

# As actividades manipulativas no ensino da Ciencia: O proxecto “Hands-on Science”

**Manuel F. M. COSTA**

*Universidade do Minho, Departamento de Física, 4710-057 Braga, Portugal*

[mfcosta@fisica.uminho.pt](mailto:mfcosta@fisica.uminho.pt)

**Benito V. DORRÍO**

*Universidade de Vigo, Departamento de Física Aplicada, 36200 Vigo, España*

[bvazquez@uvigo.es](mailto:bvazquez@uvigo.es)

**Resumo.** Intentando promover o ensino manipulativo da Ciencia como unha maneira de mellorar a educación científica estableceuse a rede "Hands-on Science" (HSci) dentro da acción Comenius 3 do programa Sócrates da Unión Europea en Outubro do 2003, mediante a asociación de vinteito institucións de dez países europeos (BE, CY, DE, ES, GR, MT, PT, RO, SL, UK) e un consorcio transnacional (CoLoS). A rede H-Sci pretende promover e difundir entre profesores, escolas e consellos educativos prácticas ben establecidas de ensino da Ciencia e as súas disciplinas, fomentando o desenvolvemento e emprego de actividades manipulativas na aula, de xeito que os estudantes “fagan” ciencia en vez de estar simplemente “expostos” a ela. Neste traballo preséntanse os principais obxectivos, estratexias e propostas pedagóxicas da rede, así como os logros máis salientables acadados na actualidade.

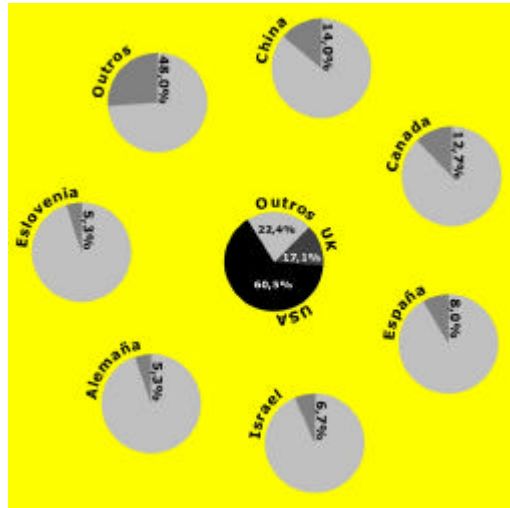
## **1. Introducción.**

A Ciencia e a Tecnoloxía sempre foron materias de importancia fundamental para o desenvolvemento dos países e sociedades. Hoxe en día isto sigue sendo certo. Ningún desenvolvemento de importancia pode acadarse sen unha forte infraestrutura científico-tecnolóxica. A base fundamental de todo isto, encontrase nunha poboación ben preparada. Semella có aumento da alfabetización en Ciencia e Tecnoloxía inducirá no futuro a creación ou desenvolvemento de industrias de alta tecnoloxía ou servizos que serán de importancia para o crecemento da Unión Europea (UE). Sendo ademais este un factor decisivo para a incorporación de novos, e menos desenvolvidos, países membros da UE. Así mesmo a alfabetización científico-tecnolóxica constitúe un factor de importancia para os cidadáns nun mundo onde estes conceptos xogan un papel dominante en tódolos ámbitos a cotío.

Na sociedade actual existe polo tanto una imperiosa necesidade por ter unha sólida formación nestes eidos. O ensino da Ciencia na escola debería xeneralizarse non só co obxecto de establecer unha certa cultura, se non de garantir unha sólida base que supoña no futuro unha mellora da propia ciencia e as súas aplicacións tecnolóxicas. A UE ten realizado accións urxentes nesa dirección dende hai tempo, e froito de elas foi a creación dentro do programa Sócrates (WEB1) da rede “Hands-on Science” (HSci) (Proxecto nº. 110157-CP-1-2003-1-PT-COMENIUS-C3).

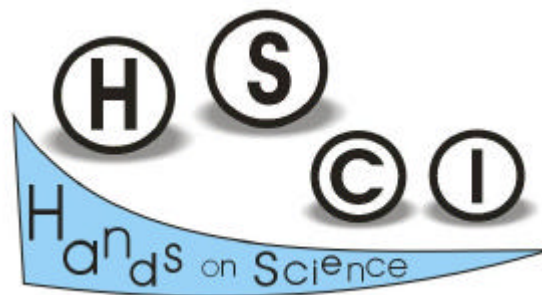
As tarefas da nosa rede céntranse na difusión e desenvolvemento a escala europea de actividades manipulativas no ámbito do ensino (Vázquez Dorrió 1994), buscando cóos estudantes se involucren de forma activa e voluntaria nelas e facendo emprego dos novos instrumentos e recursos cóas novas Tecnoloxías da Información e Comunicación (TIC). Este tipo de estratexias é empregado de forma maioritaria no ensino anglosaxón, onde a metodoloxía pedagóxica baseada no “aprender xogando/aprender facendo” domina tódolos niveis

educativos e tódalas disciplinas (Rañal Loureiro 2004), mesmo naqueles casos onde semella que non están moi indicados. Un reflexo da tradición e importancia relativa que teñen as actividades manipulativas nestes países, e a deficiencia ó mesmo tempo no seu emprego no resto,ponse de manifesto de forma máis clara analizando por exemplo as publicacións ó respecto que veñen aparecendo nas revistas educativas (Figura 1) das distintas disciplinas (Dorrío 2004).



**Fig. 1. Distribución por países respecto a publicacións de traballos relativos as actividades manipulativas de Física nas principais revistas educativas nos últimos 25 anos.**

No contexto europeo as actividades manipulativas son empregadas sobre todo nos museos científicos (WEB2), asociacións (WEB3) e nalgúns salientables centros de ensino, tanto como fonte de motivación como ferramenta de aprendizaxe. É tempo xa de xeneralizar o seu uso nun intento de elevar os niveis de alfabetización e pericia científica dos nosos estudantes.



**Fig. 2. Símbolo da rede.**

A rede “Hands-on Science” (WEB4), nun proxecto realmente ambicioso de tres anos, pretende proporcionar unha clara visión da situación da Ciencia e Tecnoloxía nos centros de ensino europeo, así como un conxunto de recomendacións educativas ó respecto xunto con material testado pedagoxicamente (Costa 2004). No noso coñecemento é a primeira vez que unha rede tan ampla fórmase na UE centrada na difusión no ensino científico-tecnolóxico das actividades manipulativas. Aproveitando as novas posibilidades que proporcionan as TIC complementase o estudo cuantitativo manipulativo da Ciencia có aprendizaxe cualitativo constructivista-interactivo. Esperamos que esta rede sexa o punto de partida para o uso xeneralizado das actividades manipulativas no ensino na UE e que os logros acadados pola rede durante os seus tres anos de funcionamento formal teñan logo continuidade no tempo. Neste

traballo presentamos as principais propostas pedagóxicas, obxectivos e estratexias da rede, así como unha visión da actual marcha do proxecto.

## 2. Propostas pedagóxicas.

Os novos requisitos da sociedade moderna demandan non só a acumulación de coñecementos específicos se non especialmente a habilidade de ser capaz de atopar, analizar e resolver problemas interdisciplinarios. A mellor maneira de conquistar unha formación adecuada para os nosos estudantes é inducindo neles unha participación activa no proceso de ensino/aprendizaxe, a través da práctica e a experimentación (Costa 1997), facendo uso dos novos instrumentos e recursos que nos proporciona na actualidade as novas TIC.

A nosa proposta pedagóxica está centrada en inducir un aprendizaxe efectivo de capacidades científicas básicas como responsabilidade, método, autocontrol, razoamento crítico e observación, traballo en equipo e interdependencia, empregando as actividades manipulativas (Arons 1990, Hodson 1992) nun contexto constructivista (Gatt 2003), seguindo as directrices da National Science Education Standards (WEB5) actualizada e adaptada a situación actual, socio-cultural e educativa da UE, buscando o compromiso activo dos educadores na realización de actividades manipulativas por parte dos estudantes.



**Fig. 3. Actividades manipulativas.**

Por suposto, é necesario permitir cós estudantes teñan un contacto conceptual coa Ciencia, pero neste aprendizaxe conceptual integrárase as actividades manipulativas. Para elo empregaremos tanto as ben coñecidas actividades reais (Quin 1990; Williams 1990) como as simulacións virtuais (esencialmente applets (Esquembre 2004) e laboratorios en liña (Cartwright e Whitehead 2004)), de forma que a percepción cualitativa dos conceptos científico-tecnolóxicos conduzan a unha interpretación cuantitativa. Calquera de estas ferramentas acompañarase de guías formativas dende o punto de vista sumativo que apelarán constantemente ó razoamento crítico, á observación e á implicación activa dos estudantes. No noso caso a heteroxeneidade dos intereses dos alumnos, habilidades, experiencias e expectativas de futuro serán tidas en conta contrastando as respostas entre diferentes países, linguas, culturas e xéneros. Así mesmo tentárase establecer pontes entre industria, mundo educativo e institución científicas a través de colaboracións locais e internacionais que posibiliten o desenvolvemento de todo este material.

## 3. Principais resultados.

A rede H-Sci ten unha ampla tarefa, tentando promover e difundir entre profesorado, centros de ensino e consellos educativos nacionais e transnacionais, prácticas aceptadas e recentemente

investigadas no ámbito do ensino experimental da Ciencia e as súas disciplinas. Isto levarase a cabo fomentando o desenvolvemento e emprego de actividades manipulativas na aula de tal forma que os alumnos "fagan" ciencia en lugar de estar simplemente "expostos" a ela.

Ó abrigo do proxecto H-Sci estableceuse un grupo de traballo para coordinar unha campaña de relacións públicas centrada no ensino da Ciencia. Estará dirixida a profesores e educadores, centros de ensino e comunidade, Ministerios de Educación e Consellos Educativos, nun intento sistemático por demostrar os beneficios dun emprego xeralizado da aprendizaxe manipulativa da Ciencia. Realizaranse dominios web interactivos, ferramentas de simulación virtual e laboratorios en-liña de acceso ceibe. Diseñaranse módulos educativos experimentais e material de apoio de diferentes niveis de complexidade. Produciranse e difundiranse libros de texto e informes, incluíndo versións electrónicas interactivas, en diversos idiomas.



Fig.4. Carteis anunciadores de dúas das Semanas da Ciencia celebradas no 2004.

Discutíranse e proporáanse ás autoridades correspondentes, cambios nos programas de estudo nacionais en Ciencia en tanto en canto creamos que potencian a efectividade do ensino da mesma. Levaranse a cabo anualmente diversas conferencias e seminarios internacionais, xunto cun número significativo de cursos para o profesorado. Organizaranse reunións e visitas transnacionais. Novos membros de todos os países da UE poderán asociarse á rede. A rede promoverá e inducirá novos proxectos de colaboración europeos no ámbito da educación científico-tecnolóxica. Potenciarase a creación de Clubs da Ciencia nos centros de ensino. A Semana/Feira da Ciencia (Bone 1992), concursos e outras actividades que reunirán a estudantes, profesorado e especialistas en educación, centros de investigación, á industria e á comunidade en xeral, serán unha característica notable da rede.

#### 4. Composición da rede.

A rede "Hands-on Science" une diferentes universidades, institucións de investigación, xuntas educativas nacionais, compañías privadas, colexios e escolas de Portugal, Grecia, España, UK, Eslovenia, Romanía, Alemaña, Bélxica, Malta e Chipre, xunto cá asociación pedagóxica CoLoS (WEB 6).

A rede conta na actualidade cá colaboración formal de 29 institucións de diferentes tipos cubrindo niveis desde escolas secundarias, educación especial, ata centros de ensino técnico ou universitario. Así mesmo, ademais dun grande número de membros asociados dos países

mencionados, existen xa centros asociados de países como Francia, Dinamarca, Noruega, Holanda, Eslovaquia, Austria, Bielorrusia, Bulgaria e Rusia (observador).

Na rede existen diferentes institucións traballando en diferentes ambientes con diversas situacións culturais e socio-económica, en grandes cidades, en pequenos pobos, algúns en áreas rurais outros en áreas industriais, cubrindo unha gran variedade de áreas xeográficas desde a Península Ibérica, o Mediterráneo, Sur e Centroeuropa ata o Este da UE. A rede incide nas actividades que impliquen explorar e promover o uso das actividades manipulativas de forma extensiva empregando activamente as ferramentas TIC ou materiais e obxectos cotiáns, integrados sempre que sexa posible en propostas interdisciplinarias. Diferentes propostas, diferentes sentimentos, a mesma consciencia, o mesmo obxectivo: implantar unha metodoloxía positiva e activa do ensino manipulativo da Ciencia.

Os membros da rede teñen experiencia previa na exploración e/ou desenvolvemento de prácticas educativas innovadoras, e moitos de eles participaron en proxectos pedagóxicos nacionais ou internacionais. Varios dos membros teñen o mesmo tempo experiencia no Ensino a Distancia e contan xa con sistemas axeitados no contexto TIC, algúns financiados por proxectos da UE, e incluso hai membros que participan no desenvolvemento curricular en colaboración cos seus respectivos Ministerios de Educación, Ciencia e Cultura.



**Fig.5. Distribución xeográfica dos coordinadores nacionais. A coordinación global da rede corresponde á Universidade do Minho.**

Por outra banda, o consorcio CoLoS (Conceptual Learning of Science) reúne centros de investigación de USA e universidades europeas (DE, UK, IT, RU, SI, FR, ES, PT). O seu obxectivo básico é promover o desenvolvemento de métodos de ensino novedoso da ciencia e tecnoloxía, aprendendo e comprendendo conceptos fundamentais da ciencia, integrando a comprensión cualitativa e intuitiva cós métodos cuantitativos e finalmente o emprego de simulacións e material en rede.

Un gran número de escolas e institucións implicaranse nas actividades da rede como membros asociados. Entre elas unhas cantas estarán dirixidas a avaliación e difusión das actividades e

resultados da rede. Así mesmo terán acceso a todo o material que a propia rede produza.

### **5. Estratexias de implementación e planificación de actividades.**

A nosa rede é relativamente grande en termos do número de institucións e países que nela participan. Nela teñen cabida tódolos campos da Ciencia en tódolos niveis educativos. Co obxecto de manter unha rede destas características cun tamaño axeitado para acadar os obxectivos e desenrolar as súas actividades eficientemente, levouse a cabo unha selección de socios con experiencia previa en proxectos de cooperación, contándose como un importante grupo de membros asociados co fin de diseminar axeitadamente as nosas actividades. Decidiuse cá rede tivera unha duración no tempo de tres anos para acadar os principais obxectivos propostos e garantir a súa continuidade nos anos seguintes a finalización formal do proxecto.

Estableceuse unha organización descentralizada da rede, cun Coordinador (Manuel F. M. Costa da Universidade do Minho), que asegura o desenrolo eficiente da rede, e un Comité Directivo formado por os Coordinadores Nacionais encargados de coordinar as tarefas concretas de cada área xeográfica. En Galicia a coordinación corresponde á Universidade de Vigo (WEB7). Os Coordinadores Nacionais en concreto contactan cos responsables das institucións asociadas baixo a súa responsabilidade a fin de facer un seguimento das actividades realizadas. Realízanse informes das mesmas e son enviados o Coordinador da rede que os difunde o resto dos membros da rede para a súa discusión e mellora. Unha vez filtrado o documento, é publicitada na web de HSci. Esa mesma información e reenviada ós responsables nacionais da Axencia Sócrates.



**Fig.6. Sesións no Congreso “Ensinando e aprendendo Ciencia no Século XXI” organizado por HSci en Ljubljana/Eslovenia (Xullo 2004).**

Os centros de ensino xogan o papel mais importante na rede HSci, tendo case todas elas preto un centro universitario de apoio e coordinación. Diversas actividades motivacionais organizaranse en diferentes países nas escolas tanto como actividades extracurriculares ou como seminarios informais, Feiras da Ciencia, clubs de ciencia, concursos,.. pero tamén como actividades na aula onde os alumnos realicen actividades manipulativas como parte do currículo xeral. Un equipo de actividades cubrindo diferentes disciplinas da Ciencia e niveis educativos proporcionarase ás escolas para o seu uso. Exploraranse as posibilidades do ensino telemático facendo uso da

experiencia coa que contan certos membros da rede.

Como unha das actividades máis destacables da rede HSci temos que salientar a organización de tres conferencias internacionais sobre ensino e aprendizaxe da Ciencia coa participación de tódolos membros da rede, a celebrar en Eslovenia (Xullo 2004), Grecia (Xuño 2005) e Galicia/Portugal (Xuño 2006). As mesmas estarán abertas a toda a comunidade científica e educativa (incluíndo estudantes e pais). Eles están invitados a participar non só nas conferencias, senón tamén nos cursos e actividades motivacionais adicionais. Están previstos a organización de tres seminarios de temática transversal ó abrigo da rede: “O acceso da muller á Ciencia” en Alemaña (Xuño 2004), “Os cambios da ampliación da UE na alfabetización e desenrolo científico” en Malta (Xaneiro 2005) e “Alfabetización científica e aprendizaxe de longa duración” en Romanía (Xullo 2006). Finalmente, pódese salientar a posta en marcha dun concurso a nivel europeo sobre “Ideas para Feiras de Ciencia” (WEB8) que ten coma principal obxectivo o inducir a xeneralización da organización de Feiras/Semana da Ciencia nas escolas Europa. Varias de elas xa foron organizadas con éxito durante o ano 2004.

A rede está organizada nunha estrutura bidireccional, no senso de que non só o Coordinador da rede e os Coordinadores Nacionais inducirán accións concretas, senón que tódolos membros da rede poderán presentar suxestións e iniciativas de actividades locais o multilaterais. Todas estas propostas serán presentadas e discutidas durante cada unha das reunións anuais de xeito que as conclusións obtidas poderían condicionar o futuro do nos proxecto.



**Fig. 7. Esperase có concurso europeo “Ideas para á Feira da Ciencia” involucre a centos de estudantes.**

Os diferentes membros da rede presentarán proxectos Comenius 2.1 dentro do programa Sócrates co obxecto de impartir cursos de formación en diferentes linguas e países. Moitos deles terán carácter telemático intentando mostrar ós participantes, educadores e profesores, as vantaxes de este tipo de proposta pedagóxica. Os participantes obterán ferramentas prácticas para introducir directamente actividades manipulativas nas súas aulas. Aínda que existe a posibilidade de tratar outros tópicos, na actualidade os cursos propostos son “Óptica elemental”, “O uso de simulacións virtuais no ensino da ciencia”, “Como levar a cabo unha Semana da Ciencia na Escola”, “Robots. No camiño do futuro”, “Sentindo vida e ecoloxía”. Estes cursos poden ser o xerme para a realización de proxectos de colaboración entre escolas dos diferentes países facendo uso das convocatorias de proxectos Comenius 1 do programa Sócrates.

## 6. Avaliación e difusión.

A avaliación da rede é considerada fundamental. Unha autoavaliación interna realizarase en cada área xeográfica de forma independente. Polo menos dúas veces ó ano o Comité Directivo indicará a evolución das actividades da rede e establecerá medidas correctivas cando sexa necesario. A avaliación terá lugar a dous niveis: con respecto á organización dos diferentes eventos, e respecto á calidade do material pedagóxico desenrolado. Prepararanse diversas enquisas para realizar tanto entre os membros da rede coma entre os alumnos dos centros implicados nas actividades. En calquera caso, faranse os correspondentes informes que serán debidamente publicados. Na páxina web de HSci terá cabida un espazo para a evolución e discusión do avance do proxecto así como dos resultados, non só aberto ós membros da rede senón a calquera interesado. Ademais da presentación dos diferentes resultados obtidos no proxecto nas diferentes conferencias e seminarios organizados por HSci, tentarase dar difusión os resultados obtidos máis salientables en foros de discusión internacionais, así como en publicacións educativas de recoñecido prestixio.



Fig.8. Semana da Ciencia 2004 no IES de Poio e no IES da Xunqueira.

## 7. Conclusións.

A utilidade e efectividade pedagóxica do emprego de actividades manipulativas no ensino da ciencia está probado en diferentes niveis educativos e disciplinas. O proxecto Hands-on Science que aquí presentamos pretende facelo evidente contribuíndo a modificar a tendencia negativa dos nosos estudantes polas disciplinas científico-tecnolóxicas. O proxecto está baseado nunha estratexia de aprendizaxe por descubrimento, onde os alumnos adquiren conceptos científicos e tecnolóxicos directamente por manipulación con materiais e obxectos de cotío ou mediante simulacións de diverso tipo. Os obxectivos do proxecto son ambiciosos e tenta sobre todo inducir a creación dunha nova actitude fronte a Ciencia e o aprendizaxe da Ciencia. As tarefas realizadas ata o momento amosan resultados esperanzadores. A rede está aberta a novas incorporacións.

## AGRADECEMENTOS.

Manuel F. M. COSTA como Coordinador de HSci agradece a colaboración de tódolos membros da rede. Agradecemos o financiamento aportado (Proxecto N°. 110157-CP-1-2003-1-PT-COMENIUS-C3) pola Comisión Europea dentro do programa Sócrates e ó *Ministerio de Ciencia y Tecnología* (DFI2003-10393-E).



## **Bibliografía**

ARONS AB (1990). *A guide to introductory Physics teaching*. New York: Wiley.

BONE WJ e ROTH MK (1992). Organizing school science shows. *The Physics Teacher*, 30, pp. 348-350.

CARTWRIGHT HM e WHITEHEAD N (2004). The development of. On-line experiements en *Teaching and learning Science in the XXI Century*, Sasa D Ed., pp. 141-145, Ljubljana: Faculty of Computer and Information Science.

COSTA MFM (1997). The importance of experimentation on teaching the basics of optics at elementary and high schools. *Proc. Soc. Photo-Opt. Instrum. Eng.*, 3190, pp. 228-232.

COSTA MFM (2004). Hands-on Science en *Teaching and learning Science in the XXI Century*, Sasa D Ed., pp. 1-9, , Ljubljana: Faculty of Computer and Information Science.

DORRÍO BV, RÚA A, SOTO R e ARIAS J (2004). Hands-on Science Physics bibliograpy en *Teaching and learning Science in the XXI Century*, Sasa D Ed., pp. 119-124, Ljubljana: Faculty of Computer and Information Science.

ESQUEMBRE F (2004). Easy Java simulations: a software tool to créate scientific simulations in Java. *Comp. Phys. Commun.*, 199, PP. 199-204.

GATT S e VELLA Y (2003). *Constructivist Teaching in Primary School Social Studies, Mathematics, Science, ICT and Design and Technology*. Malta: Agenda Publishers.

HODSON D (1992). In search for a meaningful relationship: an exploration of some issues relating to integration in science education. *International Journal of Science Education*, 14, pp 541-566.

QUIN M (1990). What is hands-on science, and where can I find it? *Physics Education*, 25, pp. 243-246.

VÁZQUEZ DORRÍO JB, GARCÍA PARADA E y GONZÁLEZ FERNÁNDEZ P (1994). Introducción de demostraciones prácticas para la enseñanza de la Física en las aulas universitarias. *Enseñanza de las ciencias*, 12, pp. 62-64.

WEB1: [http://europa.eu.int/comm/education/index\\_en.html](http://europa.eu.int/comm/education/index_en.html) [11/10/2004]

WEB2: <http://www-2.cs.cmu.edu/~mwm/sci.html> [11/10/2004]

WEB3: <http://www.physicsonstage.net/> [11/10/2004]

WEB4: <http://www.hsci.info/> [11/10/2004]

WEB5: <http://www.nap.edu/readingroom/books/nses/html/> [11/10/2004]

WEB6: <http://www.colos.org/> [11/10/2004]

WEB7: <http://webs.uvigo.es/eventos/h-sci/>[11/10/2004]

WEB8: <http://hsci.no.sapo.pt/ScienceFair.html>[11/10/2004]

WILLIAMS MJ (1990). Understanding is both possible and amusing. *Physics Education*, 25, pp. 253-257.