostas das que poderíamos dicir que "o alumno distráeseas". Xa se comentaron máis arriba.

Entendemos que o centro de interese dos estudantes de EXB, e en menor medida de BUP, desvíase cara outras observacións.

G- Estiramento o movemento. Nun caso a resposta suxire un mecanismo casi elástico ("chicle") que non incluíría estrutura nin nivel estrutural. Amáis inclúense aquí descripcións dinámicas do proceso que, no esencial, corresponderíanse con respostas de tipo A.

O resto das respostas a esta cuestión xa foron comentadas ou carecen de interese.

Conclusiones

Dende 6º de EXB (Programas Renovados, 1980), existe no currículo un modelo de organización da materia correspondente a niveis estruturais, onde relacionar dende partículas elementais ata ecosistemas, que supoñen a utilización de escalas moi diferentes. É palpable o feito de que a súa utilización é, en xeral, pouco satisfactoria. Estes feitos foron xa detectados por diversos autores (Schaefer, G., 1979; Dreyfus, A. e Jungwirth, E. , 1988 e 1989), aínda que non de forma explícita, percibíndose unha mellora ó longo dos niveis educativos.

As ideas sobre a organización da materia que posúen os estudantes non se corresponde, en algúns aspectos, coas ideas aceptadas pola comunidade científica dende fai máis dun século. Consideramos que as dificultades de observación de estruturas microscópicas sinaladas, tanto para describilas coma para relacionalas entre si, pódense deber a que a experiencia do alumno é escasa, e a que se lle dan poucas oportunidades de utiliza-lo modelo en contextos máis cotidíans.

Bibliografía

- Dreyfus, A. e Jungwirth, E. (1989) The pupil and the living cell: a taxonomy of dysfunctional ideas about an abstract idea. *Journal of Biological Education*, 23 (1), pp. 49-55
- Dreyfus, A. e Jungwirth, E. (1988) The cell concept of 10th graders: curricular expectations and reality. *International Journal of Science Education*, 10 (2), pp. 221-229
- Lucas, A. (1987) Public knowledge of Biology. *Journal of Biological Education*, 21 (1), pp. 41-45
- Programas renovados en E.G.B. Area de Ciencias de la Naturaleza. *Vida Escolar* (Dir. Gral. de Educación Básica), (1980), 207.
- Schaefer, G. (1979) Concept Formation in Biology: The Concept 'Growth'. *European Journal of Science Education*, 1 (1), pp. 87-101