



Universidad de
Oviedo

Máster en Cultura Científica y de la Innovación

Trabajo Fin de Máster

“Viaje al Interior de la Flor”: análisis de una actividad de cultura científica para niños.

Marta Gascón Marco

Tutora: Marta I. González García

Julio 2015

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi agradecimiento a la Dra. Marta I. González García, tutora de este trabajo que no solo ha dirigido sino que ha apoyado con su ánimo.

También a Laura Ferrando que desde el Área de Cultura Científica de la Vicepresidencia Adjunta de Organización y Cultura Científica del CSIC me ha alentado y enviado estupendas sugerencias para mejorarlo: muchas gracias.

Mi gratitud a todo el grupo de biología floral del Departamento de Pomología de Aula Dei-CSIC en Zaragoza (Juan, Laura, Carmeta, Reyes, Erica, Jorge y María) que, además de acogerme y facilitar mi trabajo, me han animado a continuar y han permitido que observe y estudie la actividad de la que son responsables. Muchas gracias por ello y por haberla puesto en pie.

Y gracias especiales a la Dra. María Herrero Romero, por sus excepcionales enseñanzas, apoyo, orientación, consejos y ánimo.

Mi agradecimiento también a la Estación Experimental de Aula Dei del CSIC y a la Delegación del CSIC en Aragón, a Patricia Hermosilla y a la Dirección y equipos que han apoyado este trabajo en ambos centros.

Gracias a Irene Díaz del grupo CTS de la Universidad de Oviedo por ayudarme amablemente en tantas gestiones.

Este trabajo ha podido realizarse debido al apoyo de una beca del Ministerio de Educación, Cultura y Deporte del Gobierno español que ha sufragado parte de los gastos. Gracias también por esta ayuda.

La actividad estudiada está enmarcada dentro de los proyectos CICYT 2012-40239 y del FCT-14-8464 de Coordinación y Programación Anual de la Red de Cultura Científica del CSIC, sin cuyas contribuciones no se hubiera podido llevar a cabo.

Resumen

Las actividades de promoción de cultura científica enfocadas hacia el público infantil fuera del contexto escolar, se han mostrado muy eficaces en los últimos años como técnicas para apoyar los cambios de estrategia docente necesarios para promover el interés por la educación científica en los escolares.

En este trabajo se estudia de cerca una de estas actividades, describiéndola y analizando su efectividad como promotora de dicho interés y generadora de los estímulos y conocimientos que apoyan el trabajo con los alumnos en el aula.

“Viaje al interior de una Flor” en un taller dirigido a niños de segundo y tercero de primaria, en el que comprenden desde una experiencia personal como una flor se convierte en fruto. La actividad consta de tres partes 1) “Mundo microscópico”, introduciendo el concepto con breves videos y dejándolos experimentar con lupas y microscopios. 2) “El viaje”, en el que los niños convertidos en microscópicos granos de polen inician un viaje misterioso al interior de la flor. 3) “Ser científicos”, contando a los demás lo que han visto y poniendo en común lo que cada uno ha descubierto.

Se observa que cada una de las fases aporta conocimientos que se enlazan en un único discurso narrativo en el que los niños, como protagonistas, interactúan y, a partir de un diseño muy activo, consiguen una comprensión individual de la “práctica científica” compartida.

El estudio se ha puesto en contexto respecto a las actividades desarrolladas en organismos e instituciones y a la teoría sobre cultura científica, especialmente la enfocada al público infantil. Según el diseño de la actividad y las reacciones e impresiones observadas, “Viaje al Interior de la Flor” puede considerarse una muy efectiva actividad de promoción de cultura científica para niños en el ámbito del mundo vegetal.

Índice

Introducción	6
Estado de la Cuestión	10
La promoción de la cultura científica en público infantil	10
Cultura científica para público infantil centrada en el mundo vegetal	13
La Estación Experimental de Aula Dei-CSIC (Zaragoza)	
Actividades de promoción de la cultura científica	16
“Viaje al Interior de la Flor”: memoria de prácticas	21
La actividad	21
“ El mundo microscópico ”: Comienza la actividad	21
“ El viaje ”: La aventura	26
“ Ser científico ”: Pensando cómo	29
Detalle de los trabajos de prácticas: logística de la actividad	34
Preparación	34
Desarrollo de la actividad	41
Fin de la actividad y desmontaje	42
Propuestas de mejora	44
Evaluación	44
Difusión	46
Mejoras en la Instalación	47

Contribución a la promoción de la Cultura Científica, en el ámbito de las ciencias de las plantas, para público infantil	49
Los niños	49
Los científicos	51
Las fases de la actividad	52
“ El mundo microscópico ”	52
“ El viaje ”	52
“ Ser científico ”:	53
Conclusiones	55
Bibliografía	56

Índice de Figuras

Figura nº 1. Tríptico resumen de la actividad	7
Figura nº 2. Pistilo de una flor, su esquema y croquis de la carpa hinchable...	8
Figura nº 3. “El mundo microscópico”: observando.....	23
Figura nº 4. “El mundo microscópico”: compartiendo	24
Figura nº 5. “El mundo microscópico”: Convirtiéndose en microscópicos granos de polen.....	25
Figura nº 6. “El viaje”: Entrando en la flor.....	27
Figura nº 7. “El viaje”: La flor se convierte en fruto.....	28
Figura nº 8. “Ser científico”	31
Figura nº 9. Selección de dibujos y textos de 3º de primaria (8 años)	32
Figura nº 10. Selección de dibujos y textos de 2º de primaria (7 años)	33
Figura nº 11. Transporte del material para la Instalación desde el almacén ...	35
Figura nº 12. Montando la carpa, la piscina de bolas y la entrada/estigma	36
Figura nº 13. Imágenes de la carpa/pistilo ya instalada y croquis	37
Figura nº 14. Interior de la carpa/pistilo	38
Figura nº 15. El “mundo microscópico”: Montando las bancadas	39
Figura nº 16. El “mundo microscópico”: Bancadas ya preparadas.....	40
Figura nº 17. Preparación de la 3ª fase y comprobaciones de material	40
Figura nº 18. Desmontando la carpa tras el final de la actividad	43

Máster en Cultura Científica y de la Innovación

Trabajo Fin de Máster

“Viaje al Interior de la Flor”: análisis de una actividad de cultura científica para niños.

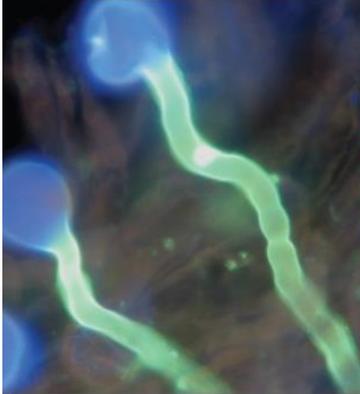
Marta Gascón Marco

Introducción

La comunicación de la ciencia, el desarrollo del concepto de cultura científica y su implicación con la sociedad en la que está inmersa, es una cuestión a la que se le puede señalar un origen antiguo pero que, de hecho, ha adquirido carta de naturaleza recientemente (Massarani L. de Castro Moreira I., 2004). Los cambios sociales que ocurren a lo largo del pasado siglo junto con la aparición de un gran desarrollo científico-tecnológico sujeto a influencias económicas, políticas y mediáticas, han forzado y estimulado el interés de la ciencia por darse a conocer al público general fuera de su entorno habitual y han motivado la aparición de importantes estudios y especialidades académicas sobre la comunicación social de la ciencia y el concepto de cultura científica que, aboliendo las diferencias tópicas entre la ciencia clásica y las humanidades, integran la actividad científica como parte de su entorno social natural (Van Dijck, J., 2003) .

Este trabajo expone la observación de un caso de promoción de la cultura científica ya establecido (Figura nº 1) cuyos autores son varios de los componentes del grupo de Biología Floral de María Herrero, Profesora de Investigación del CSIC, en la Estación Experimental de Aula Dei en Zaragoza (Dra. M. Herrero, Dr. J. Losada, Dra. L. Carrera, Dra. C. Julián y P. Hermosilla, 2011) y que fue puesto en marcha con la financiación del FECYT al CSIC (Tigeras et al, 2010 (CGL-BOS)(DOC20090092) ; Laguna et al. 2010 (FCT-10-777))

Mi periodo de prácticas para este Máster, se ha desarrollado en torno a este caso.




Viaje al interior de la flor



En este **viaje al interior de una flor**, los niños comprenden como la flor se transforma en fruto. Esto es posible gracias a que los niños se convierten en microscópicos granos de polen e inician un fascinante viaje...

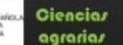
Juan M Losada, Carme Julián, Laura Carrera, María Herrero
(mherrero@eead.csic.es)
Laboratorio de Biología Floral
E.E. de Aula Dei –CSIC

Unidad de cultura científica
Delegación del CSIC Aragón
Tel: 976 46 96 08













LA ACTIVIDAD

- 1. Descubrir el mundo microscópico**

Los niños experimentan con los microscopios....




Breves vídeos explican cómo es al microscopio el viaje del polen y cómo la flor se transforma en fruto



- 2. Convertirse en granos de polen e iniciar el viaje**

... ¡ y descubren cómo la flor se transforma en fruto !




Los niños, transformados 100.000 veces más pequeños en granos de polen microscópicos,...



...inician el viaje al interior de la flor,...
- 3. Ser científicos**

Los científicos cuentan a los demás lo que han visto...
¡¡ Cuéntalo tú con un fantástico dibujo!!




Figura nº 1. Tríptico resumen de la actividad

La actividad en cuestión está diseñada, en tres fases, como una aventura para niños y niñas de entre 7 y 8 años de edad que participan en grupos pertenecientes a aulas escolares de diversos colegios, en visitas sucesivas. Los escolares convertidos en microscópicos granos de polen tienen la oportunidad de realizar el viaje del polen al interior de la flor y ver en primera persona como una flor se transforma en fruto. Se trata de una instalación que simula una gran flor por cuyo estigma, y atravesando el estilo, se introducen niños disfrazados de granos de polen hasta el ovario (una gran cúpula hinchable) dentro del que entienden, participando en un juego, cómo se forma el fruto. (Figura nº 2)

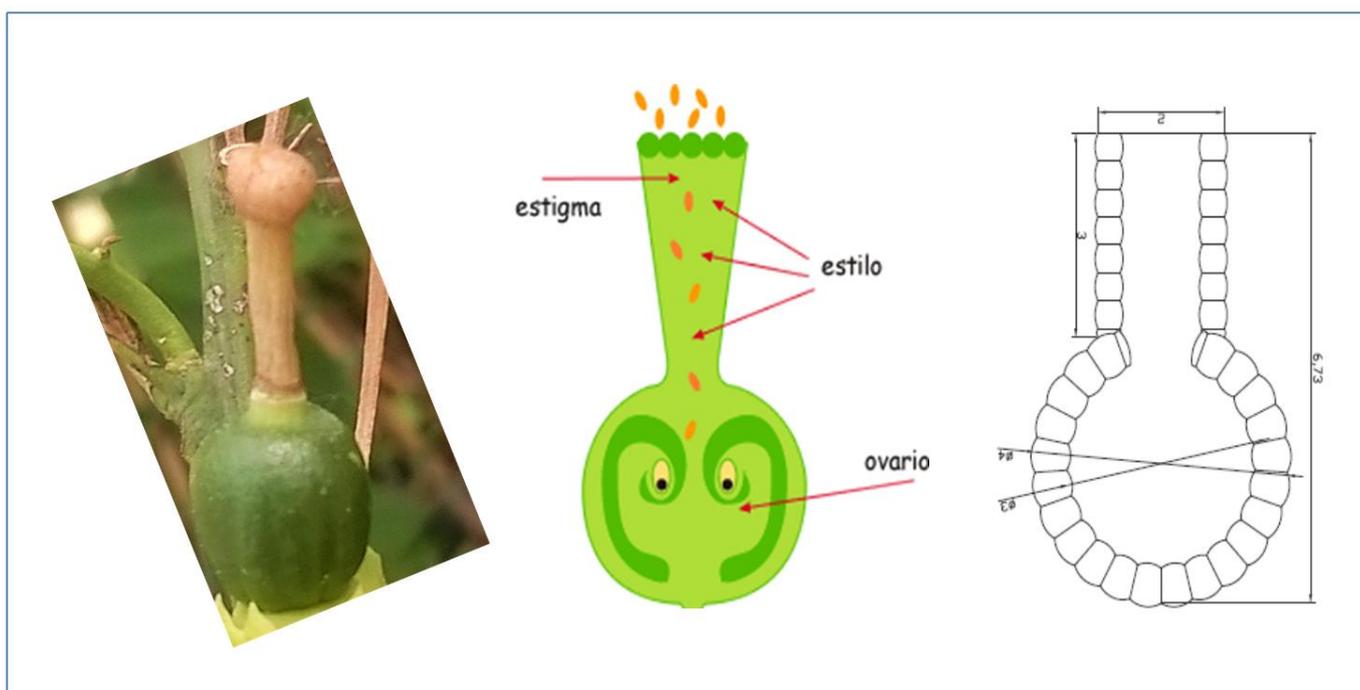


Figura nº 2. Pistilo de una flor, su esquema y croquis de la carpa hinchable

Previamente se les anima a participar en observaciones que muestran la existencia del "mundo microscópico". Como final de la actividad, se les propone "convertirse" en científicos pidiéndoles que expliquen lo que les ha parecido más interesante a cada uno. Pueden hacerlo por medio de dibujos o con textos, mostrando la diversidad de puntos de vista existentes dentro del grupo y aportando material creativo que enriquece la propia actividad.

Personal investigador, técnico, auxiliar y de mantenimiento de diversos status, profesorado, tutores, familiares acompañantes y hasta medios como la tv, intervienen de diversas formas en la actividad e interactúan junto con muestras biológicas vivas y preparaciones microscópicas en distintos medios.

En este trabajo se revisa en primer lugar el estado de la cuestión de la promoción de la cultura científica para público infantil centrándose en la ciencia de plantas y observando este aspecto en la Estación Experimental de Aula Dei, centro en el que se han realizado las prácticas. Posteriormente se detallan las tareas realizadas durante ese periodo describiendo la actividad de cultura científica objeto de análisis, en todas sus fases. Se añaden propuestas de mejoras o desarrollo para dicha actividad y por último, un estudio de la aportación del "Viaje al Interior de la Flor" a la promoción de la cultura científica en el ámbito de las ciencias vegetales.

Estado de la cuestión

La promoción de la cultura científica en público infantil.

Pese a que el interés por comunicar ciencia con público no experto surgió de forma temprana en los siglos XVI-XVII y evolucionó de forma considerable con la Ilustración en el XVIII, el siglo XIX marcó el punto de partida para la profesionalización de la figura científica y para la implicación de la población culta más pudiente en la divulgación de los nuevos conocimientos que las incipientes novedades tecnológicas permitían obtener (Massarani L. y de Castro Moreira I., 2004).

Museos, zoos, exposiciones, sociedades científicas y literatura de una precoz ciencia-ficción surgen de forma continua en las sociedades y principales ciudades de los países más desarrollados de la época, en general con la intención de mostrar de forma cronológica los objetos y avances más impactantes de la ciencia. (Laspra P, B., Díaz G, I. y García R, M., 2012).

Este interés en dar a conocer y en conocer, se centraba en el público adulto casi de forma absoluta. Aun sin prohibir su acceso a los distintos acontecimientos de divulgación y comunicación científica, los niños no constituían un público específico para la ciencia.

Sin embargo, fue en esta época en la que comenzaron a desarrollarse programas de educación popular que permitieron ampliar el número y tipo de personas que accedían a conocimientos científicos (más o menos básicos) incluso desde la infancia permitiendo que, entrado el siglo XX, la clase y cantidad de público interesado en la ciencia se ampliara considerablemente.

En la segunda mitad del siglo XX, el impulso tecnológico que fue impregnando la sociedad habituándola al uso cotidiano de productos tecnocientíficos, el despertar de la conciencia de los riesgos (Carson, R., 1962) y la movilización de la población, junto con el interés político y económico y la creciente mediatización de la ciencia, impulsan un nuevo enfoque social cuyo punto de partida puede considerarse la publicación de "*La estructura de las revoluciones científicas*" de T. S. Kuhn en 1962.

En Latinoamérica, una visión simultánea de la ciencia y tecnología como impulsoras del desarrollo social de la zona con independencia de la "tutela" patente de

países más desarrollados (Massarani L. y de Castro Moreira I., 2004) es defendida de forma activa por los autores de la conocida como "*Escuela latinoamericana de pensamiento en ciencia, tecnología y desarrollo*", principalmente con las obras más importantes de Amílcar Herrera, Jorge Sábato y Oscar Varsavsky (Vaccarezza, L. S., 1998; Oteiza, E., 1995; Vidal, C. A. M., 1997; Galafassi, G. P., 2004).

Estos nuevos enfoques van derribando las barreras levantadas en los años anteriores entre el estamento científico y el público en general, creándose un nuevo entorno para un "carácter social de la ciencia" en el que esta aparece totalmente imbricada dentro del esquema de la sociedad en la que participa (Polino, C., y Castelfranchi, Y., 2012).

Es en este nuevo entorno de desarrollo en el que se dan una serie de condiciones de contexto que van centrando e incrementando el interés en la promoción de la cultura científica para niños como público objetivo.

En la actualidad, dicho interés es muy evidente y motivado debido: al progreso de los conocimientos pedagógicos y de psicología del crecimiento, a la creciente implicación de los padres en la educación de sus hijos y a la necesidad de los profesores del material apropiado para desarrollar en las aulas conocimientos científicos. A esto se unen una forma de vida que prioriza de manera mucho más marcada el bienestar de los niños y su obtención de conocimientos, así como la ocupación de su tiempo libre de una manera "constructiva".

En los últimos 20 años, la identificación de esta inclinación hacia la búsqueda de actividades para niños de divulgación científica y ocio ha tenido su primer efecto en la creación de instalaciones de ocio infantil de carácter tecnocientífico con objetivos didácticos pero, también, de mercado. Es el caso, entre otros de "*La Cité de l'espace*" en Francia o parques como "*Selwo*" y "*Cabárceno*" en España. También sería el caso del "*Museo de Ciencia*" y el "*Acuario*" de "*La Ciudad de las Artes y Las Ciencias*" en Valencia o las "*Casas de la Ciencia*" de Coruña, Sevilla o Logroño, además de varios zoológicos clásicos ahora actualizados. Responden a este tipo también los centros promovidos por algunas entidades financieras que ofrecen como obra social exposiciones y centros didácticos de divulgación científica para niños, como "*Cosmo Caixa*" y "*Caixa Forum*", repartidos en las principales ciudades, por todo el país.

A ellos, valiéndose del éxito observado, se han sumado centros de carácter mixto que aprovechan las posibles sinergias entre la oferta de ocio, la de conocimiento y la

actividad científica financiada y divulgada con el apoyo de las propias instalaciones y de instituciones como el CSIC, gobiernos autónomos y universidades (Laspra P, B., Díaz G, I. y García R, M., 2012). Este sería el caso de "Dinópolis" en Teruel o del "MUJA" (Museo Jurásico de Asturias) en Lastres por ejemplo y de la mayoría de los jardines botánicos españoles.

Tanto la ciencia académica como, los centros y organismos de carácter reglado e institucional, comenzaron a ofrecer posibilidades de participación y divulgación de cultura científica para niños poco más tarde.

En la actualidad, centrados en un interés general social, estos organismos responden de forma importante al compromiso que tienen como instituciones públicas de investigación en el fomento de la cultura científica, ofrecen recursos y actividades cada vez más numerosas apoyados y motivados por la propia Constitución Española, por la legislación reciente (Ley de la Ciencia de 2011) e incluso en algunos casos, como en el del CSIC, por su propia definición institucional ya que éste ejercicio forma parte de las funciones recogidas en su Estatuto.

En este sentido, el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), ha mostrado claramente su interés por facilitar la transmisión de los trabajos generados a la sociedad en general y, a partir de la creación de la Vicepresidencia Adjunta de Cultura Científica, lleva tiempo desarrollando una notable actividad divulgativa y de generación de cultura científica apoyando institucionalmente las iniciativas de sus centros y personal científico. La consulta de su Web (www.csic.es) resulta ilustrativa en este sentido ya que desde el inicio, siempre en portada, se incide en la comunicación pública de los resultados obtenidos recientemente, utilizando una orientación narrativa que conecta con las necesidades sociales. Se ofrece también una agenda de actividades de divulgación, exposiciones, certámenes y convocatorias de colaboración y participación ciudadana en diversos estudios.

El CSIC promueve con frecuencia talleres y otras actividades de divulgación enfocadas específicamente hacia el público infantil y adolescente, son los casos del "Movilab" adaptado por tramos para público desde 6 años, el proyecto "Ciudad Ciencia", con especial atención a los más jóvenes, o "La Gymkhana de los mares y los océanos" para estudiantes de 4º de la ESO, entre muchos otros a lo largo del año.

En estos momentos, la tendencia respecto a la promoción de la cultura científica en público infantil sigue un enfoque que está yendo más allá. No sólo se aprovechan

acontecimientos generales de promoción de cultura científica para proponer talleres o actividades de corte científico-experimental diseñados específicamente para público infantil -un ejemplo ya bastante conocido en España son los talleres infantiles ofrecidos a lo largo de la "Semana de la Ciencia" en las principales ciudades del país- sino que, tras los múltiples estudios sobre vocaciones científicas que se han hecho en Europa recientemente (Informe Rocard UE 2007; Informe Rose UNESCO 2011), los organismos responsables se proponen seguir las recomendaciones que se han ido sucediendo para modificar la enseñanza reglada de la ciencia que parece ir apartando a los jóvenes de ella (CSIC 2011, *Primera Reunión de Coordinación de Cultura Científica del CSIC* <http://www.csic.es/reu-cc>; COSCE 2011: Couso D., Jiménez M. P., López-Ruiz J., Mans C., Rodríguez C., Rodríguez J. M., y Sanmartí N., 2011) y proponen un enfoque didáctico más activo también fuera de la escuela, impulsando y apoyando propuestas en este sentido que impliquen a niños y niñas de edades tempranas (primaria) en los que se está centrando un nuevo foco de atención (Informe Rose UNESCO 2011).

Cultura científica para público infantil centrada en el mundo vegetal

En todos los ámbitos comentados, y en general, las ofertas de actividades de cultura científica para niños asociadas al mundo de las plantas son minoritarias y están asociadas a los principales jardines botánicos del mundo aunque su implicación en la divulgación y fomento de la cultura científica es variable.

Por ejemplo *Kew Gardens* (<http://www.kew.org/>) (Reino Unido) ofrece desde experiencias de trabajo como horticultor para adolescentes de entre 14-16 años hasta experiencias "aventureras" por el parque para niños pequeños en las que, por medio de pistas, han de localizar determinadas plantas y/o dibujarlas. La oferta de actividades divulgativas y de participación es menor que para adultos y va variando a lo largo del año.

Otros, como el importante Jardín Botánico de *Kirstenbosch* en Ciudad del Cabo Sudáfrica (<http://www.sanbi.org/gardens/kirstenbosch>), no parecen conceder demasiada importancia a la divulgación científica infantil.

En España, un buen ejemplo es el Real Jardín Botánico (CSIC) en Madrid. En su web (<http://www.rjb.csic.es/>) proporciona de forma inmediata un enlace hacia "actividades para escolares" en el que se ofrecen talleres y visitas guiadas diseñadas

para público en edad escolar. De estas actividades en la actualidad 9 están pensadas para niños de 6-7 años (1º y 2º de primaria) otras nueve para niños de 8 a 12 años y otras diez para los alumnos más mayores de ESO y Bachillerato. Títulos como “*los misterios de la selva*”, “*cumple-anillos feliz*”, “*el bosque animado*” o “*pequeños exploradores*” -entre otros- prometen no solo un rato divertido y de aprendizaje sino, a través del juego, una implicación del niño fomentando la interacción con el mundo vegetal que permita la elaboración individual del conocimiento sobre las plantas.

Este mismo esquema de diseño para público infantil se sigue en otros jardines como el Jardín Botánico de Valencia (<http://www.jardibotanic.org/>), con talleres mensuales para niños de 3 a 12 años que también invitan a la implicación e interacción con las plantas como “*mánchate las manos de tierra*” o “*los usos de las plantas*” y además ofrecen recursos didácticos como cuadernos de trabajo o juegos interactivos.

El Jardín Botánico de Gijón es otro ejemplo. En su web (<https://botanico.gijon.es>) ofrece un enlace directo a la divulgación y educación y también, como los anteriores, propone actividades específicas para niños desde los 6 años como el programa “*Pasaporte a la Naturaleza*” o “*Vacaciones en el Botánico*”

Es de señalar que todos estos jardines botánicos tienen instalaciones y personal científico y de investigación que genera conocimiento *in situ* y que garantiza la perfecta conservación de las especies de la colección del jardín y el control sobre la veracidad y adecuación de la información que se transmite, así como la resolución de las cuestiones que puedan plantearse.

Al margen de los jardines botánicos, otras instituciones con especialización dentro de temas relacionados con el mundo vegetal, como diversos centros de investigación del CSIC y los propios de las comunidades autónomas y de las universidades, elaboran su propio material de divulgación para pequeños además de participar en programas generales de cultura científica. Habitualmente suelen ser de tipo genérico sin centrarse demasiado en la biología vegetal, aunque cada vez es más común la propuesta de actividades para niños y niñas relacionadas con las plantas. Ejemplos son el proyecto “*PLANTéatelo: la ciencia es divertida*” del Instituto de Biología Molecular y celular de Plantas (IBMCP) del CSIC o el programa “*Biodiversión*” del Instituto de Investigaciones Agrobiológicas de Galicia (IIAG) también del CSIC.

En este contexto, resulta de especial interés hacer referencia al “*Día Internacional de la Fascinación por las Plantas*” que se celebra bajo los auspicios de la Organización

Europea para la Ciencia de las Plantas (EPSO) (<http://www.epsoweb.org>) con la intención de mostrar a la sociedad la importancia de las plantas, su fabulosa diversidad y riqueza biológica y la dependencia crítica que tienen el resto de los seres vivos, incluyendo al ser humano, del mundo vegetal. De esta manera se pretende poner en valor la importancia de investigar y ampliar todo lo posible el conocimiento sobre los diversos campos botánicos. La EPSO es una organización académica independiente de ciencias vegetales, con sede principal en Bruselas, que cuenta con 72 miembros institucionales que a su vez agrupan más de 220 Institutos de investigación, departamentos y universidades de 30 países.

El CSIC y sus institutos relacionados con el mundo vegetal participan de forma activa desde hace 4 ediciones: *“el evento involucra a jardines botánicos y centros de investigación de los cinco continentes en actividades dirigidas al público general y los medios de comunicación relacionadas con la ciencia de las plantas, la agricultura, la conservación del medio-ambiente, la biodiversidad, la educación y las artes”* (www.csic.es)

Es dentro de este programa en el que se inscribe la actividad *“Viaje al interior de la Flor”*, objeto del presente trabajo. Este año 2015, han participado en la convocatoria 55 países con un total de 950 eventos o actividades que han implicado a miles de personas. El público participante es de todo tipo: adultos expertos y legos, preescolares, niños escolares, adolescentes y jóvenes. El espíritu de la propuesta es compartir conocimiento en multitud de campos relacionados con las plantas: botánica, ecología, fisiología, bio y nano tecnología, ingeniería genética o agricultura. Intervienen también con la misma importancia las actividades artísticas relacionadas con el mundo vegetal: ikebana, pintura, fotografía o paisajismo. La idea principal es conseguir un ambiente y participación pública que suponga un enriquecimiento para todos los actores participantes en cada uno de los eventos.

Este año 2015, el *“Día Internacional de la Fascinación por las Plantas”* se ha celebrado el 18 de mayo y España ha participado con 58 actividades desarrolladas por todo el país. Entre ellas, los niños han podido participar en 20 dedicadas a todo tipo de público aunque únicamente otras nueve han sido diseñadas y enfocadas específicamente para ellos. Entre estas últimas se encuentra *“Viaje al Interior de la Flor”*.

La Estación Experimental de Aula Dei-CSIC (Zaragoza). Actividades de promoción de la cultura científica

El centro en el que se han desarrollado las prácticas es un instituto de investigación del CSIC perteneciente al área de ciencias agrarias. Se encuentra incluido dentro del Campus de Aula Dei especializado en ciencias agrarias y medioambientales. En dicho campus se encuentran también el *Instituto Pirenaico de Ecología (IPE)* del CSIC; el *Instituto Agronómico Mediterráneo de Zaragoza/Centro de Altos Estudios Mediterráneos (IAMZ/CIHEAM)*; el *Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria (CITA)* de la Diputación General de Aragón (DGA) y el *Laboratorio Agroambiental y Centro de Semillas y Plantas de Vivero* de la misma DGA.

La Estación tiene 70 años de historia siempre dedicada a la investigación en ciencias agrarias y ambientales. Hace casi 10 años (2006), el CSIC y la Diputación General de Aragón crearon de forma conjunta el *Parque Científico-Tecnológico de Aula Dei (PCTAD)* que integra las diferentes instituciones y centros del campus.

En la Estación Experimental de Aula Dei, actualmente se integran cuatro departamentos cada uno de ellos con un variado número de grupos de trabajo:

Genética y Producción Vegetal

- Biología Computacional y Estructural
- Biología de la Embriogénesis Gamética y Aplicaciones
- Cultivo Celular y de Tejidos
- Genética y Desarrollo de Materiales Vegetales

Nutrición Vegetal

- Fisiología de Estrés Abiótico en Plantas
- Fijación de Nitrógeno y Estrés Oxidativo en Leguminosas
- Fotosíntesis: Genómica y Proteómica del Cloroplasto y su Respuesta al Estrés Abiótico
- Nutrición de Cultivos Frutales (Grupo mixto entre Nutrición Vegetal y Pomología)

Pomología

- Biología del Desarrollo y Material Vegetal en Frutales
- Mejora, Selección y Caracterización de Especies Leñosas

Suelo y Agua

- Erosión y Evaluación de Suelo y Agua
- Manejo del Suelo y Cambio Global
- Riegos, Agronomía y Medio Ambiente

El Departamento de *Pomología*, centra su actividad en las especies frutales de zonas templadas. Gestiona una superficie de 15 Has. en las que se efectúan los ensayos y se mantienen colecciones de germoplasma de especies como el cerezo, ciruelo, melocotonero y manzano, con más de 500 variedades distintas en total. La actividad investigadora del departamento se centra en la obtención de nuevas variedades, el cultivo *in vitro* de tejidos vegetales frutales y, en el caso del grupo de *biología floral*, en la comprensión del proceso reproductivo en las flores de plantas superiores, paso previo determinante para la obtención de fruta. En este sentido el impacto del trabajo desarrollado viene siendo importante económica y socialmente tanto para los fruticultores españoles como para la solución de graves problemas de producción frutícola en países latinoamericanos con la identificación de dificultades o inconvenientes reproductivos que permite salvar las cosechas.

La calidad científica del grupo está avalada por más de un centenar de publicaciones científicas en revistas de impacto, la participación en más de 40 proyectos financiados en convocatorias públicas nacionales e internacionales, contratos de I+D y consultorías con empresas y organismos de varios países, numerosas ponencias invitadas, contribuciones y comunicaciones a congresos en todo el mundo, acuerdos con centros de prestigio internacional y participación en organismos internacionales respecto al mundo vegetal además de más de una quincena de tesis doctorales y de máster.

Es dentro de este grupo de *Biología del Desarrollo y Material Vegetal en Frutales*, del Departamento de *Pomología*, donde se han efectuado las prácticas y donde desarrollan su actividad los científicos autores del "*Viaje al Interior de la Flor*".

El grupo lleva cinco años presentando esta actividad a la sociedad aragonesa dentro de las instalaciones centrales del CSIC en Aragón y ha sido invitado a presentarla en otros lugares como el Museo de Historia de Zaragoza o la Feria de la Ciencia en Baleares. Han mostrado también su interés centros como La Casa de las Ciencias de Sevilla el Jardín Botánico de Gijón o el Arboretum de la Universidad de Harvard.

Los miembros del grupo y el personal técnico y auxiliar asociado, han participado en sucesivas *Semanas de la Ciencia* como monitores. El personal científico ha ofrecido diversas charlas divulgativas sobre la biología reproductiva de las plantas superiores a estudiantes de secundaria de *Institutos Públicos de Educación Secundaria* de Zaragoza y a los reclusos y reclusas del *Recinto Penitenciario de Zuera* (Zaragoza). Algunos de los miembros científicos del grupo han participado con charlas divulgativas en el *Arboreto* de la *Universidad de Harvard* y la Dra. Herrero, jefa del grupo, ha ofrecido con frecuencia

charlas y conferencias divulgativas sobre la biología floral en entornos abiertos al público general como la más reciente en *Ibercaja ZENTRUM* en conmemoración del 75 aniversario del CSIC.

En el centro, son habituales las conferencias, seminarios y presentaciones dedicadas al personal científico y/o especializado y también resultan frecuentes actos de carácter más abierto, en los que se plantean temas monográficos relacionados con las actividades de la Estación. Desde cursillos especializados sobre cómo reducir los tratamientos fitosanitarios y su aplicación hasta técnicas de difusión multimedia de los hallazgos o novedades científicas o explicaciones sobre la más efectiva forma de producción audiovisual. También suelen desarrollarse exposiciones de carácter científico-divulgativo especializado utilizando posters y fotografías expuestas en el claustro del centro.

La biblioteca ofrece actividades propias con las que pretende promocionar el uso de sus fondos aprovechando para recoger alimentos para donar u ofreciendo un rincón de intercambio de libros de todos los tipos para todo el personal. Se reciben visitas de personas interesadas como grupos de estudiantes de Biotecnología o de Formación Profesional Agraria, viveristas y otro personal más o menos especializado, además de las vistas académicas e intercambios habituales en este tipo de centros.

En el *Día de la Fascinación por las Plantas*, el Centro participa, además de con "*El Viaje al Interior de la Flor*", programando diversos seminarios especializados y ofrece, para el público general interesado, una visita guiada por sus instalaciones y por el antiguo Arboreto que se conserva y cuida en la finca. En las fechas y actos de la *Semana de la Ciencia* suelen participar de una u otra manera, junto con la Universidad de Zaragoza, todos los departamentos del centro.

La Estación Experimental de Aula Dei cuenta con una Unidad de Cultura Científica para apoyar y dar respuesta al interés del Centro de "*realizar actividades de cultura científica para divulgar y acercar a la sociedad (comunidad científica, comunidad universitaria, comunidad escolar y público en general) los resultados que se generan en sus proyectos de investigación, en particular, y la actividad relacionada con las Ciencias Agrarias, en general. Así, la EEAD-CSIC fomenta la difusión de sus investigaciones, de una forma fluida y permanente, a través de publicaciones científicas, congresos, seminarios, cursos, talleres, exposiciones, Semana de la Ciencia, visitas guiadas y jornadas de puertas abiertas*" (<http://www.eead.csic.es> →"divulgación"). Todo esto es posible gracias al apoyo de personal de *Cultura Científica del CSIC* ubicado en la Delegación del CSIC

para Aragón. En general, todas las actividades de difusión de cultura científica del Centro están enfocadas hacia el público adulto, salvo el mencionado "*Viaje al Interior de la Flor*".

Respecto al Campus de Aula Dei en el que la Estación Experimental está incluida, varios de sus institutos, centros e instalaciones ofrecen actividades de difusión científica. El *Parque Científico-Tecnológico de Aula Dei* establece proyectos de colaboración con el sector empresarial, El *Instituto Agronómico Mediterráneo de Zaragoza / Centro de Altos Estudios Mediterráneos (IAMZ/CIHEAM)* es un centro docente de Posgrado, que ofrece formación especializada de carácter internacional por medio de títulos Máster y cursos y seminarios especializados monográficos. Por otra parte, en el Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón (CITA) del Gobierno Autónomo (Diputación General de Aragón. DGA) se programan actividades divulgativas enfocadas a los profesionales del sector. Recientemente, por ejemplo, se ha ofrecido el taller "*Las plantas con los cinco sentidos*" en el que se han mostrado y experimentado sensorialmente, las propiedades de diversas plantas. El público objetivo aquí también ha sido adulto aunque no necesariamente especializado.

El *Instituto Pirenaico de Ecología (IPE)-CSIC*, también diseña sus propias actividades de divulgación y cultura científica centradas en la flora pirenaica, como exposiciones de fotografía floral o cursos y excursiones de observación e identificación botánica de las especies propias del pirineo. Como en el caso anterior, todas estas actividades están centradas en público adulto. Sin embargo, para la conmemoración de la celebración del "*Día de la fascinación por las Plantas*" el IPE organiza un interesante taller para la creación de cultura y divulgación paleobotánica centrado en los niños y niñas de 7-8 años: "*En Busca del Polen Perdido*" que es muy apreciado por ellos.

En resumen, aunque es considerable la actividad de promoción de cultura científica y divulgación dentro del Campus de Aula Dei, la gran mayoría de las propuestas están diseñadas para público adulto más o menos especializado. En algunas de ellas los niños son bienvenidos, como en la visita guiada del Arboreto, pero no constituyen el público objetivo de la actividad.

Únicamente dos actividades están dedicadas, diseñadas y efectuadas pensando en el público infantil. Ambas se desarrollan por grupos pertenecientes a centros del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) y ambas se encuadran dentro de la celebración del mencionado "*Día Internacional de la Fascinación por Las Plantas*". Una de ellas es el taller "*En Busca del Polen Perdido*" del Instituto Pirenaico de Ecología y

la otra "*Viaje al Interior de La Flor*", de La Estación Experimental de Aula Dei, objeto de este estudio y especialmente valorado y calificado por su público: los niños y niñas de 7-8 años, además de por sus docentes y familiares.

“Viaje al Interior de la Flor”: memoria de prácticas

La actividad

El *Viaje al Interior de la Flor* se creó como una iniciativa para estimular el interés y curiosidad del público infantil por las plantas. La idea fue realizar y aprovechar un entorno de diversión amigable para ellos que permitiera fomentar la interacción y participación a partir del conocimiento que se les pretendía mostrar. En palabras de sus autores “Se trata de una actividad para niños de 7-8 años en la que convertidos en microscópicos granos de polen inician un viaje al interior de una flor y descubren como una flor se transforma en fruto” (J. Losada, L. Carrera, C. Julián, P. Hermosilla, M. Herrero)

La actividad está diseñada en tres fases consecutivas, unidas por un discurso narrativo, pero diferenciadas tanto en su localización como en las propuestas de acción: “el mundo microscópico”, “el viaje” y “ser científicos”

“El mundo microscópico”: Comienza la actividad.

Tras la llegada de los escolares se les invita a sentarse delante de una pantalla en la que se proyecta un corto vídeo, de unos pocos minutos grabado por personal científico, que de forma muy amena y con imágenes divertidas les va introduciendo en la idea de la existencia de un “interesante” mundo microscópico que no puede verse a simple vista y que sin embargo, tiene gran importancia para toda la vida en el planeta.

Terminado éste, se invita a los niños a mirar libremente por microscopios, lupas y otros visores infantiles el material preparado y a experimentar lo que acaban de escuchar y ver. Las lombrices, hormigas, gusanos o trocitos de flor, se convierten en objetos de gran interés. Se fomenta en los niños que comenten entre ellos, indaguen y pregunten todas las cuestiones que se les ocurran como interesantes (Figuras nº 3 y nº 4).

El personal científico, disfrazado con gorros especiales, es el encargado de ir conduciendo la actividad sin interferir demasiado y atento a la resolución de las dudas con un lenguaje adaptado, pero garantizando la corrección de la información transmitida. Las preguntas pueden versar sobre muchos campos y los niños muestran un gran entusiasmo. El personal docente y los familiares acompañantes están invitados a participar en la actividad.

Transcurrido un tiempo, se les vuelve a proponer mirar la pantalla en la que un segundo vídeo va explicando qué y cómo es una flor, cómo viaja cada grano de polen a lomos de una abeja y cómo llega al estigma de otra flor “viviendo una aventura” para polinizarla y formar un fruto. Se introducen conceptos como pistilo, estilo, estigma, ovario, grano de polen, tubo polínico, óvulo y célula huevo, explicando de forma sugestiva de qué forma puede llegar a fecundarse una flor y acabar formando un fruto.

Se muestran fotografías microscópicas de varios tejidos de la flor, entre ellos del estigma con sus papilas como una “zona de aterrizaje” para los granos de polen y de los tubos polínicos creciendo dentro del estilo teñidos con tintes fluorescentes que simulan ir iluminando el camino hasta llegar al ovario de la flor.

Tras ello, y aprovechando que la edad de los participantes permite un poco de “magia” se les da la oportunidad de convertirse en microscópicos granos de polen y poder viajar al interior de una flor. A cada uno se le proporciona una pequeña linterna frontal que iluminara su camino y se les coloca uno de los gorros diseñados con la forma del grano de polen que han visto en el vídeo anterior. Hay gorros de tres colores distintos como muestra de la diversidad posible en la naturaleza: rojos, amarillos y verdes.

Uniendo a todos en un grupo apretado junto con el personal científico y técnico que conducen la actividad, se sitúan justo debajo de una placa en el techo de la que se les advierte que va a surgir un “rayo” que los va a convertir en microscópicos. Con un juego de luces y sonidos se crea la ilusión y el efecto se consigue con una profunda voz grabada que les da la bienvenida al “mundo microscópico” (Figura nº 5). A partir de ese momento y con las luces apagadas, han de encender sus linternas frontales para iniciar “el viaje” .



Figura nº 3. "El mundo microscópico": observando



Figura nº 4. "El mundo microscópico": compartiendo



Figura nº 5. “El mundo microscópico”: Convirtiéndose en microscópicos granos de polen.

"El viaje": La aventura

Comienza llevando a los "viajeros" por un pasillo oscurecido hasta la entrada de una carpa hinchable que imita la forma de un enorme pistilo. Esta entrada es una puerta de lona plástica cubierta de globos verdes que simula el estigma y que los niños (y la mayoría de los docentes que les acompañan) atraviesan agachados para entrar en un túnel (3 metros) que simula el estilo y su tejido transmisor con el uso de rulos de corcho y trozos de lana que cuelgan del techo. Han de atravesarlo a gatas orientándose con sus linternas, imitando tubos polínicos, hasta llegar a la gran cúpula central: el ovario de la flor (Figura nº 6).

En el ovario/cúpula, una pequeña piscina circular, de material resistente pero blando, les espera llena de bolas simulando ser el óvulo con sus células huevo: bolas de los tres distintos colores de los que son los gorros que ellos llevan (rojo, amarillo y verde), mezcladas con una gran mayoría de bolas blancas.

Durante todo el proceso, personal científico y técnico va narrando lo que sucede, lo que están haciendo y explicando por donde van pasando a la vez que se controla el bienestar de los "aventureros".

En todo caso, suele ser al llegar a la cúpula central cuando se produce la calma suficiente para centrar su atención. En ese momento se les pide que se sienten tras la piscina de bolas y se proyecta, sobre una pantalla en la pared interna de la cúpula, otro vídeo en el que se les explica cómo se fecunda una flor y se les propone encontrar una bola/célula-huevo dentro de la piscina del mismo color que el gorro que llevan puesto (ya que cada uno de ellos "es" un grano de polen) en el tiempo en el que dura una canción que empieza a sonar.

El tumulto y las risas son considerables hasta que van saliendo uno a uno por una abertura trasera realizada en la cúpula y, tras desprenderse del gorro y la linterna "volviendo a recuperar su tamaño normal", les espera una cesta con manzanas y cambian la bola que han obtenido por una manzana del mismo color: roja, verde o amarilla (Figura nº 7).



Figura nº 6. "El viaje": Entrando en la flor.



Figura nº 7. "El viaje": La flor se convierte en fruto

“Ser científico”: Pensando cómo

La tercera y última propuesta incluida en la actividad y con la que se cierra el discurso narrativo que se pretende mostrar.

Tras salir con su manzana del salón en el que está instalada la carpa hinchable-pistilo, se conduce al grupo a una sala de reuniones con una amplia mesa y sillas delante de las cuales están colocados folios blancos y lápices de colores.

Antes de entrar se les da la oportunidad de “ser científicos”. Para ello, se les pone una “bata de científico” y se les dice que, como les pasa a los científicos, han tenido la suerte de ver lo que muy pocos humanos han podido ver, pero – como los científicos - tienen la responsabilidad de contar a los otros humanos lo que han visto.

Mirando una misma cosa, cada uno se fija en algo y es muy importante que cada uno cuente lo que le ha llegado, que es único y exclusivo. Es lo mismo que les pasa a los científicos y poniendo junto lo que cada uno ve se puede entender entre todos como son las cosas. Se les pide que dibujen o cuenten lo que más les ha gustado, o lo que quieren contar a los demás, de todas las experiencias que han vivido dentro de la actividad.

Se interviene lo justo para animarles a contar sus opiniones y sensaciones pero no se les dirige en ningún sentido dejando que cambien impresiones entre ellos libremente. Mientras van mordiendo su manzana, dibujan o escriben, algunos en silencio y otros intercambiando ideas.

Un miembro del equipo científico que interviene en la actividad, observa los resultados preguntando y paseando entre ellos mientras va desarrollando en voz alta la “historia” de lo que han hecho, visto y entendido, agrupando los dibujos según la fase de la actividad que reflejan.

Hay niños que se centran en los microscopios y hormigas, otros cuentan su paso por el pistilo deteniéndose en los aspectos que les han interesado más, hay algunos que dibujan casi todo el proceso y otros, sin embargo se fijan especialmente en algún detalle muy concreto. La variedad es muy alta e interesante de observar y en algunos es sorprendente el nivel de interiorización y comprensión desarrollada.

Con todos ellos, intentando asegurarse de no olvidar ninguno, se consigue ir reconstruyendo la actividad desde varios puntos de vista tratando de mostrarles que la ciencia se va desarrollando con la participación de muchos científicos y que todas las

visiones y opiniones individuales son importantes y pueden aportar algo al conocimiento (Figura nº 8).

Se responden sus preguntas y se escuchan los comentarios que desarrollan entre ellos intentando incluirlos en el resumen común. Se tiene cuidado en evitar especialmente estímulos de competencia, incidiendo en la idea de la cooperación en ciencia y el respeto por las "opiniones-resultados" de los otros "científicos-niños", idea que puede ampliarse a su vida social general.

Los dibujos y textos (Figuras nº 9 y 10) se recogen para escanearlos y devolverlos posteriormente al colegio con la idea de cada escolar pueda mostrarlos en casa.

Como final, se les acompaña a la salida obsequiándolos con un bolígrafo y caramelos con logo del CSIC y la "apreciada" bata de científico que pocos de ellos quieren quitarse, saliendo disfrazados a la calle para volver a sus colegios tras una habitual foto de grupo de todos los participantes.

Como en otras ediciones, también en esta, todos los participantes de todos los grupos, terminaron la actividad satisfechos y claramente contentos, se habían divertido y aprendido y en muchos casos preguntaban si podían repetir.

El profesorado y familiares acompañantes, en todos los casos, alabaron la actividad con aspecto muy complacido, celebrando la iniciativa también por su utilidad como medio para la trasmisión de conocimientos del área de naturales según la programación para el aula.



Figura nº 8. "Ser científico"

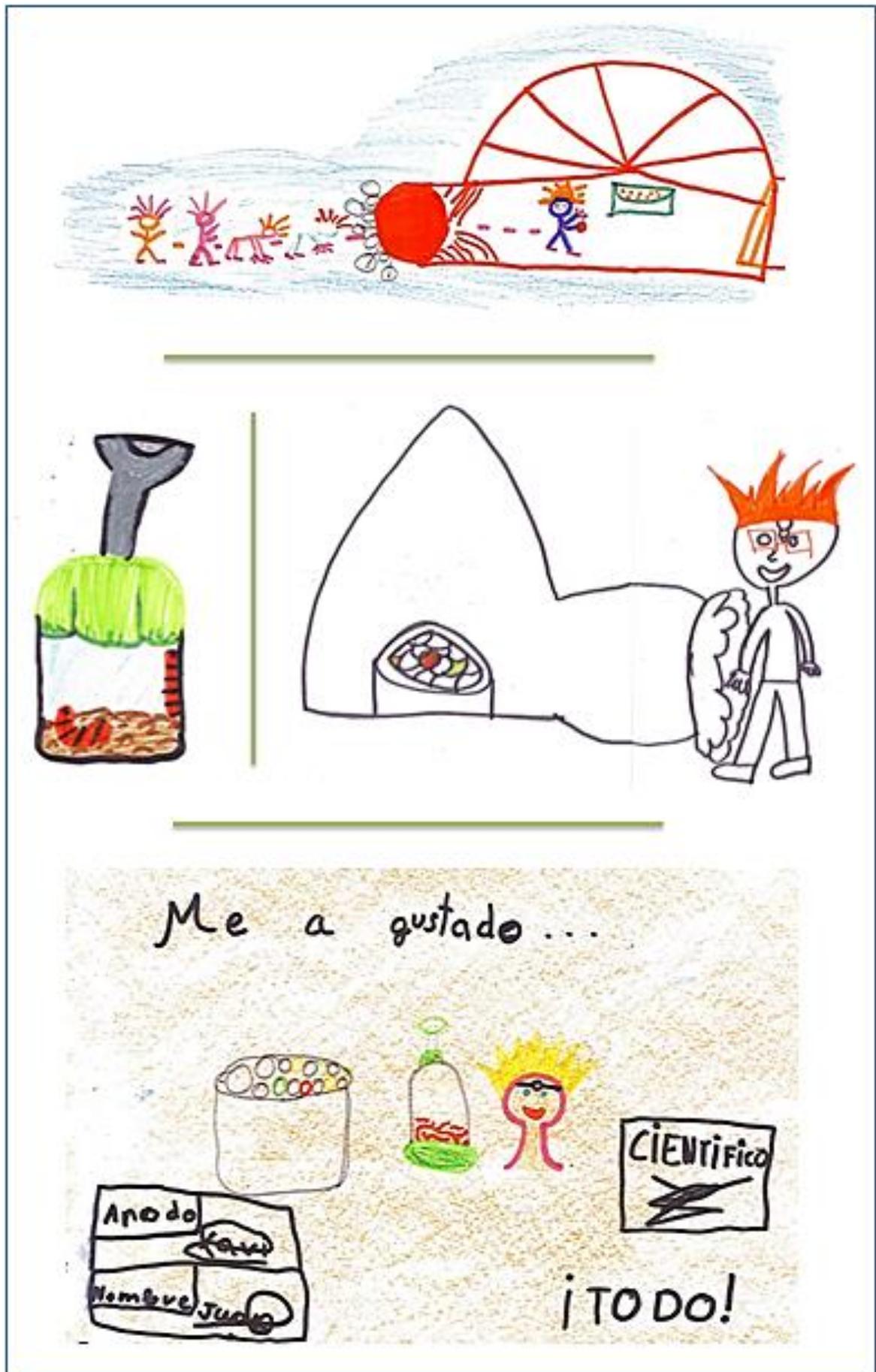


Figura nº 9. Selección de dibujos y textos de 3º de primaria (8 años)

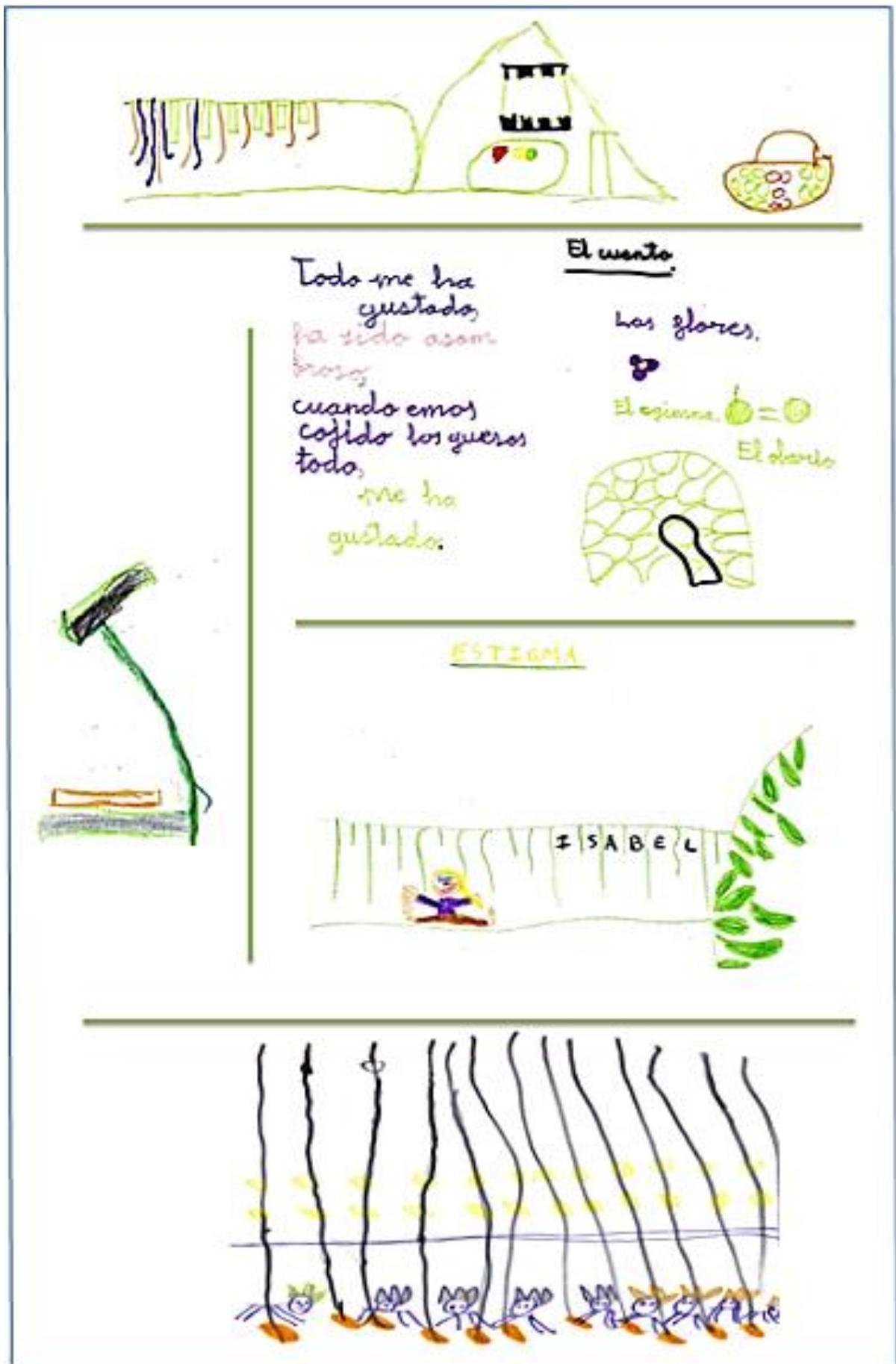


Figura nº 10. Selección de dibujos y textos de 2º de primaria (7 años)

Detalle de los trabajos de prácticas: logística de la actividad

En los días en los que estuvo instalado el “Viaje al Interior de la Flor” se recibieron 160 escolares de 7 a 8 años, de aulas de 2º y 3º de primaria de cuatro colegios, divididos en grupos de 12 a 15 niños.

Preparación

La actividad se realizó durante la semana del 18 al 22 de mayo del presente año en el contexto del “Día Internacional de la Fascinación por las Plantas”. La semana anterior y posterior se dedicaron a conocer y preparar su funcionamiento, a las actividades que pueden clasificarse de “logística” montaje y desmontaje y de recogida de la información generada.

En reuniones del grupo se decidió la organización para poner en marcha la actividad. Aunque se repartieron trabajos y se dividieron las tareas a efectuar entre los miembros del grupo, la colaboración y flexibilidad en el apoyo de unos a otros fue continua, no solo por optimizar el tiempo empleado sino por la búsqueda de las soluciones más efectivas según los criterios y experiencia de cada uno en ediciones anteriores con un notable ambiente de colaboración entre los miembros del grupo. En esta edición hemos intervenido de forma continua cinco personas (María Herrero, Erica Fadón, Jorge Lora, Reyes López y Marta Gascón), el apoyo organizativo y logístico de Patricia Hermosilla de *Cultura Científica del CSIC* en Aragón y ayudas espontáneas frecuentes del personal técnico de la Delegación del CSIC en Aragón, lugar en el que se desarrolla la actividad.

Antes de efectuar trabajos efectivos se pusieron en común las opiniones y anotaciones que se tenían de años anteriores sobre las diversas fases de la actividad con el fin de evitar, en la medida de lo posible los pequeños problemas o imprevistos que pudieran surgir durante su desarrollo ya que tiene un ritmo bastante considerable.

Se revisó el material almacenado, anotando las necesidades de renovación para sustitución, repasando el equipo y los componentes informáticos, vídeos y demás elementos multimedia, así como microscopios y lupas infantiles, gorros, linternas frontales y material de dibujo.

Se planeó el diseño de material de regalo para los niños una vez terminada la actividad, cómo desarrollarlo y la compra del material necesario.

Se mandaron comunicaciones a la prensa y televisión local y se determinaron los colegios, de carácter público, que iban a visitar "la Flor", todos ellos con grupos de 2º y 3º de primaria únicamente.

Los elementos de la instalación se guardan tras cada edición en un almacén del campus en contenedores de madera con ruedas que garantizan su conservación pero que son voluminosos y pesados por lo que es necesario también, organizar su transporte al lugar en la que se va a desarrollar la actividad que en este caso es la Delegación del CSIC en Aragón, en Zaragoza. Hay que considerar que el Campus de Aula Dei se encuentra situado a 13 km de la ciudad (Fig. nº 11).

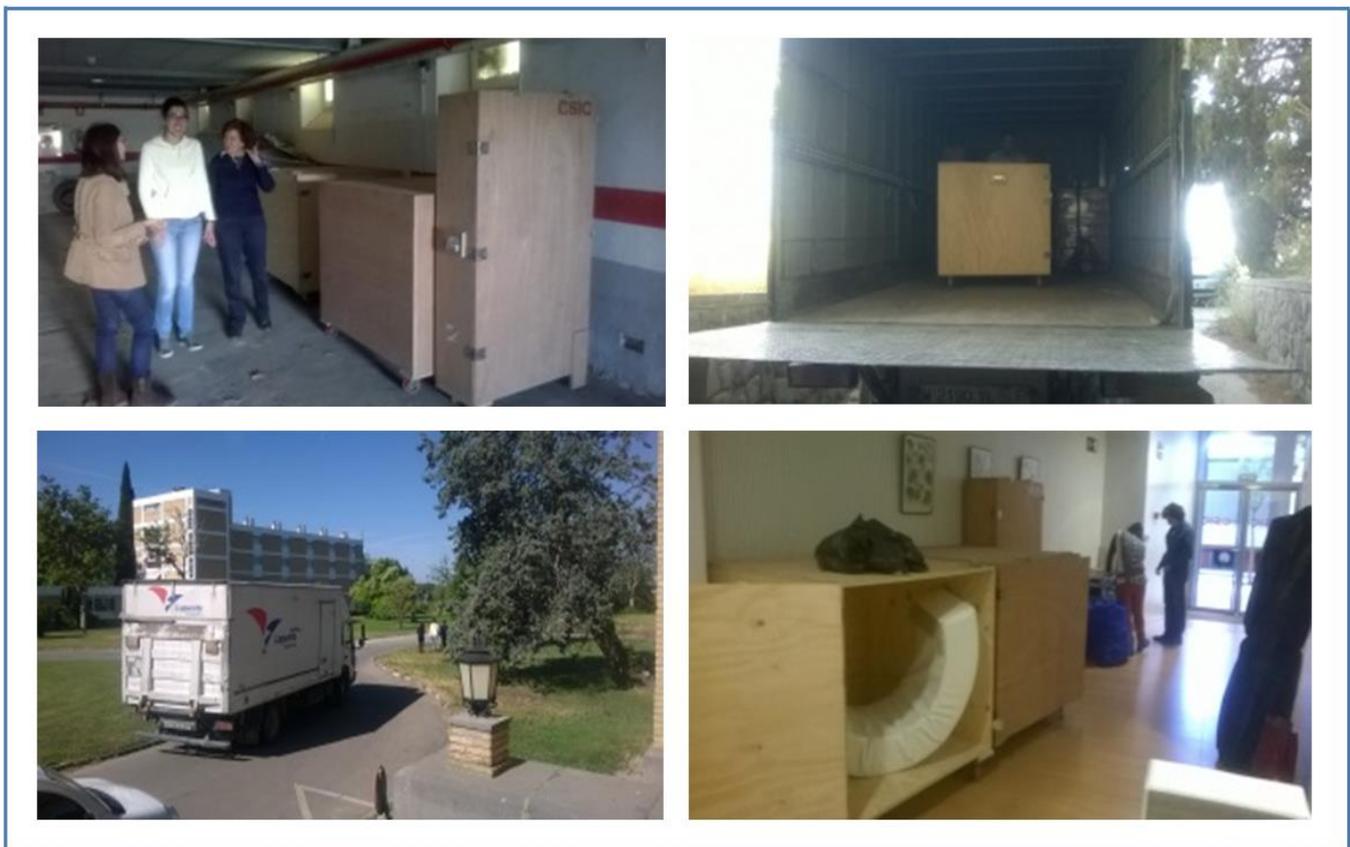


Figura nº 11. Transporte del material para la Instalación desde el almacén

Entre las actuaciones preparatorias se encontraron la compra de material como bolsas especiales para preparar "batas científicas" para los niños, globos e hincha globos para simular las papilas del estigma de la gran flor, especímenes vivos para microscopía como gusanos, lombrices, hormigas y plantas en flor. Manzanas de distintos colores o

telas para proyección de vídeos y para cubrir parte de la instalación en sus distintas fases, entre otras cosas.

Una vez transportado y descargado el material, se extendió y conectó la gran carpa hinchable que simula un pistilo, en un salón de actos de techo alto del que previamente se habían retirado todos los asientos de forma que la boca de la carpa quedó enfocada hacia la entrada principal del salón de doble puerta. Se comprobó su perfecto estado y se comenzó la instalación de sus componentes: la piscina de bolas a semejanza del óvulo vegetal y sus diferentes células huevo, la pantalla para la proyección del vídeo final del juego. Así como los rulos de natación suspendidos, a modo de células del tejido transmisor del estilo y las lanas colgantes simulando la sustancia intercelular. También se inflaron y colocaron en la entrada los globos que semejan las papilas estigmáticas de la enorme flor (Figuras nº 12, nº 13 y nº 14). Esta parte de la instalación fue cerrada con dos "puertas" de tela que evitan su visión a los niños cuando llegan al centro.



Figura nº 12. Montando la carpa, la piscina de bolas y la entrada/estigma

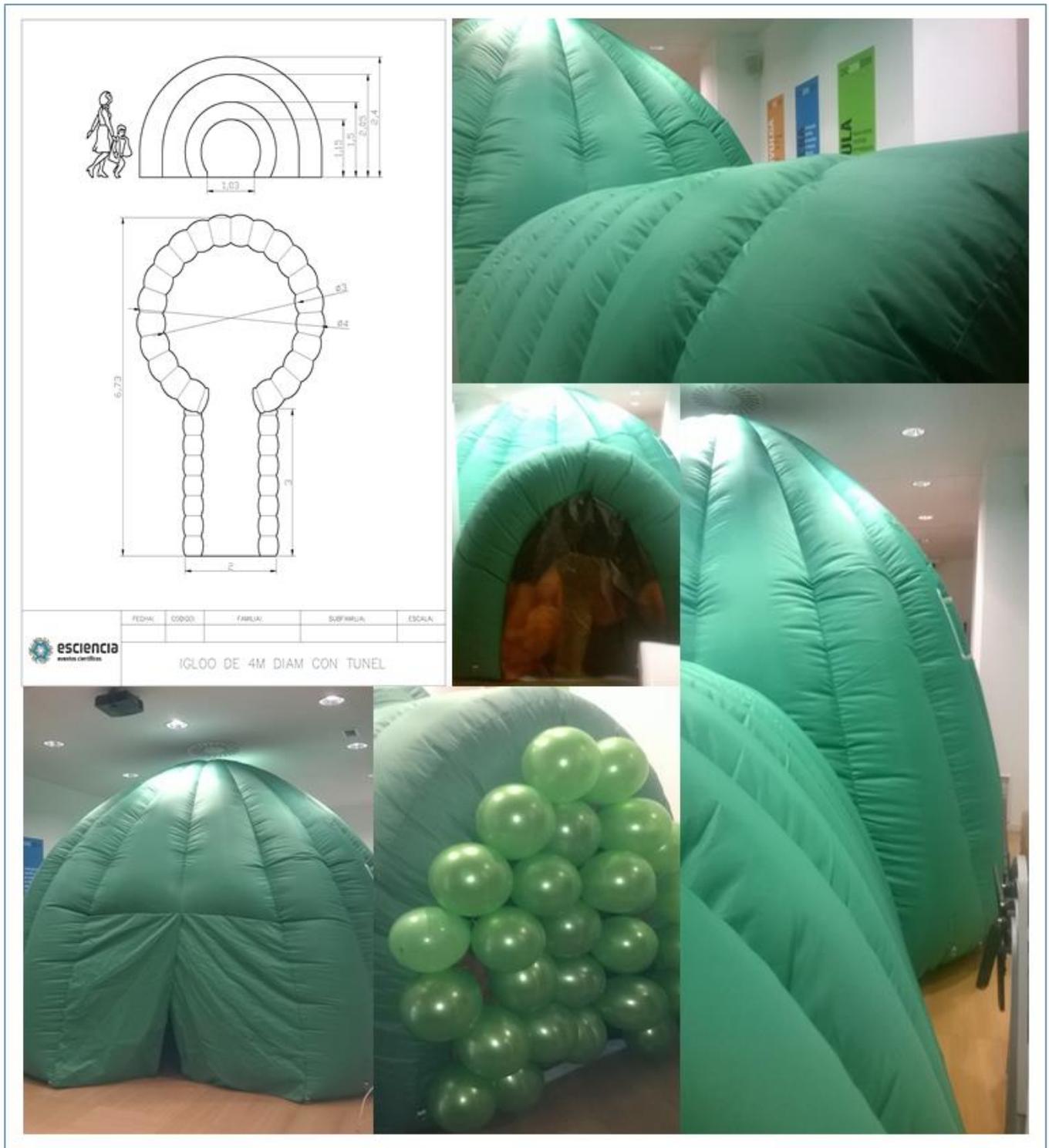


Figura nº 13. Imágenes de la carpa/pistilo ya instalada y croquis.



Figura nº 14. Interior de la carpa/pistilo

En otro lugar aparte, una zona abierta de distribución en el centro, se instalaron dos bancadas o mesas corridas cubiertas con tela, una frente a otra, sobre las que se situaron los microscopios y lupas infantiles, material como pinzas y placas preparadas para recibir los especímenes vivos; también se colocaron diversas plantas en flor. Junto a ello se colocaron dos pósteres con fotografías microscópicas y de flores y frutos que señalan los dos "caminos" de interés didáctico: "de macro a micro" y de "flor a fruto". Sobre una de esas mesas se situó una pantalla conectada a un portátil para la emisión de los vídeos que van contando la historia e introduciendo al niño en el viaje al interior de la flor. Se comprobó su correcto funcionamiento y se graduaron el volumen y la

iluminación. Debajo de esas bancadas se colocaron las linternas frontales infantiles y los gorros de colores diseñados para simular granos de polen (Figuras nº 15 y nº 16).

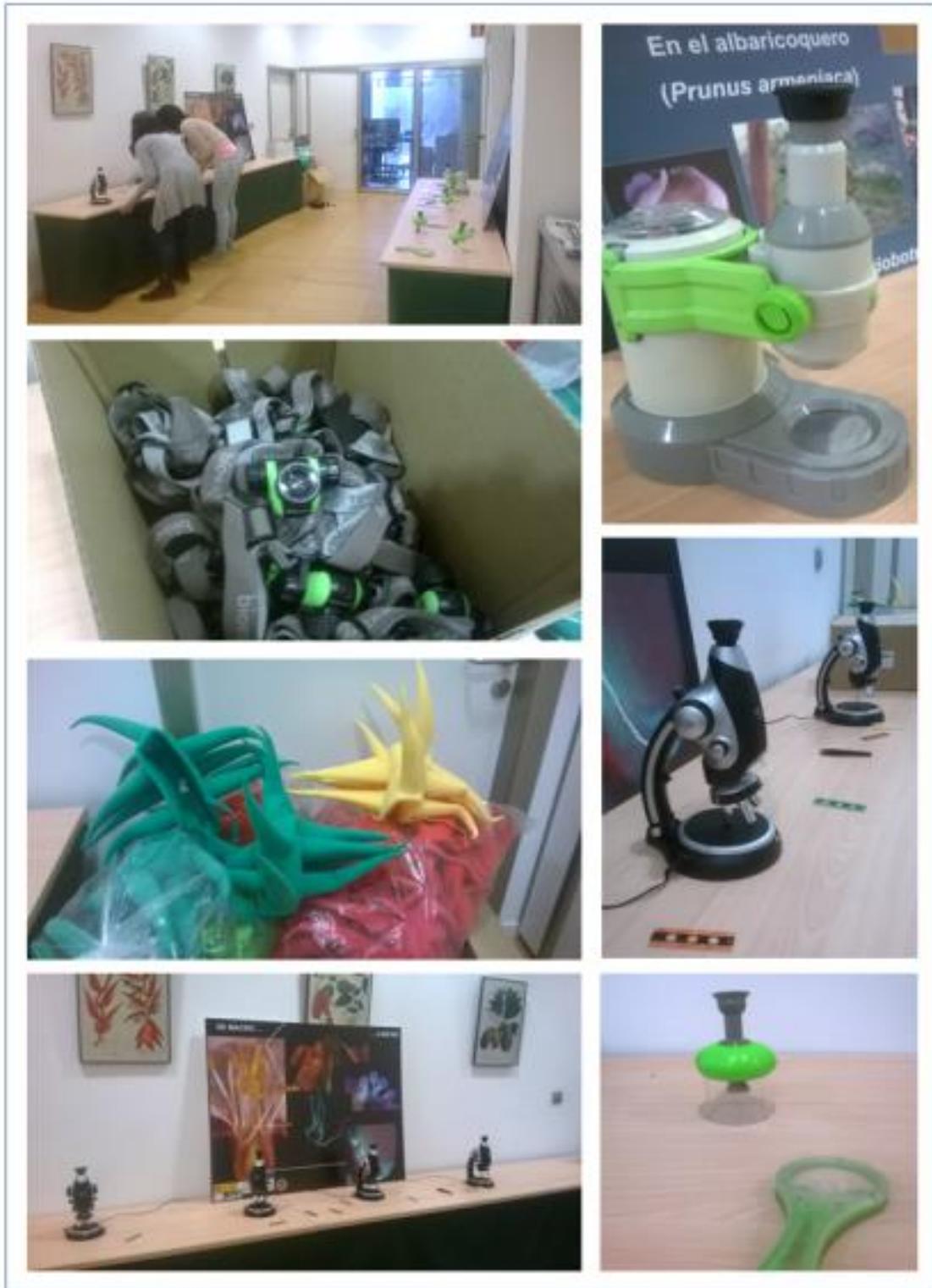


Figura nº 15. El "mundo microscópico": Montando las bancadas



Figura nº 16. El “mundo microscópico”: Bancadas ya preparadas

Por fin, en una sala de reuniones se preparó la última fase de la actividad repartiendo folios, lápices y rotuladores en una gran mesa y elaborando las “batas de científico” que iban a utilizar los niños y que también iban a recibir como recuerdo final de la experiencia . Según un patrón común se recortaron más de 200 bolsas blancas de plástico resistente a las que se les adhirieron etiquetas impresas con el logo del FECYT-CSIC y de la Estación Experimental de Aula Dei (Figura nº 17).

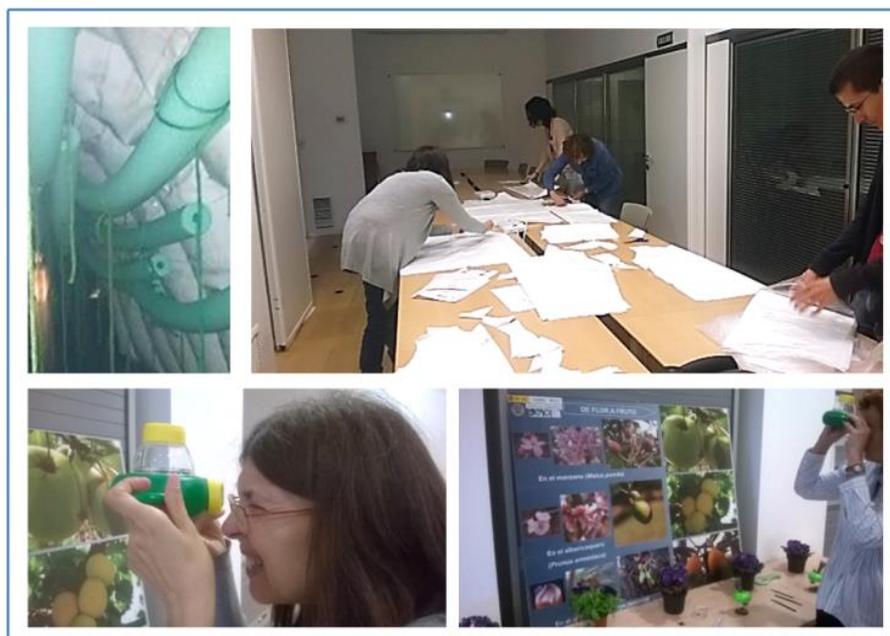


Figura nº 17. Preparación de la 3ª fase y comprobaciones de material

Desarrollo de la actividad

Respecto a los trabajos concretos realizados durante el desarrollo de la actividad, la ocupación y atención fueron prácticamente continuos para todos los componentes del grupo y el personal que interviene en ella ya que el ritmo es siempre dinámico y continuo.

Al llegar, se conducía a los niños a la primera fase ayudándoles a acomodarse y dejar abrigos y mochilas. Durante la exposición había que controlar también luces y sonido del resto del local y ayudar en el manejo de microscopios y lupas así como en la preparación de portas y disección de flores para su observación con visores y lupas. Si el colegio tenía autorización, se iba fotografiando la actividad aunque la rapidez no permitía fotografías preparadas con esmero.

El proceso de colocación de los gorros y linternas precisaba también de intervención, solucionando "inconvenientes" sin importancia de adaptación a distintos tamaños, tocados y peinados (algunos de ellos importantes a esa edad) o de colores de gorro preferidos y de aprendizaje del sencillo uso de las linternas frontales.

Durante su "viaje" también se intervenía dirigiendo a los niños y controlando las luces y el acceso a otras partes de las oficinas del CSIC. Una vez dentro del pistilo/carpa y tras llegar al ovario, en el exterior se esperaba la salida del primer niño para, encendiendo las luces, comenzar a cambiar manzanas por bolas y asegurarse de la entrega de gorros y linternas con el cuidado adecuado para que el proceso transcurriera con cierta calma y orden.

En la sala de reuniones era preciso ayudar en la colocación de las batas, dar indicaciones del lugar en el que sentarse, así como estar pendientes de los lápices, rotuladores y papel necesarios. Era necesario asegurarse de la recogida de todos los dibujos marcando el grupo y colegio para su posterior identificación. En la despedida se les ofrecían de nuevo abrigos y mochilas y se les obsequiaba con un bolígrafo científico y caramelos con el logo del CSIC.

Durante toda la actividad se intervenía con ellos, con sus comentarios o dudas y se prestaba atención a otras necesidades como ir al baño o "tener un poquito de miedo", que se resolvían sin ningún inconveniente. Niños y niñas salían muy emocionados y divertidos preguntando con frecuencia si podían repetir.

Con ocasión de la visita de las cámaras y reporteros de la televisión regional "Aragón TV", se intervino intentando facilitar que la situación permitiera la grabación de imágenes para el reportaje y la entrevista a la Dra. Herrero que se emitió esa misma tarde en el programa "Aragón en abierto", pese al ritmo continuo de la actividad.

Tras la partida de cada grupo, era preciso repasar el montaje de varios componentes como la piscina de bolas o los rulos y lanas del túnel-estilo. También era necesario recoger gorros y linternas y volver a situarlos en la instalación de la primera fase de la actividad, así como ordenar manzanas, volver a situar batas, lápices y folios y colocar especímenes nuevos en la zona de microscopio, ordenando y limpiando los restos dejados.

También se eliminaban objetos con desperfectos (lápices, papeles, alguna linterna o gorro etc.). Se revisaban y sustituían los globos verdes del estigma y se clausuraba de nuevo el acceso con el par de puertas de tela. Tras la revisión de la instalación se recibía a un nuevo grupo. Normalmente se acogían cuatro grupos por día.

Fin de la actividad y desmontaje

El proceso de deshinchado de la carpa precisa varias horas. Tras revisarla y sacar de ella la piscina de bolas, las bolas, el material informático, pantalla, rulos de corcho, lanas etc. se desconectó y se dejó un tiempo para asegurar la evacuación del aire completamente.

Al recoger y almacenar todo el material, se revisaron posibles desperfectos y se eliminaron los residuos de los especímenes vivos que habían sido observados en la fase del "mundo microscópico".

Gracias a los embalajes adecuados, bolas, gorros, linternas, microscopios y lupas, rulos de corcho, pantallas, batas, póster etc. fueron colocados dentro de los contenedores de madera que mantienen la instalación almacenada. Se desmontó la piscina de bolas y también se instaló dentro del contenedor como las cestas para frutas, telas, etc.

Tras comprobar el estado de la carpa se procedió a su plegado (Figura nº 18) con la intervención de 4-5 personas hasta que se embolsó y situó dentro de su contenedor. Posteriormente se colocaron otra vez los sillones del salón de actos que había sido sede

para la carpa y se desmontaron las mesas de microscopios así como pantallas y equipos informáticos con la idea de devolver el lugar a su estado original.

La misma compañía de transporte que efectuó el traslado de la instalación desde el almacén del Campus de Aula Dei, recogió el material y lo trasladó de nuevo al mismo lugar en el cual está previsto que permanezca almacenado hasta la próxima edición.

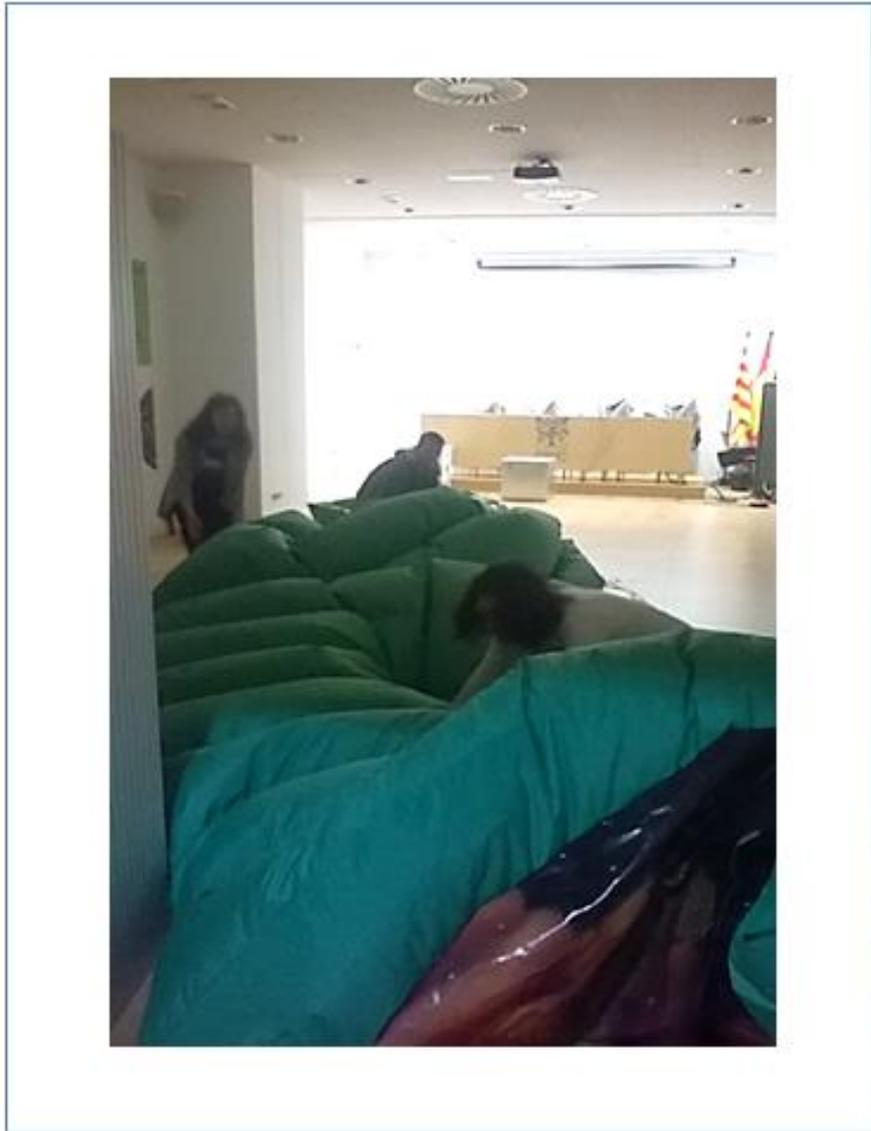


Figura nº 18. Desmontando la carpa tras el final de la actividad

Propuestas de mejora

Al tratarse de una actividad ya desarrollada en anteriores ediciones, con la participación de los componentes del grupo que han ido interviniendo en los sucesivos años, se han ido previendo una serie de mejoras y posibilidades que den mayor estabilidad en el tiempo a la actividad y que permitan una mayor difusión y/o su puesta en marcha en diferentes lugares de forma más económica y sencilla, además de detalles que optimicen su función.

En este apartado se proponen mejoras respecto a la evaluación y difusión de la actividad junto con algunas de las comentadas en el párrafo anterior, originales del grupo responsable en su conjunto.

Evaluación:

En la actualidad no hay previsto ningún método o estrategia evaluativa de la actividad, ni de su éxito inmediato (muy evidente) ni del derivado de su capacidad de creación de cultura científica en el ámbito de las ciencias de biología vegetal para niños. Aunque el profesorado sí que comenta ampliamente el aprendizaje e interés conseguido por sus alumnos, no existe un proyecto para la evaluación de esos resultados.

Dado que dicha evaluación constituye una forma muy adecuada de medir la calidad de la actividad y el cumplimiento de los objetivos de promoción de cultura científica de biología vegetal centrada en público infantil, resultaría interesante que se incorpore, además como determinante del compromiso de la institución que la acoge.

Aunque una evaluación exhaustiva suele ser costosa y ajena a la organización, podría ser interesante plantear un diseño estimativo de forma que pudiera obtenerse información contrastable entre las ediciones sucesivas.

Para definir los indicadores a evaluar se podría utilizar información recogida tanto en una única edición como la conocida en ediciones anteriores, como el número de niños y niñas que han participado, los recursos empleados o el diseño de algún sistema de medición del conocimiento adquirido que no tuviera carácter competitivo o supusiera una valoración de los alumnos.

Los indicadores cualitativos podrían centrarse en los dibujos y textos y en las impresiones de los distintos grupos de participantes, no sólo las de los niños sino también las del personal investigador y técnico, madres y padres, o profesorado.

Las reacciones positivas espontáneas de los participantes, al final de la actividad, también podrían emplearse como indicadores cualitativos, incluyendo las explicaciones directas que, comentando sobre lo aprendido, son frecuentemente observadas antes de la despedida y que podrían grabarse de forma sencilla aunque la intensidad de la actividad obligaría a simplificar el proceso.

Con ello y de acuerdo a técnicas cualitativas, la diversidad de actores y su interrelación, permitiría un estudio que considere las fortalezas y debilidades de la actividad respecto a cada uno de los tipos-actores intervinientes.

También, estudiado de forma independiente como un único caso y con este tipo de técnicas, podría derivarse información-conocimiento que permita identificar fenómenos en los que incidir, o a evitar, de acuerdo al objetivo último de generar cultura científica. La estimación de la elevada capacidad del caso estudio como trasmisor de cultura científica y no sólo como motivo de juego divulgativo, precisa una observación y valoración de este tipo.

Así, sería interesante la recogida de impresiones y encuestas de acuerdo a los indicadores definidos que de forma sencilla ayudaran a poner en evidencia las relaciones entre los actores participantes y su implicación, priorizando la interacción sobre el significado aunque manteniendo este en un término riguroso que permitiera mostrar la eficacia de la actividad como promotora de cultura científica para niños.

La idea final sería obtener una "narrativa" o conclusiones y un posible anejo con propuestas concretas de optimización del caso de acuerdo a los resultados obtenidos en su estudio.

En resumen, las técnicas de recolección de datos serían observaciones de acuerdo a los indicadores fijados (encuestas tanto cuantitativas como -principalmente- cualitativas), grabaciones y los dibujos y textos producidos por los niños al final de la actividad.

En relación a esto último, los dibujos abren un campo de estudio que podría incluir la evaluación de acuerdo a diversos especialistas en valoraciones del dibujo infantil respecto a la ciencia (Villarroel, J. D., 2015).

Por otra parte, se ha observado una excelente disposición en el profesorado y responsables de los colegios que permite prever su colaboración en encuestas, cuestionarios y recogida de impresiones que pudieran determinar los resultados de generación de cultura científica en sus alumnos tras la visita a la actividad.

Difusión:

El objetivo de transmitir conocimiento riguroso de forma activa y cooperativa, pero también de generar curiosidad y proximidad hacia la ciencia, favoreciendo una visión cercana y amigable de la actividad científica que ayude a eliminar las barreras que la alejan de las personas más jóvenes (Informe Rocard-UE, 2007), es el motivo último y principal de la actividad que condiciona todo su planteamiento y por lo tanto también el de su difusión.

En la actualidad, se ofrece la participación en la actividad a colegios de carácter público de Zaragoza según un criterio de cercanía al personal del CSIC o de poblaciones próximas a la ciudad y a la Estación Experimental de Aula Dei con los que la institución tiene una relación de afinidad o contacto.

Las limitaciones en el tiempo y personal disponible para ofrecer la actividad, condicionan mucho su difusión ya que es muy intensa, ocupa mucho espacio y precisa de varias personas preparadas a tiempo completo más ayudas temporales de voluntarios de las oficinas del CSIC en Aragón. Mientras se mantengan estos condicionantes, una estrategia de comunicación y difusión de la actividad deberá estar determinada por ellos.

La actividad precisa de personal formado, no tanto por la cantidad de información a transmitir como por la calidad adecuada de lo explicado o de las continuas aclaraciones a las variadas dudas que se plantean y en las que intervienen muchos campos de la biología. Es preciso, además, utilizar un lenguaje correcto científicamente pero cercano y amigable.

Sin embargo, en las condiciones actuales sí que se podría diseñar un plan que pusiera en valor la actividad dándola a conocer a ella y a sus resultados.

Podría diseñarse un logo característico de la actividad que fuera impreso en los objetos utilizados, en obsequios y en los dibujos junto con los de las instituciones implicadas.

Dicho logo identificaría la actividad también al difundirla a través de la web del CSIC en su enlace de Cultura Científica, la propia web de la Estación Experimental de Aula Dei o la específica del "*Día Internacional de la Fascinación por las Plantas*" o en cualquier acontecimiento promotor de cultura científica en el que fuera desarrollada.

Otra posibilidad de difusión sería la elaboración de un vídeo profesional que la resumiera y que pudiera visitarse desde enlaces en las webs antes mencionadas incluyendo comentarios de los participantes y entrevistas.

Del mismo modo, se podrían diseñar materiales didácticos interactivos o de descarga que apoyaran la preparación y el conocimiento de la actividad.

En la actualidad, en cada edición, la cadena de televisión regional "*Aragón TV*" y algunas emisoras de radio locales, la incluyen en su programación la fecha concreta en la que se celebra el mencionado "*Día Internacional de la Fascinación por las Plantas*".

Mejoras en la Instalación:

- Se podría mejorar la gran carpa/pistilo añadiendo unos pétalos plegables que en forma de gigante diadema, utilizando tubos flexibles, pudiera incidir en la forma de una flor. Esta ampliación debería hacerse en ocasiones en los que la Instalación se montara en un espacio exterior.

El problema planteado aquí es que debería también montarse una carpa en la que desarrollar la fase "el mundo microscópico" y que conectara de forma cerrada con la entrada en "el pistilo" gigante ya que la visión de la flor por los niños, antes de "convertirse en microscópicos", disminuiría la parte de ilusión que les permite "creerlo". Obviamente estas modificaciones tendrían un coste que sería necesario sufragar.

La instalación actual de la actividad cuida mucho los juegos de encendido y apagado de luz que ayudan a crear una atmósfera "interesante".

La posibilidad debe estudiarse teniendo en cuenta esas características que incrementan mucho el interés de los niños.

- Para guardar todo el equipo de la instalación se utilizan unos contenedores de madera herméticos que permiten su perfecta conservación de una a otra edición. Sin embargo, son muy pesados y voluminosos y condicionan el transporte del material.

Las ideas de diseñar y conseguir unos embalajes más ligeros, como bolsas y cajas de material plástico más manejable, podrían posibilitar el traslado de la instalación de forma mucho más cómoda y, por lo tanto, harían factible un mayor provecho de la actividad, incluso facilitando montajes puntuales de corta duración. También en este caso sería necesaria la financiación adecuada.

- La actividad podría adaptarse de acuerdo a los frutos típicos de las zonas que pueda visitar con una previsión de pequeñas modificaciones.

- Se prevé la elaboración de un nuevo vídeo que reúna científicos (con sus batas y sentados en la misma sala de reuniones en la que se sientan los niños en la última fase de la actividad) en el que comenten entre ellos cómo colaboran e intercambian opiniones sobre un mismo hecho observado. Es el mismo discurso que se transmite a los niños, de forma oral, cuando se sientan al inicio de la fase "ser científico", pero grabado, para poder independizar la actividad (aunque la atención por el personal científico seguirá siendo necesaria).

- En general, se podría preparar un pequeño documental o material didáctico previo que facilitara a los maestros una guía para preparar la visita antes de que los niños participen en la actividad. También se podría ofrecer un resumen de la conclusión final de lo observado-escrito-dibujado por todo el grupo como síntesis de lo que han "investigado" al "ser científicos". En este sentido también se podría pedir información a los docentes sobre sus necesidades didácticas previas en el aula para preparar la visita a la actividad.

Contribución a la promoción de la Cultura Científica, en el ámbito de las ciencias de las plantas, para público infantil

Los niños

Desde hace años, distintos estudios inciden en la necesidad de orientar la docencia de las materias científicas desde puntos de vista renovados, dando valor a enfoques alternativos que insistan en el papel activo de los escolares como aplicación de lo aprendido (Campanario J. M. y Moya A., 1999), analizando el material curricular clásico usado por los profesores y maestros y evaluando nuevos diseños que ofrezcan conocimiento científico a los alumnos fuera del contexto escolar y que faciliten nuevas formas de transmisión de conocimiento a los maestros (Davis E. A., 2006; Braund M. y Reiss M., 2006; Simon S., Naylor S., Keogh B., Maloney J. y Downing B., 2008).

En Europa, La UE en 2007 publicaba un estudio, el Informe Rocard, en el que analizaba dos iniciativas europeas ("POLLEN" dedicada a alumnos de primaria y "Sinus-Transfer para secundaria) que adaptaban técnicas de investigación y favorecían una implicación activa de los alumnos modificando la estructura docente tradicional para las ciencias. Justificaba el estudio y las recomendaciones finales: *"En los últimos años, muchos han venido señalando un descenso alarmante en el interés de los jóvenes por los estudios de ciencias y matemáticas. A pesar de los numerosos proyectos y acciones llevados a cabo para revertir esta tendencia, los signos de mejora todavía son modestos"* (http://ec.europa.eu/research/science-society/document_library/pdf_06/report-rocard-on-science-education_en.pdf). Entre sus conclusiones subrayan la idea de que las dos iniciativas estudiadas *"promueven un cambio en el enfoque pedagógico usado para enseñar ciencias"* cambio que recomiendan a todas las instituciones responsables de la enseñanza de las ciencias de la Unión Europea y que se basa en: acciones para promover la adopción de nuevas técnicas de enseñanza, acciones para ayudar a los docentes a presentar la ciencia de una manera más interesante y relevante y, por último, acciones para estimular el aprendizaje basado en "la investigación" entre los alumnos jóvenes (Garriga M. L., Langreo V. S., Martínez A. M. M., Moreno G. F., Ochoa C. L., y Ribas N. C., 2009).

Varias organizaciones como la Confederación de Sociedades Científicas de España (COSCE) (Couso D., Jiménez M. P., López-Ruiz J., Mans C., Rodríguez C., Rodríguez

J. M., y Sanmartí N., 2011) y el propio CSIC en 2011, en la *Primera Reunión de Coordinación de Cultura Científica del CSIC* (<http://www.csic.es/reu-cc>) requieren promover una mayor colaboración entre los ámbitos científico y educativo de forma que se favorezca el cambio en la enseñanza de las ciencias que revierta la tendencia actual.

En el mismo año, el *Informe Rose de la UNESCO "de Seguimiento de la Educación para Todos en el Mundo"* advertía de la necesidad de promover las posibles vocaciones científicas con anterioridad a los 12 años.

<http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/HQ/ED/pdf/gmr-rose-bio-vision-es.pdf>

La actividad estudiada, supone una propuesta en este sentido que está pensada para un público muy específico de 7 y 8 años, y que se ajusta a las características del currículo español de la asignatura de ciencias de la naturaleza para esas edades ("conocimiento del medio"), de forma que su desarrollo en el aula les haya dado ya la oportunidad de conocer los rasgos distintivos generales del reino vegetal y animal e incluso de las plantas con flor.

La oferta supone un enfoque alternativo de refuerzo e implicación para los niños que, jugando, viviendo una aventura e interactuando entre ellos y con el medio, hacen suya la experiencia. La edad elegida facilita también una cierta credulidad que hace factible el juego de convertirse en granos de polen microscópicos y en científicos.

Esta idea de favorecer que cada niño "metabolice" de forma personal el conocimiento adquirido, conecta con una forma más social –y actual- de entender la ciencia (Varelas M., Pappas C.C., Kane J. M., Arsenault A., Hankes J. y Cowan B. M., 2007).

Por otra parte, la visión presente que tienen los niños y adolescentes sobre la ciencia y los científicos está influida también por la visión transmitida por los medios, especialmente las televisiones generalistas que, de forma habitual, parecen difundir una imagen de la ciencia percibida como más cotidiana y colectiva que como misteriosa y ajena, alejándose cada vez más del concepto de actividad elitista y separada de las décadas anteriores (Long M. y Steinke J., 1996; Nisbet M. C., Scheufele D. A., Shanahan J., Moy P., Brossard D. y Lewenstein B. V., 2002).

La oferta hecha en la actividad de poder usar –en muchos casos por primera vez- material científico como microscopios y lupas, de actuar como científicos y de crear un entorno en el que se facilitan las preguntas y comentarios entre todos los participantes, incide en esta idea más cotidiana y amigable de la ciencia, la hace más cercana y

estimula el interés de los niños. El uso en el desarrollo de la actividad de material informático y videos que les son tan habituales, también ayuda a crear un ambiente socialmente amable pero estimulante.

Además, la emisión en la televisión regional de imágenes en las que se ven a sí mismos como científicos incide en la transmisión de una idea de la ciencia como una actividad más cercana y propia en la que puede ser factible interesarse.

Los científicos

La implicación de los científicos en la divulgación y transmisión de conocimiento y en conseguir una mayor valoración y comprensión de su actividad por el resto de la sociedad se ha incrementado también de forma considerable y ha sido objeto de análisis. Diversos estudios relacionan este fenómeno de crecimiento más con las motivaciones citadas anteriormente -u otras como el mantenimiento del control sobre los contenidos expuestos, las experiencias positivas de otros colegas y el deseo contribuir al desarrollo de la cultura científica- que con el clásico reconocimiento profesional utilizado como medida del valor de su actividad científica (Martín-Sempere M. J., Garzón-García B. y Rey-Rocha J., 2008; Poliakoff E. y Webb T. L., 2007).

Los científicos participantes en la actividad responderían a la anterior descripción. La Instalación fue una idea grupal al amparo de la Dra. Herrero en la que todos los miembros participaron e influyeron en su origen (2010) y en las sucesivas ediciones. Pese a que, como en todo grupo científico, ha habido bastante movimiento del personal científico, la actividad siempre se plantea como iniciativa del grupo, en el que todos los presentes tienen su sitio y opinión siendo, en este sentido, también un motivo de transmisión de información. Los autores o participantes que actualmente están ejerciendo su actividad en otros centros de España o de otros países, tienen como referencia esta experiencia de divulgación y transmisión de conocimientos a los niños que ha elevado su interés personal y profesional en la promoción de la cultura científica para niños.

Por otra parte, todo el personal científico participante en la actividad tiene formación superior biológica o agronómica por lo que suponen una aportación al incremento de la tasa de participación en la divulgación científica de los científicos biólogos anunciada como demasiado baja recientemente (Varner J., 2014).

Las fases de la actividad

Para el estudio de la contribución a la promoción de cultura científica vegetal en niños de la actividad concreta, se valoran las tres fases de la actividad por separado.

“El mundo microscópico”

En esta fase primera, se introducen conceptos propios del conocimiento científico pero, sobre todo, se procura la implicación e interacción de los niños, dentro de su entorno más cercano y utilizando su sistema propio de relaciones con los otros. A partir de ahí, se involucran e indagan buscando respuestas a las preguntas que ellos mismos se plantean o que plantea otro niño cercano conocido.

Esta forma de transmisión de conocimientos, a partir del juego y de la oferta de material sobre el que explorar y razonar, ha sido estudiada en niños de otras edades y entornos culturales con resultados efectivos (Varelas M., Pappas C.C., Kane J. M., Arsenault A., Hanks J. y Cowan B. M., 2007; Simon S., Naylor S., Keogh B., Maloney J. y Downing B., 2008). En esta actividad se les conduce por este método al conocimiento de las partes reproductivas de la flor “desde el mundo macroscópico al microscópico” y “desde la flor al fruto” y se aprovecha su capacidad de juego para inducirles a participar como granos de polen en la formación de un fruto.

“El Viaje”

Esta fase central está enfocada en la aventura como medio para involucrar a los niños participantes en la obtención del conocimiento propuesto en la actividad. Se utiliza un medio especialmente asociado con la diversión en los niños de esta edad como son “los hinchables” y se les propone ser protagonistas de un acontecimiento microscópico de la naturaleza como es la formación del fruto.

El uso de talleres o juguetes y juegos para la transmisión de conocimiento científico en niños, está documentado como efectivo por diversos autores (Campanario J. M. y Moya A., 1999; Pedretti E. G., 2004; Varelas M., Pappas C.C., Kane J. M., Arsenault A., Hanks J. y Cowan B. M., 2007; Simon S., Naylor S., Keogh B., Maloney J. y Downing B., 2008).

En el caso estudiado, el juego consiste en una aventura desarrollada dentro de una instalación diseñada para acogerlo y que con la simulación de un escenario natural

permite que el niño se asocie con su función de grano de polen y se interese por su misión de llegar a participar en la formación de un fruto.

El uso de instalaciones para la divulgación científica centrada en niños ha sido objeto de estudios que defienden su idoneidad como transmisores de conocimientos en distintos ámbitos debido a la interacción entre la idea de juego y aprendizaje (Pedretti E. G., 2004; Braund M. y Reiss M., 2006). Las propuestas incluyen la promoción de asociaciones o fundaciones estables entre centros escolares convencionales e instituciones de educación científica informal, como acuarios o jardines botánicos y que parecen responder a expectativas positivas sobre su resultado (Kisiel J. F., 2014).

En el caso a estudio, no existe una relación formal entre los colegios visitantes y la Instalación pero el conocimiento del entorno social en el que se desarrolla, la implicación de padres y maestros de los niños y la adecuación de la actividad al currículo de esa edad en ciencias de la naturaleza, favorece una transmisión de los conocimientos conjunta y consistente.

“Ser científico”

Una idea más cercana de la ciencia incluye también una consideración más próxima de la actividad de los científicos. Es necesaria su colaboración para explicar su propio entorno social de trabajo y la relación entre personas expertas que permite que se desarrolle, alejando así la visión exclusiva y elitista de la actividad científica (Labinger J. A., 1995).

La enseñanza de las disciplinas científicas ha sido objeto de múltiples análisis. Se han desarrollado muchas estrategias docentes desde la clásica de transmisión de conocimientos, hasta las más actuales por cambio conceptual o por investigación, pero en todas ellas se incide en la necesidad de que los alumnos tomen un papel activo en el aprendizaje, elaborando los conocimientos más que memorizándolos, buscando y encontrando su utilidad (Campanario J. M. y Moya A., 1999).

Esta última fase de la actividad estudiada, propone pensar en cómo ser científico. Pretende explicar la actividad científica como colaborativa y acumulativa, induciendo el respeto a las reflexiones de todos los científicos que observan un hecho.

La idea es remarcar los procesos de razonamiento y elaboración colectiva en los que consiste la ciencia con independencia de los contenidos, aunque manteniendo el interés y calidad de éstos.

La creación de un discurso narrativo conjunto, con la unión de las aportaciones de todos los niños del grupo en forma de dibujos o textos, permite consolidar esa idea y contrastarla con la realidad que ellos están experimentando. De esta manera se favorece la transmisión de un concepto sobre la actividad científica que se acerca a la forma social de actuar en otros campos y que promueve un enfoque cooperativo en el aprendizaje y actividad de los niños

La idea de promover el diálogo y la interacción, dándole más importancia que al diseño de estrategias sobre el mensaje en sí mismo, ha sido defendida como una técnica acertada para la comunicación científica en el ámbito de la biología (Varner J., 2014).

Esta última parte, "ser científico", facilita óptimas condiciones para promover cultura científica entendida no como un cúmulo de conocimientos sino como procesos colectivos de razonamiento y relación en un entorno social concreto.

En esta actividad, la elaboración de textos y, sobre todo, de dibujos libres, incrementa la posibilidad de interpretar el mensaje recibido de forma individual, no siendo tan importante la cantidad de lo que se ha captado como la participación en un conocimiento conjunto común.

La interpretación y valoración de esos dibujos (Villarreal J. D., 2015) abre además una puerta para la evaluación global de la actividad "Viaje al Interior de una Flor" como promotora de cultura científica para niños en el ámbito de la biología vegetal.

Conclusiones

Las características generales que definen la actividad estudiada inciden en aspectos de especial interés para la promoción de cultura científica.

Los niños en los que se centra tienen un intervalo de edad muy apropiado para iniciar un acercamiento a la ciencia a partir de sus propias experiencias, lo que favorece el conocimiento de las pautas del trabajo científico de una forma natural. Ofrece conocimientos de calidad con un sistema que permite que cada niño los interiorice de la forma más adecuada para él.

Cuidando el contenido, prima la interrelación y el respeto por el propio sistema social del niño sin establecer competencias, favoreciendo el aprendizaje cooperativo y los procesos de razonamiento colectivos propios de la actividad científica.

El "Viaje al Interior de la Flor" utiliza estrategias que acercan la idea al niño haciéndola atractiva. Se usa el juego, la participación y la idea de descubrimiento y aventura, además de emplear una instalación hinchable que los niños asocian con un espacio de ocio. La manzana que les explica la utilidad de lo visto y vivido, les resulta tan interesante como apetitosa.

La tercera fase de la actividad, "ser científicos", les permite intervenir y entender cómo funciona la ciencia de forma colectiva y da valor a lo que cada uno piensa y al propio hecho de pensar y razonar, produciendo, como resultado añadido, expresiones de los protagonistas (dibujos y textos) susceptibles de ser valoradas.

Por otra parte, el ámbito de la biología vegetal en el que se efectúa el taller, es uno de los más deficitarios en este tipo de actividades. En este caso, la actividad se ha diseñado para la implicación de alumnos, profesores, familiares y científicos; estos últimos biólogos o agrónomos, especialidades también deficitarias en prácticas de promoción de cultura científica, lo que ofrece un valor añadido a su desarrollo.

Todo ello, junto con las observaciones e impresiones recogidas entre los protagonistas, permite estimar que el "Viaje al Interior de la Flor" es un valioso promotor de cultura científica para niños de 7 - 8 años de edad y dentro del ámbito de las ciencias sobre plantas.

BIBLIOGRAFÍA

Braund, M., & Reiss, M. (2006). Towards a more authentic science curriculum: The contribution of out-of-school learning. *International Journal of Science Education*, 28(12), 1373-1388.

Campanario, J. M., & Moya, A. (1999). ¿Cómo enseñar ciencias?. In *Enseñanza de las Ciencias* (Vol. 17, pp. 179-192).

Carson, R. (1962), *Primavera silenciosa*. Barcelona: Crítica, 2001

Couso, D., Jiménez, M. P., López-Ruiz, J., Mans, C., Rodríguez, C., Rodríguez, J. M., & Sanmartí, N. (2011). *Informe ENCIENDE: Enseñanza de las Ciencias en la Didáctica escolar para edades tempranas en España*.

Davis, E. A. (2006). Preservice elementary teachers' critique of instructional materials for science. *Science Education*, 90(2), 348-375.

Galafassi, G. P. (2004). A propósito de ¿Ciencia, política y científicismo? de Oscar Varsavsky. *Theomai: estudios sobre sociedad, naturaleza y desarrollo*, (9), 11.

Garriga Mercader, L., Langreo Valverde, S., Martínez Aznar, M. M., Moreno González, F., Ochoa Cañigüeral, L., & Ribas Níñez, C. (2009). *Educación científica" Ahora": el informe Rocard*. Ministerio de Educación.

Kisiel, J. F. (2014). Clarifying the complexities of school–museum interactions: Perspectives from two communities. *Journal of Research in Science Teaching*, 51(3), 342-367.

Kuhn, T. S. (1962/1970), *La estructura de las revoluciones científicas*. México: FCE, 2000.

Labinger, J. A. (1995). Science as culture: A view from the Petri dish. *Social Studies of Science*, 25(2), 285-306.

Laspra Pérez, B., Díaz García, I. y García Rodríguez, M. (2012). Los museos de ciencia y tecnología desde el pensamiento híbrido: educación, comunicación y acción. En M.I. González García y J.A. López Cerezo (eds.), *Fronteras de la ciencia. Hibridaciones*. Madrid: Biblioteca Nueva.

- Long, M., & Steinke, J. (1996). The thrill of everyday science: images of science and scientists on children's educational science programmes in the United States. *Public Understanding of Science*, 5(2), 101-119.
- Martín-Sempere, M. J., Garzón-García, B., & Rey-Rocha, J. (2008). Scientists' motivation to communicate science and technology to the public: surveying participants at the Madrid Science Fair. *Public Understanding of Science*, 17(3), 349-367.
- Massarani, L., & de Castro Moreira, I. (2004). Divulgación de la ciencia: perspectivas históricas y dilemas permanentes. *Quark: Ciencia, medicina, comunicación y cultura*, (32), 30-35.
- Nisbet, M. C., Scheufele, D. A., Shanahan, J., Moy, P., Brossard, D., & Lewenstein, B. V. (2002). Knowledge, reservations, or promise? A media effects model for public perceptions of science and technology. *Communication Research*, 29(5), 584-608.
- Oteiza, E. (1995). In memoriam-Amílcar Herrera. *Redes*, 2(5), 137-140.
- Pedretti, E. G. (2004). Perspectives on learning through research on critical issues- based science center exhibitions. *Science Education*, 88(S1), S34-S47.
- Polino, C., & Castelfranchi, Y. (2012). The 'Communicative Turn' in Contemporary Technoscience: Latin American Approaches and Global Tendencies. In *Science Communication in the World* (pp. 3-17). Springer Netherlands
- Simon, S., Naylor, S., Keogh, B., Maloney, J., & Downing, B. (2008). Puppets promoting engagement and talk in science. *International Journal of Science Education*, 30(9), 1229-1248.
- Vaccarezza, L. S. (1998). Ciencia, tecnología y sociedad: el estado de la cuestión en América Latina. *Revista Iberoamericana de educación*, (18), 13-40.
- Van Dijck, J. (2003). After the "Two Cultures" toward a "(multi) cultural" practice of science communication. *Science Communication*, 25(2), 177-190.
- Varelas, M., Pappas, C. C., Kane, J. M., Arsenault, A., Hankes, J., & Cowan, B. M. (2007). Urban primary-grade children think and talk science: Curricular and instructional practices that nurture participation and argumentation. *Science Education*, 92(1), 65-95.
- Varner, J. (2014). Scientific Outreach: Toward Effective Public Engagement with Biological Science. *BioScience*, 64(4), 333-340.

Vidal, C. A. M. (1997). Sobre el documento " Bases para un régimen de tecnología". *Redes*, 4(10) , 139-150.

Villarroel, J. D. (2015). Young Children's Drawings of Plant Life: A Study Concerning the Use of Colours and Its Relationship with Age. *Journal of Biological Education*, (ahead-of-print), 1-13.

Poliakoff, E., & Webb, T. L. (2007). What factors predict scientists' intentions to participate in public engagement of science activities?. *Science communication*, 29(2), 242-263.