

Este morto está moi vivo: traballando proxectos de investigación con futuros mestres

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

Facultade de Ciencias da Educación de Ourense. Emails: mvlopez@uvigo.es; yebrama@edu.xunta.es, membiela@uvigo.es

RESUMO: As actividades de indagación no laboratorio poden desempeñar un papel relevante para traballar a adquisición de competencias científicas na formación de futuros mestres para o ensino das ciencias, malia que supoñan importantes desafíos para o profesorado e os mestres en formación. No presente traballo descríbese a experiencia realizada con tres pequenos grupos de estudantes do grado de Educación Primaria durante o curso académico 2014-15 sobre un actividade de indagación en torno á capacidade de determinados grupos de insectos a sobrevivir mergullados en auga durante horas. Este fenómeno espectacular e pouco coñecido foi considerado na antigüidade grecolatina como proba da natureza inmortal destes insectos e como base para deseñar métodos que pretendían “revivir” animais afogados no século XVIII. O carácter impactante do fenómeno estudado foi determinante para motivar e espertar o interese tanto nos mestres en formación como as seus formadores encargados de orientar a actividade. Malia que na valoración dos futuros mestres sinálanse determinadas cuestións problemáticas relacionadas coas prácticas científicas asociadas á investigación, a valoración xeral de profesores e mestres en formación é claramente positiva, sinalando a importancia de aprender ciencia facendo ciencia.

PALABRAS CRAVE: Ensino das ciencias, prácticas científicas, indagación, anoxia en insectos, formación de mestres.

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

Os proxectos de investigación na formación científica

Recentes documentos de reforma da educación científica (NRC, 2012) reclamaron un novo enfoque para o ensino da ciencia baseado nas prácticas científicas, conceptos transversais e as ideas básicas da disciplina como vehículo para formar cidadáns con coñecementos científicos capaces de tomar decisións informadas e de razoar criticamente (Ricketts, 2014). Esa visión do ensino da ciencia inclúe a comprensión do contido, pero tamén fai fincapé na comprensión dos estudantes da natureza da ciencia como actividade humana, incluíndo o que os científicos fan realmente e como se constrúe o coñecemento na ciencia (NRC, 2012). Nesa liña, PISA 2015 (OECD, 2013) entende por alfabetización científica como a capacidade de involucrarse en temas relacionados coa ciencia e en ideas da ciencia como un cidadán reflexivo. Dita alfabetización esta definida pola adquisición de tres competencias: (1) explicar fenómenos científicamente, (2) avaliar e deseñar indagacións científicas e (3) interpretar datos e probas científicas sacando conclusións científicas apropiadas.

A investigación sobre aprendizaxes nos que os estudantes desenvolven proxectos de investigación durante a súa formación científica é cada vez máis popular. Nunha recente revisión (Sadler, Burgin, McKinney & Ponjuan, 2010), sinalouse que este tipo de experiencias ofrecen novas perspectivas sobre como se fai a ciencia e a natureza do coñecemento científico, ademais de favorecer o desenvolvemento intelectual de diferentes xeitos, incluíndo o pensamento crítico e o razoamento científico (Crawford, 2014). Varios estudos realizados (ver por exemplo Lopatto, 2004; Russell, 2006; Ward et al., 2002) suxiren que os estudantes poden obter unha variedade de habilidades a través destas experiencias de investigación como a adquisición de coñecementos técnicos (uso de equipos de laboratorio), de coñecementos de

informática e estatística, habilidades na procura de información e comprensión da literatura existente, traballo en equipo, ética científica e habilidades orais e escritas a través da comunicación dos resultados obtidos. Ademais, sinalouse a alta satisfacción dos estudantes neste tipo de experiencias, citando numerosos beneficios percibidos e unha mellora na súa confianza para levar a cabo máis investigacións (Russell, 2006).

Diferentes investigacións apuntaron diversas barreiras e limitacións que impiden ao profesorado levar a cabo este tipo de experiencias na aula de ciencias, como a falta de tempo e o desafío que lle supón ao profesorado traballar conceptos que son difíciles de ensinar a través da indagación (Keys e Kennedy, 1999), cuestións relacionadas coa xestión do aula (Harris e Rooks, 2010), os plans de estudo e as expectativas e habilidades dos estudantes, ou o medo ao descoñecido dos docentes (Trautmann, MaKinster e Avery, 2004).

A capacidade de “revivir insectos afogados”

Cabería esperar que malia o seu intenso metabolismo enerxético apoiado no seu sistema traqueal, os insectos non estarían adaptados a condicións de escaseza ou ausencia de osíxeno. Contrariamente, algúns membros da maioría das ordes de insectos incluíndo Coleoptera, Diptera, Lepidoptera, Isoptera, Colémbola e Ortóptera son capaces de sobrevivir horas, e ata días, a períodos de anoxia completa (Schmitz e Harrison, 2004). Así, determinados insectos pasan parte do seu ciclo de vida baixo condicións hipóxicas (hábitats de altitude elevada, interior do estómago de mamíferos ou dentro do esterco fresco) ou anóxicas (baixo o xeo ou en sustratos mergullados temporalmente) (Hoback e Stanley, 2001).

Sinalouse, que ao contrario que en vertebrados inferiores tolerantes á escaseza de osíxeno como determinadas especies de tartarugas e peces (ver por exemplo Haddad e Jiang, 1993; Sick e colaboradores, 1982), os insectos terrestres suspenden as funcións de todos os seus órganos cando están sometidos a situacións anóxicas, detendo o latexo do corazón e a circulación da hemolinfa, cesando a actividade das súas células nerviosas e reducindo drasticamente a súa taxa metabólica, o que se considerou como un importante mecanismo para tolerar a falta de osíxeno (Wegener, 1993).

PRESENTACIÓN DA EXPERIENCIA REALIZADA

Como xurdiu a idea?

A experiencia descrita a continuación orixínase a partir da procura de información realizada para un proxecto de investigación sobre a influencia da temperatura durante o proceso de metamorfose da mosca realizado no curso 2013-14 por un grupo de futuras mestras e mestres de Educación Infantil durante a súa formación práctica no laboratorio de ciencias. Durante devandito proceso de procura xurdiu gran cantidade de información sobre diversas curiosidades relacionadas coa respiración destes insectos así como referencias históricas (por exemplo Claudio Eliano, Luciano de Samosata ou Benjamin Franklin) que sinalaban a “natureza inmortal” das moscas, xa que eran capaces de revivir unha vez mergulladas en auga si as cubrías con cinza. O fenómeno era atractivo e ilusionante e o profesorado implicado empezouse a suscitar preguntas como: Canto tempo será capaz de resistir sen aire unha mosca afogada? Ocorrerá noutros insectos? Soamente recupéranse con cinza?

A partir destas preguntas o profesorado responsable das prácticas de laboratorio da materia “Didáctica das Ciencias Experimentais II” do grado de Educación Primaria ofreceu a varios grupos de mestres en formación a posibilidade de investigar sobre o tema, intentando dar resposta aos nosos interrogantes e ao mesmo tempo achegando a ciencia aos estudantes dunha forma práctica, facendo ciencia eles mesmos desenvolvendo os coñecementos sobre a investigación científica e a resolución de problemas. Xurdiron así tres proxectos de investigación realizados en pequeno grupo (2-4 estudantes) durante catro sesións de dúas horas de duración no laboratorio de Didáctica das Ciencias Experimentais onde cada grupo debería

planificar a investigación, realizar o deseño experimental, levalo a cabo, recoller datos, analízalos e comunicar a investigación realizada, ao resto de grupos mediante unha pequena presentación no grupo clase.

Descrición dos proxectos

Poden “resucitar” as moscas logo de afogalas?

Pretendía coñecer o tempo que eran capaces de soportar sen osíxeno estes insectos. Para iso os futuros mestres e mestras planificaron a súa investigación baixo a orientación do profesor tendo en conta diversas cuestións:

Era importante dispoñer dun certo número de moscas para realizar a experiencia. Decidiuse utilizar larvas de mosca utilizadas para a pesca deportiva (coñecidas como asticot branco) polo súa fácil adquisición en calquera armería, o seu escaso mantemento (soamente necesitaban unha temperatura axeitada ao redor dos 24 ° C) e o seu ciclo de vida curto (ao redor de 12 días compradas en fase de larva).

Ao ser insectos alados necesitaban unha cámara de cría que lles permitise capturar de forma controlada os exemplares adultos sen que o resto escapara (Figura 1). Para iso, as mestras en formación utilizaron unha garrafa de auga baleira de cinco litros de capacidade á que se lle fixeron varios cortes a modo de fiestras forradas de malla plástica perforada para manter a ventilación. Ademais, pegaron ao tapón da garrafa (previamente furado) un funil do revés ao que uniron un pequeno anaco de manguera plástica acabada nunha cortiza. Dese xeito cando necesitaban adultos para recoller datos as moscas saían aos poucos, o cal facilitaríalles a súa captura.

Outra cuestión a considerar era como mergullar ás moscas en auga ata que deixaran de moverse sen facerlles dano. Esta posible dificultade resolvérona introducindo as moscas nun tubo de ensaio ao que posteriormente encherían de auga e mediante un tapón elaborado con algodón irían eliminando a burbulla de aire do interior con axuda dunhas pinzas (Figura 2).

Para recuperalas taparon as moscas cunha chea de cinza nunha placa Petri baixo un foco de luz. Transcorridos uns minutos limpábanse con axuda dun pequeno pincel e volvíase a depositar máis cinza seca ata ver iniciada algunha actividade no insecto (Figura 3).

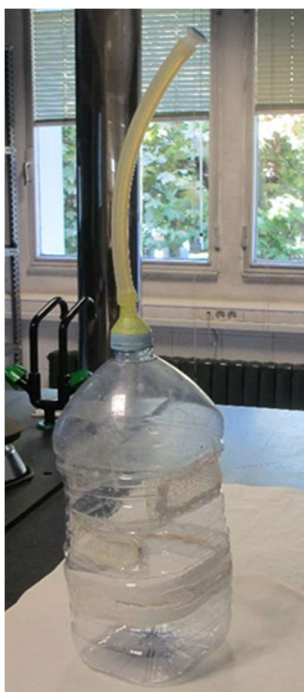


Figura 1.- Cámara de cría.



Figura 2.- Afogando moscas.



Figura 3.- Mosca cuberta de cinza.

Unha vez resoltas estas cuestións procederon á realización da actividade experimental na que os mestres en formación debían recoller datos do tempo que tardaban en recuperarse pasados tres minutos nos que o insecto deixaba de moverse no tubo de ensaio e aparentemente estaba morto. Así, recolléronse 25 medidas de tempos mergulladas en auga (abarcando desde 6 minutos ata as 24 horas). Os resultados obtidos mostraron que as moscas recuperábanse permanecendo mergulladas en auga desde 6 minutos ata 15 horas, necesitando un tempo variable para recuperarse entre a cinza e a luz do foco, que ía desde os 2 minutos (mosca mergullada durante seis minutos) ata os 30 minutos (moscas mergulladas 15 horas).

Pode recuperarse un insecto tras ser “afogado”?

Pretendía comprobar si este fenómeno ocorría soamente en moscas, tal e como recollían as citas históricas de importantes naturalistas ou si tamén sucedía noutros grupos de insectos. Para iso, utilizaron ademais de moscas (criadas no laboratorio a partir de larvas), outros insectos como grilos e saltóns (comprados en tendas de mascotas utilizados como alimento para réptiles) e insectos pau (dispoñibles no noso laboratorio). Seguindo o mesmo procedemento que no proxecto anterior, os mestres e mestras en formación recolleron unha medida de tempo de recuperación con cada un dos insectos, tras ser mergullados en auga en distintos tempos e contado a partir de tres minutos sen mostrar actividade (Táboa 1).

	Tempo mergullado en auga para afogamento (min)	Tempo que tarda en recuperarse (min)
Grilo	31	18
Insecto pau	7	12
Saltón	16	7
Mosca	6	2

Táboa 1.- Tempo que tardan en recuperarse diversos insectos despois do afogamento.

Con que material absorbente pódense recuperar mellor as moscas afogadas?

No último proxecto pretendíase comprobar como afectaba o tipo de material absorbente ao tempo de recuperación. Para iso utilizaron sete materiais diferentes (sal, cinza de tabaco, cinza de carballo, cinza de pellet, pos de talco, sílica gel e arroz) e seguindo o mesmo procedemento que o primeiro proxecto, realizaron a actividade experimental con cada material cinco veces, unha vez por cada tempo establecido (1, 2, 3, 4 e 5 minutos mergulladas en auga). Os resultados obtidos (Táboa 2) polos mestres en formación mostraron que os sete materiais absorbentes utilizados eran útiles para recuperar a estes insectos, sendo a cinza de tabaco e o sal os máis eficientes cun tempo de recuperación entre 3 e 4 minutos. Tamén sinalan a enorme disparidade dos datos, debida segundo eles a determinados factores como erros de medida, a granulometría do material ou o estado de saúde dos insectos.

Material absorbente	Tempo de afogamento				
	1 min	2 min	3 min	4 min	5 min
Sal	213	198	233	201	245
Cinza tabaco	205	260	218	229	276
Po de talco	455	379	322	150	367
Sílica gel	430	211	328	358	463
Arroz	709	154	215	268	331
Ceniza pellet	265	308	321	533	275
Ceniza carballo	308	243	322	432	382

Táboa 2.- Tempo (s) que tardan en recuperarse as moscas en diferentes medidas de tempos de afogamento con diversos materiais absorbentes.

VALORACIÓN DA EXPERIENCIA

Ao finalizar a actividade, realizáronse entrevistas a cada un dos tres grupos participantes na que se recollían os aspectos positivos e negativos da experiencia realizada, problemas e dificultades atopados á hora de planificar, deseñar e levar a cabo o proxecto de investigación. Por outra banda, o profesorado implicado realiza unha valoración retrospectiva ao finalizar a actividade. A valoración dos participantes foi:

Dos mestres en formación

A súa valoración é positiva polo novo da experiencia, xa que ningún dos nove compoñentes realizaran ningún proxecto de investigación en ciencias na súa formación anterior. Sinalan que se sentiron a gusto levándoo a cabo e recoñecen que investigar por si mesmos mellorou a súa capacidade de aprendizaxe, aínda que consideran fundamental realizalos en pequeno grupo polas aportacións dos seus compañeiros.

En canto a dificultades e problemas, os futuros mestres destacan que, malia que ao longo do proxecto tiveron dúbidas sobre o deseño da investigación, apenas tiveron dificultades á hora de buscar información e interpretar datos. Entre os problemas atopados sinalan a escaseza de tempo para a recolleita de datos e problemas técnicos relacionados co traballo experimental (manter aos grilos, coller as moscas da cámara de cría ou afogalas sen facerlles dano) que aos poucos tiveron que ir solventando, buscando información e solicitando a axuda dos docentes.

Do profesorado

Consideran que os mestres en formación aprenden mellor, ou polo menos de xeito diferente ao traballar con este tipo de proxectos que eles mesmos elixen, xa que desta forma fano máis a gusto, resolven dúbidas entre eles sen necesidade de consultar co profesor, están máis animados e entretidos e por que non, fano dun xeito máis divertido.

Tamén apuntan á necesidade de moito tempo e esforzo por parte de todos os participantes no proxecto, incluíndo a figura do profesor. Ademais, na súa opinión, este tipo de traballos supón un cambio no papel do docente como transmisor de coñecementos a un de asesor e orientador, un papel que representa “estar” sen que se note demasiado a súa presenza. Isto implica un estado de alerta máxima, escoitar o que comentan, fixarse nas caras de estrañeza que poñen en ocasións cando as cousas non van ben, atender aos comentarios sobre compañeiros que parece non aportan todo o que debesen.

Aínda que o profesorado considera que sempre se podería facer máis e que o esforzo por parte dos grupos non é suficiente (salvo contadas ocasións), valora positivamente a experiencia realizada xa que a maioría dos mestres en formación nunca traballaran desta forma e en moitas ocasións é lóxico que se sintan perdidos.

En canto a problemas detectados, o profesorado sinala dificultades dos mestres e mestras en formación coa identificación de variables (ás veces non as teñen en conta ou as modifican sen pensar cantas delas poden estar influíndo nos resultados obtidos). Tamén sinalan problemas na falta de manexo de conceptos científicos, o emprego adecuado das unidades de medida, o manexo de instrumentos de medida sinxelos e dificultades á hora de interpretar gráficas e de representar datos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Crawford, B.A. (2014). From inquiry to scientific practices in the science classroom. *Handbook of research on science education*, 2, 515-544.

Haddad, G.G. & Jiang, C. (1993). O₂ deprivation in the central nervous system: on mechanisms of neuronal response, differential sensitivity and injury. *Progress in neurobiology*, 40(3), 277-318.

Harris, C. & Rooks, D. (2010). Managing inquiry-based science: Challenges in enacting complex science instruction in elementary and middle school. *Journal of Science Teacher Education*, 21 (2), 227–240.

Hoback, W.W. & Stanley, D.W. (2001). Insects in hypoxia. *Journal of Insect Physiology*, 47(6), 533-542.

Keys, C.W. & Kennedy, V. (1999). Understanding inquiry science teaching in context: A case study of an elementary teacher. *Journal of Science Teacher Education*, 10, 315–333.

Lopatto, D. (2004). Survey of undergraduate research experiences (SURE): First findings. *Cell biology education*, 3(4), 270-277.

National Research Council (NRC) (2012). *A framework for K–12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. Washington, DC: National Academies Press.

OECD, (2013). PISA 2015. *Draft science framework*. Disponible en: <http://www.oecd.org/pisa/pisaproducts/Draft%20PISA%202015%20Science%20Framework%20.pdf>

Ricketts, A. (2014). Preservice Elementary Teachers' Ideas About Scientific Practices. *Science & Education*, 23(10), 2119-2135.

Russell, S.H., Hancock, M.P., & McCullough, J. (2006). *Evaluation of NSF support for undergraduate research opportunities: Draft synthesis report executive summary*. Menlo Park, CA: SRI International. Disponible en: <http://csted.sri.com/content/evaluation-nsf-support-undergraduate-research-opportunities-uro-synthesis-report>

Sadler, T. D., Burgin, S., McKinney, L., & Ponjuan, L. (2010). Learning science through research apprenticeships: A critical review of the literature. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(3), 235-256.

Sick, T. J., Rosenthal, M. Y. R. O. N., LaManna, J. C., & Lutz, P. L. (1982). Brain potassium ion homeostasis, anoxia, and metabolic inhibition in turtles and rats. *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, 243(3), 281-288.

Schmitz, A., & Harrison, J. F. (2004). Hypoxic tolerance in air-breathing invertebrates. *Respiratory physiology & neurobiology*, 141(3), 229-242.

Trautmann, N., MaKinster, J., & Avery, L. (2004, April). What makes inquiry so hard? (And why is it worth it?) Paper presented at the annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching, Vancouver, BC.

Ward, C., Bennett, J., & Bauer, K. (2002). Content analysis of undergraduate research student evaluations. Disponible en: <http://www.udel.edu/RAIRE>

Wegener, G. (1993). Hypoxia and posthypoxic recovery in insects: physiological and metabolic aspects. En Hochachka et al. (Eds.) *Surviving hypoxia: mechanisms of control and adaptation* (pp. 417-434). CRC, Boca Raton, CA.