

¿Criaríamos “leóns en granxas”? Dificultades na utilización de conceptos de ecoloxía nun problema de Acuicultura.

Bravo Torija Beatriz e Jiménez Aleixandre María Pilar
Dpto. Didáctica de Ciencias Experimentais
Universidade de Santiago de Compostela

Introducción

Este estudo forma parte dun proxecto de investigación sobre a utilización na aula de tarefas baseadas en problemas auténticos e desenvolvemento de competencias científicas. A fase preliminar comprende o deseño de unha unidade didáctica abordando o problema da xestión dos recursos mariños e a acuicultura como posible solución. Os obxectivos son: 1) identificar o modelo conceptual que o alumnado necesita manexar ao responder a pregunta, 2) examinar as súas dificultades no uso dos conceptos de ecoloxía, en particular fluxo de enerxía e pirámide trófica. A tarefa utilizada foi unha pregunta de exame onde estudantes universitarios de Bioloxía (N=93), tiñan que responder desde o punto de vista da eficiencia ecolóxica, que era mellor comer pequenos peláxicos o salmóns. Os resultados mostran que o 73 % identifica comer pequenos peláxicos como máis eficiente que comer salmóns, aínda que o modelo conceptual do alumnado dista moito do modelo do experto. Respecto ao uso dos conceptos, un 45 % mobiliza conceptos relevantes de ecoloxía, pero só un 16 % de eles é capaz de utilizar fluxo de enerxía e pirámide trófica. Isto pon de manifesto as dificultades que experimentan os alumnos ao transferir o coñecemento teórico a problemas reais e a necesidade de deseñar unha unidade onde se traballen en profundidade estas concepcións.

1. Problemas auténticos na clases de ciencias :

1.1 Cognición situada e problemas auténticos.

Nos últimos anos en Galicia requirese por parte do alumnado de secundaria a adquisición das chamadas competencias básicas, que se definen como “as capacidades de poñer na práctica de forma integrada, en contextos e situacións diversas, os coñecementos, as habilidades, e as actitudes persoais adquiridas(...)”,(D.O.G, 2007). É dicir esperase do alumnado que sexa capaz de usar o aprendido na aula en distintos contextos da súa vida.

Pero na maioría das aulas non se promoven ese tipo de aprendizaxes contextualizadas na vida real, senón que se utilizan problemas repetitivos e descontextualizadas. Nesas condicións o coñecemento conceptual é moito máis difícil de aplicar , xa que de acordo coa perspectiva da cognición situada, este non pode abstraerse das situacións nas que se aprende e se utiliza (Jiménez-Aleixandre, 2003).

Estamos de acordo coa promoción na aula dunha cultura científica escolar na que os coñecementos sexan considerados como unha caixa de ferramentas, que se aprenden a usar na práctica, ao igual que un cocinheiro ou un albanel no seu oficio, e as actividades levadas a cabo sexan auténticas, é dicir establezan unha conexión entre a aula e o mundo entorno a ela. Estas actividades caracterízanse por rasgos como (Jiménez-Aleixandre (2003) : a) O contexto é a vida real, desta forma o alumno pode percibir a

súa relevancia e a súa utilidade ; b) Son actividades mal estruturadas, abertas, ten tanta importancia o proceso como a solución final. Xera unha grande variedade de respostas posibles, mesmo se unha é a máis adecuada, variedade que á súa vez promove distintas formas de traballo. No proceso de debate das respostas os alumnos teñen que justificar as súas opcións. c) O seu proceso de resolución, promove o desenvolvemento das competencias, entre outras as argumentativas, relacionar os datos subministrados con conclusións e xustificálas adecuadamente.

Esta forma de traballar favorece no alumnado a adquisición de ferramentas útiles para a súa vida como cidadáns, e o desenvolvemento dun pensamento crítico ante distintas fontes de informacións. Por outra parte consegue conectar o seu mundo fóra e dentro da escola, co que pode facer máis atraínte a aprendizaxe das ciencias.

Ademais estes problemas favorecen a integración das distintas áreas (bioloxía, x química etc.) como algo illado, polo contrario favorece a integración destes,(Eirexas, Federico-Agraso e Jiménez-Aleixandre, 2007).

1.2 Aprendizaxe de conceptos de ecoloxía e as súas interrelacións.

Nas últimas décadas a presenza da ecoloxía nos curriculums escolares incrementouse: Os problemas ecolóxicos aparecen de forma frecuente nos medios, e os estudantes teñen uns intereses e motivacións maiores que noutras áreas de ciencias. Porén, a comprensión da ecoloxía presenta numerosas dificultades. Neste traballo, máis que realizar unha revisión completa do problema, preténdese unha aproximación inicial ao tema e á relevancia para nosa proposta.

O uso de conceptos e modelos de ecoloxía para explicar fenómenos e resolver problemas require, unha comprensión no só dos conceptos discretos, senón das súas relacións. Para comprender a dinámica do ecosistema os estudantes necesitan ser conscientes das complexidades das súas interaccións. Por exemplo, as redes alimentarias e as interaccións entre distintos niveis tróficos son parte do currículo de secundaria, pero os estudantes de 14-15 anos presentan dificultades para explicar as consecuencias nun nivel dos cambios producidos noutros niveis (Fernández-Manzanal et al., 1999).

Para poder traballar sobre a xestión dos recursos mariños os estudantes necesitan mobilizar conceptos moi abstractos, como fluxo de enerxía e pirámide trófica. En concreto, para valorar sé é máis eficiente comer pequenos peláxicos ou salmón. Necesitase aplicar a noción de que só una fracción de enerxía (sobre un 10% na maioría dos casos) é transferido dun nivel trófico ao seguinte. Isto explica por que, no ecosistema, hai moitas máis plantas que animais herbívoros e a súa vez máis destes que carnívoros etc. En termos de eficiencia ecolóxica e mellor alimentarse de plantas (por exemplo leitugas) que animais (por exemplo coellos), nestes últimos a perda de enerxía é maior. Isto é máis doado de entender nos ecosistemas terrestres, nunca criáramos leóns en granxas, e moito máis difícil cando se traslada aos ecosistemas mariños. Lin e Hu (2003) nun traballo levado a cabo co alumnado de 10º grado dan conta das dificultades dos estudantes para recoñecer as relacións entre fluxo de enerxía e pirámide trófica. Colucci-Gray et al. (2008) apostan pola introdución da perspectiva da complexidade no ensino en ciencias, particularmente para os problemas da educación ambiental. Estamos de acordo con esta proposta que destaca as conexións e interaccións nos diferentes niveis de organización en bioloxía.

2. Metodoloxía

Este traballo forma parte dun estudo de aula sobre a sustentabilidade da acuicultura, en particular sobre a instalación de novas granxas de peixes (plantas acuícolas) no litoral galego.

O problema utilizado co alumnado, como outros do proxecto RODA, é o punto de partida dunha unidade didáctica, baseada nun problema auténtico, nun marco construtivista e cun deseño que favorece o desenvolvemento das competencias argumentativas. O proceso comprende distintos pasos, entre outros; 1) Identificación dun problema CTS, a sustentabilidade dos cultivos de peixes; 2) Identificación dos conceptos ecolóxicos que son necesarios para solventar o problema sobre a xestión dos recursos mariños; 3) Construción da tarefa coas características dun problema auténtico; 4) Exploración das dificultades que se encontran os estudantes para levarla a cabo. Neste traballo abordamos a exploración dalgunhas dificultades e o modelo conceptual para o problema da eficiencia ecolóxica.

A identificación dun modelo de referencia para o problema da xestión dos recursos mariños, é discutido noutro artigo (Bravo-Torija, Eirexas e Jiménez-Aleixandre, 2008).

Participantes, contexto e tarefa

Os participantes foron 93 alumnos da Licenciatura de Bioloxía que cursaron a sinatura de Bioloxía e Xeoloxía, na universidade de Santiago de Compostela

A tarefa analizada que formaba parte do exame, comprendía un fragmento do artigo da revista *Investigación y Ciencia* nº 324, “Mares esquilados”, de Pauly e Watson e tres preguntas, das cales a analizada aquí é:

“¿Que é máis eficiente desde o punto de vista ecolóxico, comer arenques, sardiñas etc.-que se alimenta de pequenos crustáceos- ou comer salmóns? Explicao”.

Nas respostas a esta pregunta maniféstanse as dificultades no uso dos conceptos polo alumnado. Tanto o modelo conceptual do alumnado como as categorías foron construídas en interacción cos datos, isto é detallado na seguinte sección.

3. Resultados

3.1 Ferramenta de análise.

En primeiro lugar, estableceuse o modelo do experto (as autoras do traballo) no que se contemplaba as nocións que o alumno tiña que ter en conta ao contestar á pregunta da eficiencia ecolóxica, entendida esta como, o aproveitamento óptimo da enerxía que se transfire dun nivel trófico oa seguinte. Para valorar a eficiencia ecolóxica hai que considerar dous conceptos, fluxo de enerxía e pirámide trófica. estas dúas cuestións están relacionadas xa que canto máis ascendemos na pirámide, se reduce o número de individuos e hai unha perda maior de biomasa e de enerxía, debido a que dun nivel oa seguinte só se transfire al redor dun 10 % desta última. Estas nocións e as súas relacións quedan reflectidas no mapa conceptual da figura 1.

Fig 1. Mapa conceptual elaborado polas expertas.

Para ver esta película, debe
disponer de QuickTime™ y de
un descompresor TIFF (Uncompressed).

Este modelo utilizouse para comparar coas respostas do alumnado e os resultados móstranse no punto seguinte

3.2. Usos de conceptos de ecología polo alumnado.

Fálase de uso de conceptos, porque, ao dispoñer unicamente dos datos dunha proba escrita, non é posible establecer os modelos que utilizan, é dicir, en que medida cada alumno ou alumna relaciona os conceptos entre si.

Para o establecemento das categorías seguíronse dous criterios, que ningunha das respostas quedaran sin asignar nalgunha categoría e que as categorías foran excluíntes entre si. As respostas foron lidas e distribuídas en cinco categorías. A categorización realizouse en varios ciclos que levaron a suprimir algunhas delas e redistribuír as respostas. Máis adiante detállase cada categoría, ilustrándoas con exemplos. Estes reproducense literalmente, incluíndo erros ortográficos.

Consideramos que as cinco categorías pertencen a un continuo desde a considerada como máis adecuada para responder á pregunta á menos adecuada. Os resultados resúmense na táboa 1. Nela o grupo A corresponde aos alumnos que realizaron a tarefa no ano 2007 e o grupo B no ano 2008.

Táboa 1. Uso de conceptos polos estudantes.

Categoría	Grupo A N= 46	Grupo B N = 47	Total N= 93
Modelo de eficiencia ecolóxica apelando aos conceptos relevantes	7	8	15 (16%)
Noción xeral de eficiencia	14	13	27 (29%)
Xestión dos recursos	7	13	20 (21.5%)
Equilibrio del ecosistema	15	9	24 (25.8 %)
Visión antropocéntrica	2	4	6 (6.4%)
Non contesta	1		1 (1.1%)

Modelo de eficiencia ecolóxica, apelando a conceptos relevantes:

Nesta categoría incluímos as respostas nas que identifican como máis eficiente comer nos niveis inferiores da cadea, e o xustifican, apelando explicita o implicitamente á perda de enerxía a través dos diferentes niveis tróficos, é dicir usan os conceptos de fluxo de enerxía e pirámide trófica. Quince alumnos responde desta forma, cinco deles apelan ambos conceptos e relacionándoos e os outros dez unicamente á pirámide trófica. Dous exemplos:

B36 "ecolóxicamente é máis eficiente comer sardiñas e arenques; pois consumen pequenos crustáceos; nembargantes os salmóns son grandes depredadores e consumiran gran cantidade de peixes coma antes citados. Comer salmón é menos eficiente porque está na cúspide da escala trófica, xa houbo una perda de enerxía entre nivel e nivel". Nesta resposta o alumno apela a ambos conceptos e o s relaciona.

E na resposta A 31, " sería máis eficiente comer arenques e sardiñas porque se alimentan de crustáceos pequenos, os cales abundan moitísimo e encóntranse na base alimentaria mariña, mentres que se comemos salmón indirectamente tamén comemos outros piexes coma as xardas, sardiñas tec. Restrinxindo así máis a rede alimentaria.", o alumno unicamente apela ao concepto de pirámide trófica para a súa explicación.

Modelo xeral de eficiencia:

As respostas incluídas neste grupo, tamén consideran como máis eficiente o consumo en niveis inferiores da pirámide, pero na súa xustificación non usan conceptos relevantes de ecoloxía, senón que apelan a nocións como produtividade, perdas e beneficios, que non teñen relación coa eficiencia ecolóxica senón coa eficiencia económica. Un exemplo:

B28, "comer arenques y sardinas, ya que si para conseguir un kilo de salmón se necesitan tres kilos de arenques y sardinas, se produce un déficit de 2 kilos. Así consumiendo arenques y sardinas tienes más cantidad de alimento."

Xestión dos recursos:

As respostas incluídas neste grupo, tamén identifican como máis eficiente alimentarse de arenques e sardiñas, pero facendo referencia a cuestións xerais que non son suficientes para xustificalas, como a sobreexplotación dos recursos mariños, ou

apelando a conceptos como sustentabilidade, taxa reproductiva, cumprimento das normativas etc. Un exemplo:

A5, "sería máis eficiente o consumo de peixes que garden un desenvolvemento sostible de recursos mariños en proporcións máis beneficiosas; xa que deste xeito poderase seguir consumindo este tipo de peixe, debido a que sempre terá o necesario para a súa vida. Neste caso o máis sostible ecológicamente é o consumo de arenques e sardiñas...".

Equilibrio do ecosistema:

As respostas incluídas neste grupo consideran que é mellor comer ambos tipos de peixes. As súas xustificacións apelan ao mantemento do ecosistema, en termos dos estudantes, "preservar todas as especies", "consumir un pouco de cada cousa para distribuír a presión" etc. Nalgúns casos cremos que poderían estar influídos por un exercicio levado a cabo na aula, sobre as redes alimentarias, xa que as respostas seguen ese mesmo patrón, como se discute máis adiante. Un exemplo.

A6, "debemos consumir todo tipo de peixes, porque se non alteraría a rede alimentaria destes peixes, entón alteración do ecosistema donde viven eles"

Visión antropocéntrica:

Nesta categoría inclúense as respostas nas que se opta polo consumo de sardiñas ou salmóns, non en base á eficiencia senón en base aos beneficios o prexuízos para o ser humano sen considerar o ecosistema. Un exemplo:

B23, "Sería máis lóxico comer arenques, sardiñas... porque xa é un alimento que nos aporta os nutrientes necesarios (...). Ademais, se para criar 1 salmón dun kg, fai falta 3kg de sardiñas, 3 kg de sardiñas, xa da moito que comer a unha familia, mentres que un kg de salmón..."

Estes resultados mostran, que o 45% do alumnado mobiliza conceptos relevantes de ecoloxía en distinto grao de complexidade, representados nas dúas primeiras categorías. O 16 % deles apelan de forma explícita o implícita aos conceptos analizados, fluxo de enerxía e pirámide trófica, mais só cinco alumnos son capaces de relacionar ambas nocións.

Unha proporción similar dos estudantes, un 47 %, non son capaces de situarse no contexto da eficiencia ecolóxica, e apelan a outros conceptos non relevantes para a pregunta. Unha metade relaciónaos coa xestión dos recursos mariños, e a outra co equilibrio do ecosistema. En xeral as respostas situadas nestas dúas categorías revelan dificultades coa complexidade do problema.

As respostas situadas na cuarta categoría, equilibrio ecolóxico, poderían verse influídas, sobre todo no caso do grupo A, por un exercicio realizado nas clases sobre os cambios que se producirían nunha rede alimentaria, ó disminuir unha das súas poboacións, adaptado dun problema de Griffiths e Grant. Interpretamos estas respostas en termos de "cultura escolar" en lugar de "cultura científica" (Jiménez-Aleixandre, Bugallo e Duschl, 2000), xa que os alumnos contestan o que cren que a profesora espera deles, adaptando a súa resposta a exercicios realizados na aula.

O 6 % restante son aqueles que non entenden a pregunta, nin sequera a un nivel xeral como no caso anterior, isto pode ser debido a una dificultade de comprensión lectora o a unha falta de coñecemento sobre os conceptos requeridos polo que responden en base a súa opinión.

4. Discusión e implicacións

Os obxectivos do traballo eran; identificar o modelo conceptual requerido polo alumnado para resolver o problema e as dificultades no uso destes, en particular, fluxo de enerxía e pirámide trófica, considerados os de maior dificultade debido a súa gran abstracción.

Os resultados mostran que un 73 % de los estudantes recoñecen como máis eficiente comer en niveles inferiores da cadea, pero so un 45 % deles son capaces de mobilizar conceptos relevantes de ecoloxía, un número baixo considerando que son estudantes universitarios de bioloxía e os conceptos manexados vironse na etapa de secundaria e bachillerato.

Unha das posibles razóns pode ser o problema que ten o alumnado ao transferir coñecemento escolar a problemas reais, porque ao aprender os conceptos fora do seu contexto, no momento de propoñer un problema real non saben aplicalo. Isto pode ser unha manifestación da cultura escolar na aula en contraste coa cultura científica escolar, a que nos referimos anteriormente.

Outra razón podería ser a falta de coñecemento da terminoloxía científica, a adquisición do que se coñece como alfabetización científica, que é a base para poder resolver este tipo de problemas. Como se mostra aquí, os alumnos ao non coñecer o termo eficiencia ecolóxica, apelan a outros que eles coñecen e utilizaron na aula como equilibrio ecolóxico, ou aos datos concretos do problema, para xustificar as súas respostas.

Implicacións: A proposta de levar a cabo unha unidade didáctica sobre o problema da xestión dos recursos mariños require por parte do alumnado o coñecemento teórico necesario para comprender o problema actual, xa que como se mostra noutros traballos, é necesario un valor umbral de coñecemento para poder levar a cabo unha adecuada xustificación das conclusións (Sadler e Donelly, 2006). Como mostran os resultados deste estudo preliminar, é necesario o deseño dunhas actividades específicas para solventar as dificultades que o alumno experimentan en comprender a grande complexidade dos problemas reais, e ser capaz de aplicar o coñecemento aprendido na aula ao que acontece na realidade da súa vida.

Agradecimientos:

Traballo financiado polo Ministerio de Educación y Ciencia (MEC) de España, co financiamento parcial do European Regional Development Fund (FEDER), código SEJ2006-15589-C02-01/EDUC. O traballo de Beatriz Bravo está financiado por unha bolsa FPI do MEC, código BES-2007-15075.

A Conxita Márquez polas suas orientacións.

Bibliografía

BRAVO-TORIJA, B., EIREXAS, F. E JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M.P. (2008). Educação para a sustentabilidade: a Gestão dos recursos do mar. Alexandria, Revista de Educação em Ciência e Tecnologia, 1(1), p.191-208.

BRAVO-TORIJA, B. e JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M.P.(2008). Is raising salmon sustainable? Use of concepts and evidence about ecology. Paper for the VII ERIDOB conference. Utrecht (Netherlands), 16-20 of september 2008 .

COLUCCI-GRAY, L., CAMINO, E., BARBEIRO, G. & GRAY, D. (2006). From scientific literacy to sustainability literacy: an ecological framework for education. *Science education*, 90, 227-252.

D.O.G. Anexo 1. Competencias Básicas. Decreto 133/2007. 13 –Xullo-2007, pp 12042-12048.

EIREXAS, F., FEDERICO-AGRASO, M., JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M.P. & GUTIÉRREZ, X.(2007). Un sistema de calefacción sustentable: decisiones sobre un problema auténtico. *Educatio Siglo XXI*, 25, pp. 51-68.

FERNÁNDEZ MANZANAL, R., RODRÍGUEZ BARREIRO, L.M. & CASAL, M. (1999). Relationship between ecology fieldwork and student attitudes toward environmental protection. *Journal of research in Science Teaching* 36, 431–453.

JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M.P. et al., (2003). El aprendizaje de las ciencias: construir y usar herramientas. En *Enseñar Ciencias* (pp. 13-32). Barcelona. Graó.

LIN, C.-Y. & HU, R.Lin, (2003). Students' understanding of energy flow and matter cycling in the context of the food chain, photosynthesis and respiration. *International Journal of Science Education*, 25(12), 1529–1544.

SADLER, T. & DONNELLY, L. A, (2006), Socioscientific argumentation: The effects of content-knowledge and morality. *International Journal of Science Education*, 28, 1463-1488.