

## A avaliación en actividades de educación ambiental baseadas na indagación

### *The evaluation of inquiry-based science education activities*

*Alicia Fernández Rodríguez. Real Jardín Juan Carlos I. Universidade de Alcalá (España)*

#### **Resumo**

*Co fin de pescudar si os alumnos alcanzaron os obxectivos establecidos nunha actividade de educación ambiental, temos que recorrer á avaliación, unha tarefa complicada pero necesaria. En ocasións, en contornas de aprendizaxe non formal, a avaliación non se leva a cabo ou se realiza moi someramente. Entre as principais causas identificadas atópanse a falta de formación dos educadores sobre temas de avaliación ou á falta de tempo, xa que os alumnos que visitan os centros de educación ambiental non o fan de xeito continuado, senón de xeito ocasional, polo que o seguimento do seu progreso convértese nunha ardua tarefa. Ao contrario, existen varios métodos exitosos aplicables a actividades baseadas na indagación en contornas de educación non formal. A través do Proxecto Europeo INQUIRE, cuxo obxectivo foi estender o Ensino das Ciencias Baseada na Indagación a través de Europa, puxéronse en práctica algúns destes métodos de avaliación: mapas conceptuais, mapas mentais, debuxos conceptuais, cuestionarios, observación e preguntas directas.*

#### **Abstract**

*In order to determine whether students met the objectives set out in a lesson plan we have to make use of the evaluation, a complex but essential task. Occasionally, in "Learning Outside the Classroom" (LOtC) environments, assessment is not carried out or performed very briefly. The main causes identified were lack of training on assessment from educators and the lack of time, since students visiting environmental education centres do it only sporadically, so tracking their progress becomes an arduous task. On the contrary, there are several applicable methods to successfully assess inquiry-based activities in LOtC environments. Through the European INQUIRE Project, whose aim has been to extend Inquiry-Based Science Education across Europe, we have implemented some of these assessment methods: such as concept maps, mind maps, concept cartoons, questionnaires, observation and direct questions.*

#### **Palabras chave**

*Avaliación formativa, avaliación sumativa, calificación, indagación, mapa conceptual, debuxo conceptual, mapa mental, educación ambiental, xardín botánico*

#### **Key-words**

*Formative assessment, summative assessment, evaluation, inquiry, concept map, concept cartoon, mind map, environmental education, botanic garden.*

## Introdución

Durante tres anos (2011-2013), o Real Xardín Botánico Juan Carlos I (Universidade de Alcalá) colaborou xunto ao Real Xardín Botánico de Madrid (CSIC) e outras 15 institucións de 11 países europeos (Fig. 1) no Proxecto INQUIRE: *Inquiry-based teacher training for a sustainable future*<sup>1</sup>. O proxecto foi coordinado pola Universidade de Innsbruck e apoiado pola BGCI ( ) e o King's College de Londres. O seu obxectivo foi estender a Educación das Ciencias Baseada na Indagación tanto no contexto formal como non formal, a través de cursos de formación do profesorado. Todos os recursos didácticos xerados centráronse en temas como a biodiversidade ou o cambio climático.



Figura 1. Países participantes no Proxecto INQUIRE: University of Innsbruck, Austria; Royal Botanic Gardens, Kew, UK; King's College London, UK; Museo delle Scienze, Trento, Italy; University of Sofia, Bulgaria; Agencia Estatal Consejo Superior de investigaciones Científicas, Spain; University of Bremen, Germany; Jardin Botanique de la Ville de Bordeaux, France; National Botanic Garden of Belgium; Schulbiologisches Zentrum, Hannover, Germany; Natural History Museum Botanical Garden, Norway; Coimbra Botanic Garden, Portugal; Moscow State University Botanical Garden, Russia; University of Lisbon, Portugal; Botanischer Garten, Rhododendron - Park, Botanika, Bremen, Germany; Botanic Gardens Conservation International, UK; Universidad de Alcalá, Spain. Fuente: INQUIRE.

## A ensinanza das ciencias baseada na indagación (ECBI)

O Ensino das Ciencias Baseada na Indagación (ECBI ou IBSE polas súas siglas en inglés: *Inquiry-Based Science Education*) permite aos alumnos facerlles participes da súa propia aprendizaxe dun xeito construtiva, reformulándose algunhas das súas ideas preexistentes sobre fenómenos científicos e considerando alternativas a través de evidencias recolleitas por eles mesmos. Igualmente, a indagación é unha metodoloxía que axuda a aumentar a súa motivación á hora de aprender ciencias (KUBICEK, 2005) e a desenvolver actitudes positivas cara a ela (BROWN, 2000).

1

<http://www.inquirebotany.org/>

*The National Research Council* define a indagación como un ciclo cuxas etapas parten da observación dun problema ou fenómeno, a partir do cal suscitase unha pregunta. Desta pregunta xurdirá unha tormenta de ideas que xerará varias hipóteses. Será necesario seleccionar unha delas e deseñar un experimento co fin de demostrala. A partir das evidencias recollidas, o alumno anotará as conclusións e comunicará aos seus compañeiros as súas explicacións sobre o problema ou fenómeno argumentando as súas decisións (NRC, 1996). O nivel de indagación empregado poderá variar en función do grado de dirección ao que recorra o docente (NRC, 2000).

## A avaliación

---

Mary THORPE definía en 1988 a avaliación como *“a colección de análise e interpretación da información sobre calquera aspecto dun programa educativo ou de formación, como parte dun proceso para xulgar a súa eficacia, a súa eficiencia e calquera outro resultado que poida haber”*.

Un dos mitos do Ensino das Ciencias Baseada na Indagación é que estas actividades non se poden avaliar. Opostamente, o papel do docente é axudar aos alumnos a progresar en cada etapa, as cales deberá avaliar. Non só verificará que memorizaron os conceptos senón que os razoaron e

comprenderon. Para iso, deberá considerarse non só as respostas correctas, senón tamén os erros co fin de identificar maledentendidos e reforzar a súa aprendizaxe. Xa que logo, o progreso dos alumnos si se pode avaliar pero utilizando métodos alternativos por exemplo: portafolios, diarios, rúbricas, etc. (LLEWELLYN, 2002).

Nos cursos impartidos durante Proxecto INQUIRE e dirixidos a profesores e educadores de ensino non formal, pretendíase que os participantes adquirisen coñecementos sobre esta metodoloxía e sobre a forma de avaliála. Mentres que os mestres e profesores están obrigados a avaliar e cualificar aos seus alumnos, o caso da educación non formal é lixeiramente diferente. Numerosos educadores mencionaron que necesitaban apoio en temas de avaliación, mentres que os profesores aludían á falta de tempo durante as clases para avaliar este tipo de actividades.

Durante o último curso de formación do profesorado dentro do Proxecto INQUIRE (Febreiro-Maio, 2013), 23 profesores de primaria e de secundaria acudiron cun total de 472 estudantes aos Xardíns Botánicos de Alcalá de Henares e Madrid para levar a cabo actividades de educación ambiental baseadas na indagación. Nestas actividades perseguíanse diversos obxectivos: adquirir novos coñecementos relacionados coa biodiversidade e o cambio climático e adquirir novas habilidades e destrezas (observación, formulación de

preguntas, desenvolvemento de hipótese, elaboración de predicións, deseño de experimentos, manexo de material de laboratorio, interpretación das evidencias, comunicación das evidencias, traballo en equipo, etc.).

## Métodos de avaliación

---

En primeiro lugar, é necesario facer unha distinción entre dous conceptos moi relacionados entre si como son: cualificación (evaluation, en inglés) e avaliación (assessment, en inglés). A cualificación é un proceso que adoita ter lugar unha vez finalizada a actividade, unidade ou tema e que aporta información, xeralmente, numérica sobre o progreso alcanzado polos alumnos. Con todo, a avaliación pode ter lugar ao longo de todo proceso de aprendizaxe e inclúe a recompilación de evidencias co fin de axudar aos estudantes no seu proceso de aprendizaxe á vez que mide o seu nivel de coñecementos adquiridos. A cualificación é xeralmente levada a cabo polos docentes pero a avaliación pode ser realizada por docentes e alumnos conxuntamente.

Do mesmo xeito, debemos distinguir entre avaliación formativa (formative assessment) e sumativa (summative assessment). A literatura anglosaxona asemella *summative assessment con assessment OF learning* (do) e *formative assessment*

*con assessment FOR learning* (para). A avaliación sumativa determina o que saben ou non os alumnos nun punto determinado do tempo e utilízase para avaliar a eficacia dos programas, obxectivos de mellora no centro, o plan de estudos ou a situación dos estudantes en programas específicos. (GARRISON et al., 2006). Así, mentres que a avaliación sumativa sería similar aos exames ou test tradicionais, que permiten comparar resultados académicos entre estudantes, a avaliación formativa utilízase para axudar a progresar no proceso de ensino-aprendizaxe, partindo da observación dos estudantes e proporcionándolles feedback de xeito construtiva. Algúns estudos proporcionan evidencias de que a mellora da avaliación formativa produce beneficios tanxibles nas probas nacionais (avaliación sumativa) aínda que os investigadores afirman que “aprender a aprender” é ata máis importante para optimizar o rendemento a longo prazo que para mellorar as cualificacións de exames concretos (BLACK et al., 2003).

Outra característica da avaliación formativa é o papel central que adquiren tanto escolares como docentes. Os educadores deberán recompilar evidencias sobre o progreso dos alumnos e utilizar esta información para tomar decisións co fin de avanzar cara a novos obxectivos de aprendizaxe. Un achado chave, exposto por algúns profesores nun estudo de BLACK foi que os estudantes pasan de ser receptores pasivos de coñecementos a

alumnos activos asumindo a responsabilidade da súa propia aprendizaxe incrementando así a súa motivación. Xa que logo, a participación dos estudantes é un coñecemento chave nas estratexias exitosas de avaliación. Si os escolares van participar de xeito efectivo no proceso, é necesario que teñan claro o obxectivo e os criterios para avaliar os seus propios esforzos e para compartir a responsabilidade (NRC, 2000). Mediante a avaliación dos atributos de cada actividade e a súa función na indagación científica, a comprensión dos estudantes sobre a aprendizaxe por indagación mellora (WHITE et a o., 1998).

Un aspecto positivo da indagación é que permite utilizar numerosos artefactos (conversacións, debuxos, diagramas ou gráficos) e en distintos formatos (escrito, póster, dixital, etc.) para avaliar aos escolares en función das súas habilidades de escritura e expresión oral. Xa que logo, existen varios métodos para avaliar a ECBI. A continuación cítanse os máis utilizados ao longo do Proxecto INQUIRE:

### **Preguntas directas**

Outro dos mitos que menciona LLEWELLYN é que indagación significa suscitar moitas preguntas aos alumnos co fin de atopar a resposta correcta. En realidade, significa buscar as preguntas adecuadas e estimular aos alumnos a que eles susciten as súas propias preguntas e participen activamente, mentres o profesor ou

educador guía ou facilita o proceso en lugar de transmitir directamente os coñecementos. Unha actividade baseada na indagación sempre comeza cunha pregunta ou problema a resolver, por iso, aprender a formular as preguntas adecuadas é un dos aspectos máis cruciais. A chave é formular unha pregunta inicial que sexa o suficientemente específica para guiarlles cara á dirección desexada e o suficientemente aberta como para que represente un reto. Algúns dos erros máis comúns son: formular demasiadas preguntas, suscitar preguntas cuxa resposta sexa ?si? ou ?non?, non esperar o tempo suficiente a que os alumnos respondan, simplificar a pregunta si non a responden inmediatamente, dirixirse sempre aos mesmos estudantes, ignorar as respostas incorrectas, etc. Para que os escolares sintáanse con confianza para expoñer as súas ideas débese crear un clima no que non se lles reproche cando dean respostas erróneas. Si son reacios a expresarse, débese enfatizar a importancia que ten que todos comenten as súas ideas e debatan sobre os distintos puntos de vista.

### **Observación (Observation)**

Unha vez suscitada a pregunta inicial, o educador deberá fixarse nas ideas que aportan os estudantes e nas habilidades que demostran. A observación directa dos alumnos é a base para identificar os erros que dificultan a súa comprensión de con-

ceptos. É importante que o docente vaia anotando tanto as ideas correctas como as erróneas, o que servirá para proceder adecuadamente coa actividade e telo en conta en actividades posteriores. Un xeito de facilitar a observación é realizar grabacións de audio ou vídeo. A súa vantaxe é poder dispoñer da información logo da actividade, onde moitas veces os alumnos expresan comentarios ou habilidades que pasan desapercibidos. A única limitación é a dispoñibilidade de recursos en cada centro ou institución.

Outra posibilidade para facilitar o traballo de observación é utilizar listas de verificación (*checklists*), que son sinxelos persoais nas que se pode anotar si un alumno manifestou unha idea ou habilidade. As listas de verificación tamén son útiles para rexistrar o nivel de argumentación (*argumentation*) que utilizan os alumnos nas súas explicacións (ERDURAN et a o., 2004). Por argumentación enténdese a capacidade de relacionar datos e conclusións, de avaliar enunciados teóricos á luz dos datos empíricos ou procedentes doutras fontes (JIMÉNEZ ALEIXANDRE et a o., 2003). Un considerable número de estudos mostran a importancia da argumentación científica na construción de coñecementos e a realización de prácticas nas clases de ciencias (DRIVER et a o., 2000).

Ao longo do Proxecto INQUIRE, este método, permitiunos obter información sobre a adquisición de coñecemento por parte dos alumnos e o seu entusiasmo cara ao

ensino baseado na indagación, aínda que foi complementado os métodos citados a continuación.

### Mapas mentais (Mind maps)

A súa aplicación na educación xorde grazas a Tony BUZAN na década dos setenta como unha forma de organizar ideas ou conceptos xerárquicamente. Para realízalo, comézase situando unha imaxe ou concepto no centro sobre o tema a tratar. A continuación, selecciónanse unha serie de palabras clave ou imaxes, conectadas á imaxe central en función da súa importancia. Para mostrar énfasis e asociacións pódense usar liñas máis grosas ou distintas cores. Pódense utilizar para avaliar os coñecementos previos antes de comezar unha actividade, para afondar en contidos explicados anteriormente en clase ou para avaliar o coñecemento adquirido ao final da mesma. A súa vantaxe reside en que son moi atractivos visualmente, permitindo utilizar cores, imaxes, texto, símbolos, etc. e poden realizarse tanto en formato analóxico como en formato dixital. Este é un método que os alumnos teñen que adestrar co fin de ir mellorando.

A continuación móstrase un exemplo de mapa mental (Fig. 2) que forma parte da actividade denominada “Por terra, mar e aire”<sup>2</sup>, dirixida a alumnos de primaria

2 <http://www.inquirebotany.org/es/re-sources/fruit-and-seed-dispersal-197.html>.

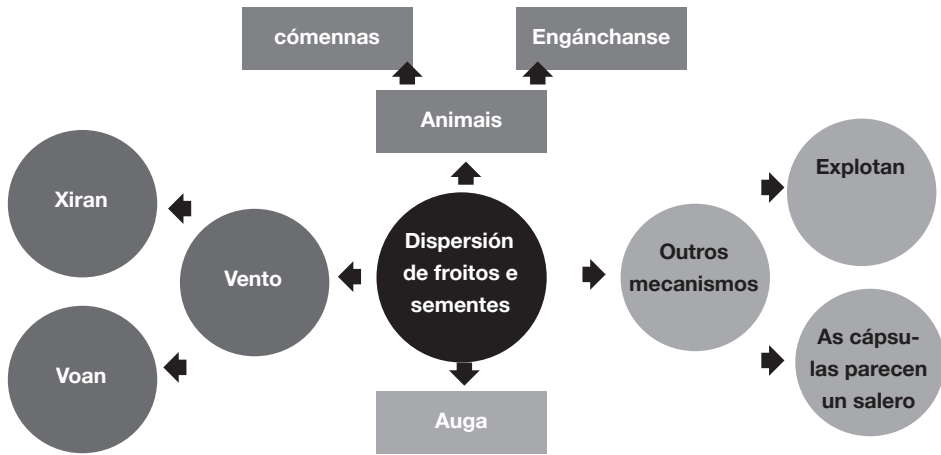


Figura 2. Mapa mental. Actividade didáctica “Por terra, mar e aire”. Fonte: Proxecto INQUIRE.

e cuxo obxectivo era que os estudantes aprendesen os distintos mecanismos de dispersión de froitos e sementes. Para iso, traballando en grupos, debían recolectar mostras de froitos e sementes no xardín botánico e clasificalos segundo os seus mecanismos de dispersión. Unha vez recollido o material e levada a cabo a etapa de experimentación, a modo de repaso, pedíáselles que puxesen en común as súas investigacións. Para iso, proporcionábaselles un mapa mental creado con anterioridade que incluía os distintos mecanismos de dispersión. A continuación, un representante de cada grupo debía colocar o material no círculo correspondente e explicar o por que da súa elección. O resto de compañeiros debían argumentar si estaban ou non de acordo. Existen variacións para este proceso, por exemplo, proporcionar un mapa mental con algúns ocos para que os alumnos o completen. En caso de tratarse de alumnos de cursos

máis avanzados ou de dispoñer de máis tempo pódeseles pedir que eles mesmos creen o seu propio mapa a partir das súas indagacións.

### Mapas conceptuais (Concept maps)

O seu deseño atribúese a Joseph NOVAK (MOON et a o., 2011) tamén como unha ferramenta para organizar ou estruturar os coñecementos xerárquicamente. Baséanse nas teorías de David AUSUBEL, nas cales, ademais de assimilar nova información, os alumnos conectaban e integraban coñecementos (AUSUBEL 1963).

Para construír un mapa conceptual o primeiro é elaborar unha lista de conceptos principais. Posteriormente, deberase elixir a idea máis importante e a partir dela ir unindo as que estean directamente relacionadas (os conceptos represéntanse

dentro de rectángulos, círculos, etc.). Si existen dous ou máis conceptos relacionados do mesmo xeito coa idea principal, poderanse situar ao mesmo nivel. Por orde, deberanse seguir engadindo conceptos ata finalizar (NOVAK et al., 2008). Os mapas conceptuais diferéncianse dos mapas mentais en que posúen unións ou palabras de enlace, é dicir, palabras ou frases que expresan acción e que relacionan conceptos. Do mesmo xeito que ocorre nos mapas mentais, os alumnos deben ir practicando este método, previamente adestrados polos educadores. Así mesmo, hai que ter en conta que non existe unha única forma de construír un mapa conceptual. Para verificar a súa precisión débese comprobar: o número de conceptos correctos, si están expresadas todas as relacións, si os conceptos están ben relacionados, si as palabras de enlace son as adecuadas, si existen términos repetidos, etc.

Unha opción válida é realizar un mapa conceptual ao comezo da actividade e outro ao finalizar, deste xeito, poderemos avaliar tanto os coñecementos previos como os logrados. Igualmente, é un bo xeito de atopar afirmacións erróneas e en que forma repítense entre os alumnos, polo que estas consideracións deberán ser tidas en conta á hora de introducir modificacións ou melloras nas actividades.

No último curso de formación do Proxecto INQUIRE, os educadores participantes

experimentaron a actividade “Sabemos o que comemos”<sup>3</sup>, cuxo obxectivo era descubrir si o tarro de mel que lles era proporcionado correspondíase realmente coa etiqueta ou si era, pola contra, unha fraude. Para pescudalo, debían buscar unha serie de pistas no xardín botánico e comparalas co seu tarro de mel. Ao final da actividade, pedíuselles que, por grupos, elaborasen un mapa conceptual sobre a actividade (Fig. 3). Previamente, dedicouse unha sesión exclusivamente á avaliación, polo que os participantes estaban familiarizados coas técnicas de elaboración de mapas conceptuais.

### Debuxos conceptuais (Concept cartoons)

Foron creados nos anos noventa por Brenda KEOGH e Stuart NAYLOR (NAYLOR et al., 1999, 2001, 2007) e baséanse en debuxos “tipo comic” nos que aparecen distintos personaxes debatendo sobre unha situación cotiá. O seu principal obxectivo é introducir un tema a través dun debate que estimula o razoamento científico. A súa vantaxe é a súa adaptabilidade a distintos niveis educativos xa que se poden incluír unha ampla variedade de personaxes de acordo á idade e preferencias dos escolares. Cada personaxe expresará unha frase ou punto de vista, representada dentro dun globo de diálogo. Sempre debe

---

3 <http://www.inquirebotany.org/es/resources/do-we-know-what-we-eat-202.html>



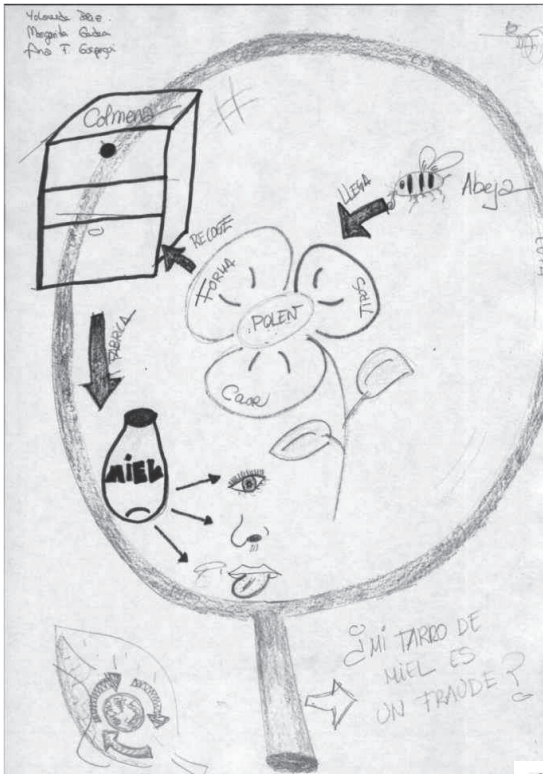


Figura 3. Mapa conceptual. Actividade didáctica “¿Sabemos que comemos?”.  
Fonte: Proxecto INQUIRE.

alimentan as plantas?” no marco do Proxecto INQUIRE. Neste caso, unha vez repasadas a morfoloxía e función das follas, repartiuse aos alumnos un debuxo conceptual con varios personaxes, onde debían decidir quen tiña razón xustificando a súa elección (Fig. 4). Este método permitía coñecer as súas ideas preconcebidas para saber que pasos tomar a continuación e proseguir coa actividade.

aparecer unha resposta correcta, aínda que pode aparecer máis dunha. Outra opción é deixar un globo de diálogo baleiro e animarlles a escribir o seu propio punto de vista. Na rede existen numerosos exemplos e persoais para crear debuxos conceptuais<sup>4</sup> pero o máis adecuado será adaptar os debuxos e engadir globos de diálogo referentes á actividade ou tema en cuestión.

A fotosíntese é un tema que dá lugar a moitas crenzas erróneas (EKICI et al., 2007), polo que para identificalas e poder aclaralas creouse a actividade “Como se

¿Como se alimentan as plantas?



Figura 4. Debuxo conceptual. Actividade didáctica “¿Como se alimentan as plantas?”.  
Fonte: Proxecto INQUIRE.

4 <http://conceptcartoons.com/>

## Enquisas (Questionnaires)

Este é quizá un dos métodos máis utilizados en educación ambiental xa que tanto a súa aplicación como a recolleita de datos son sinxelas. A fase máis complicada é a elaboración, xa que é necesario elixir e organizar as preguntas adecuadas e para iso requírese tempo. Do mesmo xeito, débese ter clara a información que se quere obter e non debe ser esaxeradamente extenso. Pode ocorrer que en enquisas moi longas os alumnos deixen sen contestar algunha pregunta. Poden conter tanto preguntas pechadas (cuxa resposta sexa “si” ou “non”, unha puntuación numérica ou unha valoración de satisfacción) como preguntas abertas, aínda que estas son máis difíciles de analizar. Unha das súas vantaxes é que se poden adaptar a distintos niveis educativos, por exemplo, para o primeiro ciclo de primaria pódense utilizar debuxos ou imaxes en lugar de aplicar puntuacións numéricas. Outra vantaxe é que, si se tratase de enquisas anónimas, os alumnos sentiranse máis libres para expresar as súas opinións.

No Proxecto INQUIRE utilizáronse enquisas tanto para avaliar aos escolares como para avaliar aos profesores e educadores que asistiron aos cursos de formación. Tan importante como a percepción dos educadores cara a esta metodoloxía é a percepción dos estudantes, tratando de comprobar si lles parecía unha iniciativa útil para mellorar a aprendizaxe das ciencias en

comparación coas metodoloxías de ensino tradicionais. Ao finalizar as actividades no xardín botánico, repartíronse as enquisas, que contiñan 10 preguntas (pechadas e abertas). Ademais da metodoloxía, pedíuselles que avaliaran os materiais empregados e a organización da actividade. Esta enquisa foi completada por un total de 161 estudantes (54 de ensino primario e 107 de ensino secundario) que visitaron os xardíns botánicos. Os estudantes de secundaria completaron a enquisa individualmente mentres que os de primaria fixérono por grupos de 3 o 4 persoas. En total, obtivéronse 65 enquisas, cuxos sondeos máis significativos móstranse a continuación:

Mediante unha pregunta aberta preguntóuselles que parte da actividade resultoulles máis interesante. As respostas foron moi diversas polo que se asignaron categorías para a súa posterior análise cualitativa (Fig. 5).

Respecto de os materiais, o 97% respondeu que eran adecuados para desenvolver a actividade alegando que eran *“sinxelos pero moi prácticos para que se entenda a actividade”*.

En relación á metodoloxía, algúns dos comentarios máis reveladores foron: *“Esta actividade é máis interactiva e dinámica”* *“Implicache de xeito directo na actividade a través do experimento. Ao ser un grupo reducido de persoas axuda a crear un cli-*

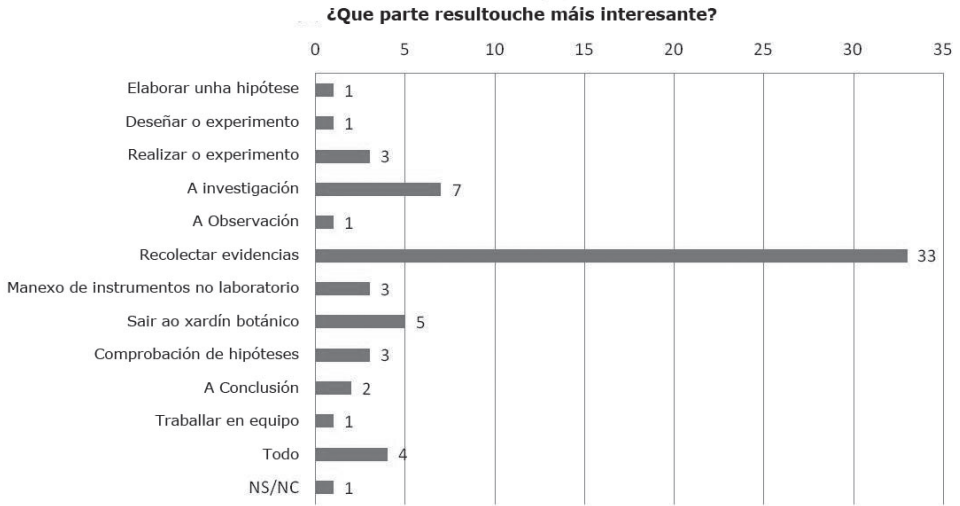


Figura 5. Categorías asignadas á pregunta “Que parte da actividade resultouche máis interesante?”. Enquisa a alumnos. Fonte: Proyecto INQUIRE.

ma de concentración”. “Porque demostras que o que ti afirmas é certo ou pola contra é falso, polo que es ti mesmo o que se dá conta dos erros”.

En xeral, os estudantes pensan que a ECBI é un método moi atractivo para aprender ciencias e o que máis lles entusiasma é poder participar activamente na súa propia aprendizaxe. As suxestións e observacións mostradas nas enquisas serán consideradas no futuro, xa que os mesmos estudantes aportan novas ideas para orixinar novos recursos didácticos, aproveitando deste xeito a súa curiosidade e creatividade.

### Outros métodos de avaliación

Existen outros métodos de avaliación igualmente válidos como son as entrevi-

tas (*interviews*), as rúbricas (*rubrics*) ou os diarios (*diaries*), que non se utilizaron por considerarse máis adecuados para o noso propósito os métodos mencionados anteriormente.

Así mesmo, igual de importante que avaliar aos escolares é a autoavaliación. Cando os educadores convértense en profesionais reflexivos (sobre como perciben e reaccionan ante os estudantes), integrando e modificando habilidades en contextos específicos, co tempo, internalizarán estas destrezas permitíndolles desenvolver novas estratexias e desenvolver o sentido de auto-eficacia necesario para crear solucións persoais aos problemas. (LARRIVEE, 2000).

Para a *autoavaliación*, o método utilizado polas 17 institucións participantes no

Proxecto INQUIRE foi a elaboración de portafolios de evidencias (*portfolios of evidence*), cada vez máis utilizados para a formación continua do profesorado (*Continuing Professional Development*) (BECK et a o., 2005). Baséase na recolección de evidencias ou artefactos, realizar unha análise e unha posterior reflexión, co fin de mellorar o labor didáctica. A principal dificultade atopada era o non saber que elementos incluír e cales non, polo que se trata dun proceso bastante longo e que require práctica. Existen estudos que afirman que os artefactos dos docentes son unha fonte fiable de evidencia para avaliar a súa práctica (BORKO et a o., 2005) e que a colaboración reflexiva entre docentes contribúe de xeito significativo aos cambios pedagóxicos (KAZEMI et at., 2004). É dicir, os portafolios de evidencias poden servir para a avaliación dos logros dos docentes (por exemplo, para a obtención de créditos), así como para avaliar os programas de formación continua do profesorado (SCHERZ et a o., 2008).

## Conclusión

---

Durante os tres anos de duración do Proxecto INQUIRE comprobouse que avaliar aos escolares que asisten aos xardíns botánicos ou centros de educación ambiental é imprescindible para coñecer o seu nivel de adquisición de coñecementos e destrezas. Pero igual de necesaria é a autoavalia-

ción e reflexión por parte dos educadores co fin de renovar o labor docente e ofrecer unha formación de calidade.

A avaliación sumativa é útil para coñecer a situación dos alumnos nun momento puntual, mentres que a avaliación formativa estará presente durante todo o proceso, permitindo así coñecer o progreso dos alumnos e poder avanzar en función deste. Un dos métodos que máis se adaptou ás necesidades do proxecto foi formulación de preguntas directas que fomentasen a investigación, por ser o principal obxectivo da ECBI. Trátase dunha técnica aplicable a todo o proceso de ensino-aprendizaxe e está estreitamente relacionada coa observación. Sempre que se inicie unha actividade baseada na indagación é recomendable partir do coñecemento das ideas preconcebidas dos alumnos, para o que, unha boa elección son os debuxos conceptuais, que se caracterizan pola súa sencillez e adaptabilidade a diferentes niveis académicos. Do mesmo xeito, pódense empregar para iniciar un debate. Pola contra, para comprobar o nivel de coñecementos adquiridos ao termo da actividade recoméndase utilizar os mapas mentais e mapas conceptuais, que aportarán información sobre a cantidade de conceptos asimilados e como os estudantes asócianos entre si. Tanto os mapas mentais como os mapas conceptuais caracterízanse pola súa facilidade de manexo. Outra alternativa para avaliar o coñecemento adquirido ao final da actividade son as enquisas, que per-

miten unha infinidade de posibilidades en canto ao contido, estrutura e organización. O único inconveniente é que requiren máis tempo para a súa elaboración.

Como principal método de autoavaliación dos educadores empregouse a elaboración portafolios, que aínda que require gran cantidade de tempo permite reflexionar sobre as respostas ou reaccións ofrecidas aos estudantes. Partindo dun evento negativo, o educador debe ser capaz de aproveitar a oportunidade para descubrir o potencial positivo da situación (LARRIVEE, 2000). Ademais, a reflexión permite aumentar o rango de posibles respostas ás situacións a miúdo difíciles ás que se enfrontan todos os días os docentes (LARRIVEE, 2000).

O perfeccionamento dos métodos de avaliación require adestramento e práctica, tanto por parte dos educadores como dos alumnos. Introducir novas metodoloxías ou técnicas coas que non se está familiarizado non sempre é sinxelo. Por exemplo, formular as preguntas adecuadas que axuden aos estudantes a “aprender a aprender” é un proceso lento que require un cambio de mentalidade, no entanto, os resultados que alcanzan os estudantes son comparativamente positivos.

Así mesmo, é importante decidir que aspectos quérense avaliar e de cantos recursos materiais e persoais dispónse. O maior inconveniente detectado é que para

grupos grandes de escolares son necesarios varios educadores. A vantaxe do ensino non formal é que os grupos adoitan ser máis pequenos permitindo ao educador atender aos alumnos máis a miúdo de xeito individual. Igualmente, débese ter en conta o tipo de actividades que se realizan no centro e de canto tempo dispónse. Nunha clase convencional o tempo é limitado xa que se teñen que cumprir os obxectivos do currículo, mentres que no ensino non formal hai máis liberdade respecto de este. En función disto, é posible determinar que métodos de avaliación son máis convenientes, aínda que por suposto, poden ser modificados ou substituídos si non proporcionan resultados satisfactorios. Tanto a educación ambiental como a súa avaliación non son procesos estáticos senón que demandan seguir innovando e renovándose co fin de optimizarse e adaptarse ás necesidades cambiantes.

## Bibliografía

- AUSUBEL, D. P. (1963). *The psychology of meaningful verbal learning*. New York: Grune and Stratton.
- BECK, R. J., LIVNE, N. L., & BEAR, S. L. (2005). Teachers' self-assessment of the effects of formative and summative electronic portfolios on professional development. *European Journal of Teacher Education*, 28(3): 221-244.
- BLACK, P & WILLIAM, D. (2003). In praise of Educational Research: Formative Assessment. *British Educational Research Journal*, 29(5): 623-637.
- BORKO, H., B. M. STECHER, A.C. ALONZO, S. MONCURE, AND S. MCCLAM. 2005. Artifact packages for characterizing classroom practice: A pilot study. *Educational Assessment* 10: 73-104.

- BROWN, A.D. 2000. Making sense of inquiry sense-making. *Journal of Management Studies*, 37 (1): 45-75.
- DRIVER, R., NEWTON, P., & OSBORNE, J. (2000). Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. *Science Education*, 84, 287-312.
- EKICI, F., EKICI, E., AYDIN, F. (2007). Utility of Concept Cartoons in Diagnosing and Overcoming Misconceptions Related to Photosynthesis. *International Journal of Environmental & Science Education*, 2(4): 111-124.
- ERDURAN, S., SIMON, S., & OSBORNE, J. (2004). TAPPING into argumentation: developments in the application of Toulmin's argument pattern for studying science discourse. *Science Education*, 88(6): 915-933.
- GARRISON, C. & EHRINGHAUS, M. (2006), *Formative and Summative Assessment in the Classroom*. National Middle School Association, reprinted in *School Connections*, Volume 18 No. 2 Fall 2007, A Journal of the College of Education, Kean University, Union, NJ.
- JIMÉNEZ-ALEXANDRE, M.P. Y J. DÍAZ DE BUSTAMANTE (2003). Discurso de aula y argumentación en la clase de ciencias: cuestiones teóricas y metodológicas. *Enseñanza de las Ciencias*, 16: 359-370.
- KUBICEK, J.P. (2005). Inquiry-based learning, the nature of science, and computer technology: New possibilities in science education. *Canadian Journal of Learning and Technology*, 31(1).
- MOON, B.M., HOFFMAN, R.R., NOVAK, J.D., & CAÑAS, A.J. (2011). *Applied Concept Mapping: Capturing, Analyzing and Organizing Knowledge*. CRC Press: New York.
- KAZEMI, E., AND M.L. FRANKE. (2004). Teacher learning in mathematics: Using student work to promote collective inquiry. *Journal of Mathematics Teacher Education* 7: 203-35.
- LARRIVEE, B. (2000): Transforming Teaching Practice: Becoming the critically reflective teacher. *Reflective Practice*, 1(3): 293-307.
- LLEWELLYN, D. (2002). *Inquire within, implementing inquiry based science standards*. Thousand Oaks, CA. Corwin Press.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. (1996). *National Science Education Standards*. Washington, D.C.: National Academy Press.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (2000). *Inquiry and the National Science Education Standards. A Guide for Teaching and Learning*. Washington, D.C.: National Academy Press.
- NAYLOR S., KEOGH B. AND DOWNING, B. (2007). Argumentation and primary science. *Research in Science Education*, 37: 17-39.
- NAYLOR, S. AND KEOGH, B. (1999). Constructivism in the Classroom: Theory into Practice. *Journal of Science Teacher Education*, 10(2): 93-106.
- NAYLOR, S., KEOGH, B., DE BOO, M. AND FEASEY, R. (2001). Formative assessment using Concept Cartoons: Initial Teacher Training in the UK. In R. Duit (Ed.) *Research in Science Education: Past, Present and Future*, 137- 142.
- NOVAK J. D., CAÑAS A. J, (2008). *The theory underlying concept maps and how to construct and use them*. Florida Institute for Human and Machine Cognition, Pensacola, Florida.
- SCHERZ, Z., BIALER L. & EYLON, B. (2008). Learning about Teachers' Accomplishment in "Learning Skills for Science" Practice: The Use of Portfolios in an Evidence-Based Continuous Professional Development Programme. *International Journal of Science Education*, 30(3): 643-667.
- THORPE, M. (1988). *Handbook of Education Technology*. Ellington, Percival and Race.
- WHITE, B. Y., & FREDERIKSEN, J. R. (1998). Inquiry, modeling, and metacognition: Making science accessible to all students. *Cognition and Instruction*, 16(1): 3-118.