

DESEÑO DUNHA VISITA A UNHA ACTIVIDADE DE APRENDIZAXE INFORMAL NA UNIVERSIDADE

Xabier Prado¹, Sonia Lorenzo Álvarez¹, Xosé Ramón Sánchez¹, Benito V. Dorrío²

¹IES Pedra da Auga, Pontareas-Pontevedra

²ETS Enxeñaría de Minas, Universidade de Vigo, Vigo

yogote@edu.xunta.es, xoseramonsanchez@edu.xunta.es,

sonialorenzozalvarez@edu.xunta.es, bvazquez@uvigo.es

Resumen

Con motivo da participación dun número reducido de alumnado preuniversitario na Semana da Ciencia na Universidade de Vigo deseñáronse unha serie actividades para conseguir un maior aproveitamento da experiencia de aprendizaxe informal, tanto no que se refire á construción de coñecemento como a adquisición de competencias. Aínda que o número de participantes non é significativo, a metodoloxía e análise empregado pode servir de referencia para actividades semellantes.

1. Introducción

É tarefa de todos os axentes educativos e investigadores empregar as ferramentas necesarias para que a cidadanía perciba a Ciencia e a Tecnoloxía como a orixe do seu benestar, da súa riqueza, do seu avance e do seu prestixio exterior e interior (FECYT 2015).



Figura 1. Carteis das edicións da Semana da Ciencia 2007-2014 na ETSEM: Enerxía, materiais e medio ambiente.

As visitas aos museos interactivos poden facer en parte esa misión e ser un complemento para a aprendizaxe das ciencias realizado na escola. No caso das visitas escolares, para que o museo sexa unha ferramenta de aprendizaxe xenuína son precisos enfoques e estratexias baseadas na aprendizaxe do alumnado máis que nos propios módulos de manipulación. En xeral, o profesorado establece obxectivos moi limitados ou xenéricos para a visita ao museo, principalmente cunha conexión da ciencia co ambiente social e cunha clase de ciencia divertida (Griffin e Symington, 1997); cun acompañamento de pouca preparación e seguimento no museo, en contra das expectativas positivas dunha axeitado traballo previo (Gennaro, 1981; Falk e Dierking, 1992); sendo fundamental neste contexto a interacción construtivista entre alumnado e profesorado que actúa como facilitador da aprendizaxe (Resnick, 1983; Guisasola e De la Iglesia, 1987; Driver, 1989; Hofstein e Rosenfeld, 1996; Gil et al, 2002).

A E.T.S. de Enxeñaría de Minas (ETSEM) da Universidade de Vigo realiza desde o 2007, dentro da Semana da Ciencia, unha actividade de divulgación científica para alumnado preuniversitario baseada na disposición de talleres prácticos presenciais en forma de pequenos espazos de aprendizaxe lúdicos e informais nunha clonación-replicación nas súas dependencias docentes e investigadoras do que é o modelo convencional dun museo interactivo ou museo científico (WEB 1).

Este espazo de achegamento á investigación e á transferencia dos resultados á sociedade do centro é atendido por profesorado, persoal investigador e alumnos/as dos últimos cursos da propia ETSEM nun ambiente de explicación-atención por pares ou iguais e

nunha actividade colectiva e cooperativa na cal o alumnado é co-responsable da súa definición, montaxe e monitorización (Figura 2).



Figura 2. Ideas clave da actividade realizada durante a Semana da Ciencia.

O alumnado monitor-guía é previamente formado por parte do persoal docente e investigador, onde este último realiza ao mesmo tempo tarefas de coordinación-organización, fixando as pautas dos contidos, a imaxe corporativa das presentacións audiovisuais a empregar e os protocolos de presentación interpretativa (Figura 3).



Figura 3. Guías, interpretes, intermediarios, monitores, poñentes e mediadores

Esta actividade busca, a través do contacto directo do público con material de investigación interpretado e adaptado á divulgación, achegar á sociedade á vida universitaria e fomentar a vocación científica e tecnolóxica entre os máis novos presentando ao mesmo tempo á cidadanía a realidade dos laboratorios (Figura 4), como por exemplo os relacionados con (Figura 5): unha demostración activa de manexo simulado de explosivos; demostracións activas de traballo de campo mediante escaneos bastos da contorna cun láser 3D; a toma activa de imaxes cunha cámara termográfica; actividades manipulativas que mostran as posibilidades das enerxías sustentables en xeral e en particular da biomasa; ou actividades que poñen de manifesto as características e propiedades asociadas aos novos materiais cerámicos, metálicos, híbridos,...

No curso 2014-2015, o profesorado do IES Pedra da Auga fixo a proposta de facer pivotar o traballo en pequenos grupos arredor dos módulos ofertados na visita da Semana da Ciencia. tentando sacar así proveito da visita á ETSEM, completando a información que alí se ofrecía coa preparación de cinco proxectos relacionados cos módulos ofertados na visita.



Figura 4. O público participante no ano 2014.

Contemplouse a realización de actividades de aula previas á visita, durante a visita e posteriores á mesma. A idea central era tentar relacionar os contidos dos módulos coa materia de Física e Química no curso de 4º da ESO, para deste xeito aproveitar a visita como un elemento didáctico integrado na programación de aula. Tamén incentivouse o

uso das TICs por parte do alumnado, tanto na apertura e mantemento de blogues colectivos, procura de información na rede e presentación en formato electrónico dos resultados (PowerPoint e Prezi). O conxunto dos blogues foi exposto nunha páxina web creada especificamente para a ocasión baixo o nome xenérico de “megaciencia” (WEB2). Incorporouse unha actividade de laboratorio para cada grupo, que permitise converter a experiencia nunha emulación do traballo dos propios científicos. Neste mesmo senso, a proposta contemplaba a exposición pública dos seus traballos e conclusións ante un tribunal composto por profesorado de ambos centros, ademais de alumnado doutros cursos.



Figura 5. Algúns exemplos dos talleres no ano 2014.

Neste traballo presentamos a experiencia realizada antes, durante e despois da súa participación na Semana da Ciencia 2014 amosando os resultados de aprendizaxe acadados logo da preparación previa, as tarefas durante a actividade e as accións realizadas con posterioridade no centro. Preséntanse os resultados de avaliación de coñecementos propia, por pares e de satisfacción.

2. Coordinación e colaboración na participación na Semana da Ciencia

O aproveitamento significativo, tanto conceptual como afectivo e social relacionado cos contidos do currículo formal, dunha saída extraescolar informal require tarefas de relación, orientación e contextualización (Guisasola et al., 2005). É necesario, na medida do posible, vincular o itinerario no centro visitado ao currículo do alumnado implicado, deseñando unha serie de actividades que aproveiten os recursos presentes (Campillo e Chamizo, 2011) e impliquen un traballo previo, durante e posterior á visita (Aguirre e Vázquez, 2004).

Trátase de despertar o interese do alumnado pola Ciencia non deixando de facer preguntas que intenten explicar unha determinada realidade, non deixando así de lado o carácter aberto e cambiante de todo o que é Ciencia a (Aguirre e Vázquez, 2004, Dorrió 2006, Guisasola e Moretin, 2010).

Adicionalmente ao alumnado se lle pide que desenvolvan actividades de *role model* ou deseño e construción de elementos tecnolóxicos ou talleres científicos que impliquen resolver / superar un reto ou un problema. Esta forma de aprender, totalmente activa por parte do alumnado, desenvolve importantes competencias: características básicas do traballo científico (capacidade de traballo en equipo, organización e metodoloxía, habilidades analíticas, comunicativas, iniciativa, etc.), utilización das TIC, interpretación e utilización de datos e información, recoñecemento das relacións CTS ou emprego práctica e segura do material de laboratorio (Pedrinaci, 2010). É a que realmente permanece nas súas mentes, e poderán retomala e por suposto melloralala con novos contidos que completen aos presentes e que adquiriran en vindeiros cursos.

3. Proposta estruturada de actuación.

Creáronse cinco grupos de tres alumnos cada un que seleccionaron un dos módulos ofertados na Semana da Ciencia da ETSEM como obxectivo da súa investigación e actividade científica. Cada grupo definiu as preguntas para facer durante a visita, a partir

da revisión dos materiais proporcionados polo profesorado o procurado en internet. Para a visita cada grupo estruturouse como unha pequena equipa de xornalismo: entrevistador, secretario e fotógrafo (Figura 6). Este traballo foi completado con tarefas experimentais e a apertura dos blogs de cada grupo, integrados nun espazo colectivo, aproveitando os contidos da programación e aportando información extra ao alumnado para o seu traballo, tanto na aula como na casa (WEB 4-8).



Figura 6. Visita do alumnado do IES Pedra da Aula á Semana da Ciencia 2014.

Para os grupos de traballo tentouse relacionar o currículo de cuarto da ESO cos distintos módulos. Algúns deles comúns como a importancia da investigación científica (recoñecer que o proceso científico é un labor colectivo de creación e difusión do coñecemento, e realizar en equipo tarefas propias da investigación científica) ou das Tecnoloxías da Información e da Comunicación (TIC) no traballo científico (elaborando e defendendo o seu un proxecto de investigación utilizando as mesmas). Outras eran específicas dos diferentes módulos.

Realizouse unha proba inicial de coñecementos previos, na que se comprobou que o alumnado participante, aparte de noicións básicas sobre algúns conceptos vistos en cursos anteriores, como a luz e o átomo, carecían dunha visión en profundidade dos temas tratados na proposta didáctica. Durante a visita, cada equipa participou na presentación de todos os módulos, e ao remate de cada un os membros da equipa correspondente dirixíronse ao monitor para formularlle as preguntas que tiñan preparadas. O obxectivo era obter a información en forma das respostas dos monitores.

A continuación experimental do módulos no centro preuniversitario deu un valor engadido ao aprendido durante a participación na Semana da Ciencia (Figura 7). Así para o módulo de enerxías renovables (WEB 4) realizouse unha destilación seca da madeira e obtención de gas acetileno.

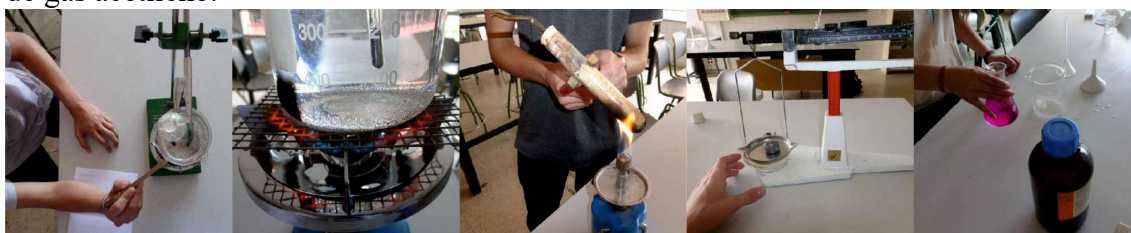


Figura 7. Actividades experimentais complementarias no laboratorio do centro.

No módulo de tecnoloxías de explosivos (WEB 5) levouse a cabo unha experiencia de obtención de hidróxeno e a reacción explosiva co osíxeno atmosférico (implosión) xunto coa obtención de auga.

En canto ao módulo de levantamento tridimensional, láser 3D e xeoradar (WEB 6) xurdiu o proxecto da construción dunha cámara escura e estenoica (simple e dobre), cos coñecementos básicos do fenómeno luminoso dos cursos previos.

Para o módulo de eficiencia enerxética (WEB 7) deseñouse un proxecto de quecemento da auga, diferenciando en qué se inverte o calor posto en xogo nun cambio de estado e o calor de quecemento-arrefriamento.

O grupo relacionado co módulo de novos materiais (WEB 8), realizou estudos de diferentes propiedades dos materiais, como densidade e dureza..

Cada grupo logo realizou unha presentación pública, que incluía unha breve descrición do seu blog (Figura 8).



Figura 8. Sesión de presentación dos traballos.

4. Resultados e avaliación.

Aos centros participantes na Semana da Ciencia na ETSEM solicitáselles desde o 2007 (Dorrío 2007) o envío a posteriori dunha enquisa de valoración da actividade que se lles reparte o día da súa participación. Dos resultados de dita enquisa pódese recuperar interesante información respecto do efecto da visita en relación coas actitudes do alumnado cara a Ciencia e o coñecemento científico (Dorrío 2008). Na edición do ano 2014 recibíronse o 95% das posibles enquisas. En xeral, o impacto da actividade nos visitantes foi de forma maioritaria notable ou sobresaliente. A percepción do alumnado do IES Pedra da Auga respecto ao grado de adecuación, coñecemento, aprendizaxe e satisfacción non difire moito da media xeral da actividade, tampouco respecto da atención dispensada, o material empregado ou a organización. A valoración xeral da actividade (7.4) é moi próxima a media global obtida nos oito anos 7.7.

O resultado do proceso, enriquecedor e motivador, foi altamente positivo amosando un dominio autónomo da linguaxe e das novas tecnoloxías audiovisuais e de información. Esa apreciación, recollida polo profesorado do IES Pedra da Auga, coincide tamén pola manifestada nas enquisas que foron realizadas mediante unha sinxela rúbrica polo alumnado de 3º, 4º da ESO, 4º de PDC e de 1º de Bacharelato que asistiron ás presentacións, aproximadamente uns 60 (Figura 9).

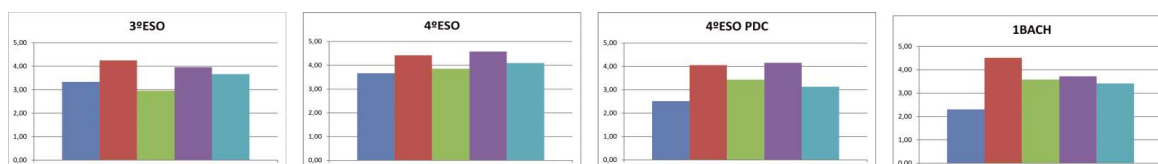


Figura 9. De esquerda a dereita: biodiesel (WEB 4), explosivos (WEB 5), cámara 3D (WEB 6), termografía (WEB 7) e novos materiais (WEB 8). Criterio de cualificación: 1 contido incompleto; 2 contido mellorable; 3 contido correcto; 4 contido relevante; 5 contido moi relevante.

Pasouse durante a terceira avaliación un test de coñecementos finais, que serviu para comprobar o efecto didáctico destas actividades en relación cos contidos da materia de Física e Química. Os resultados obtidos contrastáronse cos do test de coñecementos previos pasado antes do comezo destas actividades, e preséntanse resumidos na Táboa 1. Para cuantificar a persistencia dos coñecementos previos empregouse o coeficiente de ganancia g do aprendizaxe (Hake 1998):

$$g = \frac{\%post\ test - \%pre\ test}{100\% - \%pre\ test}$$

que relaciona o porcentaxe de respostas correctas antes e despois e que supón unha ganancia alta para valores superiores a 0.7, ganancia media se o resultado está comprendido entre 0.3 e 0.7 e ganancia baixa para valores inferiores a 0.3.

Alumnado	B1	B2	B3	E1	E2	E3	C1	C2	T1	T2	T3	N1	N2	N3
Pre-test	0	0.8	2.7	2.6	1.3	0.4	2.2	4.6	3.3	2.5	0.9	1.9	2	2.3
Post-test	1.3	4.6	3.3	5.8	4.6	1.7	2.2	9.7	6.5	5	2.2	4.1		3.7

Táboa 1. Resultados do alumnado nas avaliacións de coñecemento previos e posteriores á actividade por grupo: Biodiesel, Explosivos, Cámara 3D, Termografía, Novos Materiais

O coeficiente de ganancia global ten un valor de $g = 0,3$, no limiar entre as puntuacións baixas e as medias.

A concordancia entre avaliacións levouse a cabo mediante o análise gráfico que proporciona un estudo de Bland-Altman, empregando neste caso o programa MedCalc (Web 10). Dito test compara dúas avaliacións realizadas visualizando a dispersión e relación dos datos así como as diferenzas entre ambas e representándoas fronte ás medias.

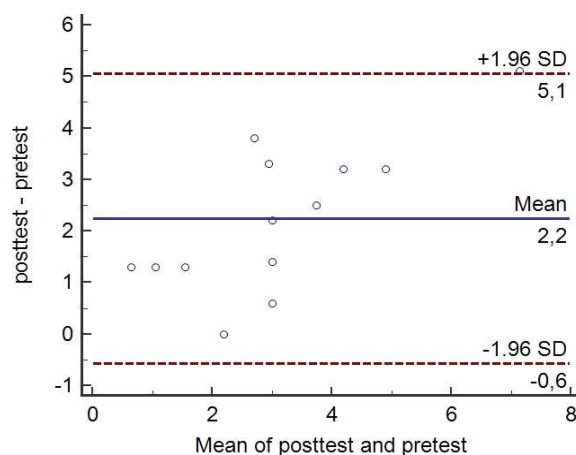


Figura 10. Análise Bland-Altman das avaliacións da Táboa 1.

A gráfica (Figura 10) indica unha aceptable melloría entre ambas probas toda vez que a diferenza entre ambas foi dun 2.2. Os límites de concordancia, cunha confianza do 95%, están definidos por ese valor medio máis/menos 1.96 veces a desviación standard das diferenzas, 1.47, sendo así que a maior parte do alumnado está próximo á media

5. Conclusións

Para crear as condicións de construción eficaz de coñecemento durante a participación nunha actividade de aprendizaxe informal é necesaria a súa integración no programa do tema en estudo durante o curso e que o alumnado desenvolva a súa autonomía dentro das súas posibilidades, animándoos a realizar a súa propia investigación a partir da información que teñen sobre preguntas feitas en clase antes da visita e en base ás hipóteses que foron formuladas (Azcona et al., 2002). É dicir, a participación posterior comeza coa preparación previa na aula. Logo dela o profesorado leva as discusións realizadas antes e durante a visita e levanta cuestións para responder nunha repartición do traballo realizado polos grupos, orientando a posta en común, reformulando as súas contribucións e indicando os resultados obtidos pola comunidade científica. Non facelo así, sen uns obxectivos claramente programados, sen estratexias que permitan ao alumnado recoller

información en base a un desafío previamente discutido, pode conducir á non consecución dos obxectivos perseguidos.

Neste traballo presentamos unha proposta de intervención relacionada cunha participación dun grupo reducido de alumnos do IES Pedra da Auga na Semana da Ciencia que organiza a ETSEM da Universidade de Vigo relacionada coa enerxía, os novos materiais e o medio ambiente. Neste caso, e colaborando o profesorado de ambos centros, deseñáronse unha serie de actividades (de procura, de manexo experimental, de presentación, ...) para utilizar e desenvolver competencias máis aló da adquisición de coñecementos, como son a interacción co mundo físico, o aprender a aprender, a autonomía e iniciativa persoal e o manexo das novas tecnoloxías da información e da comunicación (TIC). No que se refire á construción de coñecemento a partir destas actividades de carácter informal, conséntase nos tests previo e posterior que a aprendizaxe realízase mellor cando o alumnado amosa un grao de participación importante. Por exemplo, os grupos de Explosivos e Termografía, que foron os mellor valorados na presentación do seu traballo, tamén amosaron un maior grao de ganancia entre os dous tests.

Neste senso, os resultados en conxunto amosan un impacto positivo nos participantes, tanto polo grao de autoestima percibido durante todo o proceso, como pola satisfacción derivada de presentar o conxunto do seu traballo ao resto da comunidade educativa. A creación dun blog, a parte de desenvolver habilidades TIC, permite que outro alumnado, profesorado e familias poidan ver o resultado da actividade (experimentación científica, deseño e construción de dispositivos tecnolóxicos, a motivación mostrada na actividade, etc.), dando máis valor ao traballo realizado e evitando a posibilidade de que teña unha actitude pasiva.

Aínda que a mostra do alumnado participante é pouco significativa enténdese que o protocolo seguido pode ser empregado en outras situación de aprendizaxe informal no ámbito preuniversitario, onde o éxito da proposta depende do traballo previo, durante e posterior á actividade.

Deséxaselle agradecer ao profesorado, alumnado e persoal de apoio e servizos da ETSEM e do IES Pedra da Auga participante a axuda prestada.

Bibliografía

Aguirre, C., Vázquez, A.M. (2004). Consideraciones generales sobre la alfabetización científica en los museos de la ciencia como espacios educativos no formales. *Revista electrónica de Enseñanza de las ciencias*. 3 (3), 339-362.

Disponible en liña: http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen3/REEC_3_3_6.pdf

Azcona, R., Etxaniz, M., Guisasola, J., Mujika, E. (2002). Chispas de Energía, manual del profesor. San Sebastián : Miramón Kutxaespacio de la Ciencia.

Campillo, Y., Chamizo, J.A. (2011). Los museos: un instrumento para el aprendizaje basado en problemas (ABP). *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*. 8 (3). 312-322.

Disponible en liña: http://reuredc.uca.es/index.php/tavira/article/viewFile/133/pdf_38

Dorrío, B. V. (2006) Museos interactivos na escola, *Revista Galega de Educación* 35, 20-22.

Dorrío, B. V. (2008) Actividades manipulativas colectivizadas: investigación interpretada na E.T.S.E. de Minas. Prácticas educativas innovadoras na universidade, Vigo: Tórculo Artes Gráficas, 51-65.

Driver, R. (1989). Students' conceptions and the learning of Science, *International Journal of Science Education*, 11, 481-490.

Falk, J.H., Dierking, L.D. (1992). The museum experience, Whashington, DC: Whalesback.

FECYT. Cómo estimular mentes científicas. Barcelona: Obra Social A Caixa, 2015.

Gennaro, E.D. (1981). The effectiveness of using previsit instructional materials on learning for a museum field trip experience, *Journal of Research in Science Teaching* 18(3), 275-279.

Gil, D., Vilches, A, González, E. (2002), Otro mundo es posible: de la emergencia planetaria a la sociedad sostenible. Una propuesta de museo de ciencias que ayude a la reflexión sobre la situación del mundo. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales* 16, 57-81.

Griffin, J., Symington, D. (1997). Moving from task-oriented to learning-oriented strategies on school excursions to museums, *Science Education* 81(6), 763- 779.

Guisasola, J., Azcona, R., Etxaniz, M., Mujika, E., Morentin, M. (2005). Diseño de estrategias centradas en el aprendizaje para las visitas escolares a los museos de ciencias. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las Ciencias*. 2 (1). 19-32.

Disponible en línea: <http://www.redalyc.org/pdf/920/92020103.pdf>

Guisasola, J., Morentin, M. (2010). Concepciones del profesorado sobre visitas escolares a museos de ciencias. *Enseñanza de las ciencias*. 28 (1). 127-140.

Disponible en línea:

<https://docs.google.com/file/d/0BxxpYfxscKk9NGYwZDczZGQtNzMzMMy00ZWRjLWI2ZmQtZGUyMTI5YzJlZmU2/edit?ddrp=1&hl=en#>

Guisasola, J., De la Iglesia, R. (1987). ‘Erein projektua’: proyecto de ciencias para la ESO basado en la resolución de situaciones problemáticas, *Alambique* 13, 83-93.

Hake, R. R. (1998). Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. *American Journal of Physics*, 66(1), 64-74.

Hofstein, A., Rosenfeld, S. (1996). Bridging the gap between formal and informal science learning, *Studies in Science Education* 28, 87-112.

Pedrinaci, E. El desarrollo de la competencia científica. Barcelona: Graó, 2010.

Resnick, L.B (1983). Mathematics and Science Learning: a new conception. *Science*, 220, 477-487.

WEB 1: ETSE de Minas. Recuperado o 15 de maio do 2015, de <http://etseminas.uvigo.es/>

WEB 2: Blog Megaciencia. Recuperado o 15 de maio do 2015, de <https://sites.google.com/site/quimicaiespda/>

WEB 3: <http://tv.uvigo.es/gl/serial/902.html>

WEB 4: Blog Biodiesel. Recuperado o 15 de maio do 2015, de <http://bioideasaqui.blogspot.com/>

WEB 5: Blog Explosivos. Recuperado o 15 de maio do 2015, de <http://hugopatriciaadrian.blogspot.com.es/>

WEB 6: Blog Cámara 3D. Recuperado o 15 de maio do 2015, de <http://iriayalex.blogspot.com.es/>

WEB 7: Blog Termografía. Recuperado o 15 de maio do 2015, de <http://camaratermica.blogspot.com/>

WEB 8: Blog Novos Materiais. Recuperado o 15 de maio do 2015, de <http://losjosplasticos.blogspot.com/>

WEB 9: MedCalc Statistical Software versión 15.4 (2015). Recuperado o 15 de maio do 2015, de <https://www.medcalc.org/>