

Describir y dibujar en ciencias. La importancia del dibujo en las representaciones mentales del alumnado

Víctor Gómez Llombart y Valentín Gavidia Catalán

Departamento Didáctica CC. Experimentales y Sociales. Universidad de Valencia. España.
victgomez@gmail.com, valentin.gavidia@uv.es

[Recibido en diciembre de 2014, aceptado en abril de 2015]

El presente trabajo pretende valorar los resultados obtenidos mediante la utilización del dibujo y de las descripciones a lo largo de una actividad basada en la observación de la morfología de las hormigas. Se plantea un trabajo individual y autónomo donde los participantes, en 3 etapas diferentes, deben tratar de dibujar o describir su observación de muestras vivas de hormigas. Los resultados de la investigación son muy significativos, puesto que encontramos diferencias estadísticas entre la utilización de las dos estrategias, así como entre las producciones de cada etapa, pudiendo ver cómo evolucionan sus representaciones mentales. Evidenciamos, de esta manera, que la estrategia de dibujar mejora los resultados en procesos observacionales respecto a la tarea de describir, especialmente en la adquisición de información y en su comunicación.

Palabras clave: dibujo; representaciones mentales; procesos observacionales; hormigas; enseñanza de las ciencias; modelos mentales.

Describe and draw in science. The importance of drawing in students' mental representations

The following investigation pretends to compare the results obtained by using drawing and writing descriptions along an activity based on ants' morphology observation. The activity is based on students' autonomous work, where students have to draw/describe in 3 different times after the visualization of live ants samples. The results of the investigation are strongly significatives, we found statistical differences between both strategies productions along the activity, allowing us to study the evolution of the mental representations. After the investigation, we can show that the drawing strategy improves the results involving observational processes, specially by improving information acquisition and communication.

Keywords: drawing; mental representations; observational processes; ants; science teaching; mental models.

Introducción

En didáctica de las Ciencias Experimentales se viene hablando de la importancia de la lectura, escritura y la comunicación verbal como estrategias imprescindibles para la enseñanza-aprendizaje (Glynn y Muth, 1994; Marbá, Márquez y Sanmartí, 2009; Sanmartí, 2007; Gómez-Alemany, 2000; Lerner, Aisenberg y Espinoza, 2010; Jiménez Aleixandre, 2003; Jorba, 2000). De hecho, observamos cómo entre las competencias a desarrollar en el currículo escolar se potencia un dominio del lenguaje verbal y escrito para facilitar el aprendizaje de las ciencias. Aprender Ciencias implica saber comunicarse en el lenguaje de la Ciencia (Izquierdo y Sanmartí, 1998) y la descripción es la primera y más básica habilidad cognitivo-lingüística (Jorba, 2000) que implica identificar el objeto de la descripción, categorizarlo, seleccionar sus propiedades más significativas, calificarlas y cuantificarlas (Sanmartí, 2007), por lo que debe ser un objeto de aprendizaje, incluso a tratar desde diversas disciplinas (Civil y Marzabal, 2009).

Sin embargo, el lenguaje visual juega un papel tan importante como el verbal y escrito, aunque en muchos casos su uso haya quedado relegado a un segundo plano en la enseñanza de las Ciencias. A través del lenguaje visual incorporamos a nuestra estructura cognitiva información que facilita las descripciones y, en muchas ocasiones, es de gran importancia para la construcción de conocimiento. Además, la memoria que disponemos para las imágenes es más potente que la memoria de las palabras, de forma que aquellas facilitan la memorización,

especialmente a largo plazo (Levie y Lenz, 1982). De ahí, el interés por la asimilación y expresión del lenguaje icónico.

No obstante, desde hace un tiempo viene ocupando espacio el uso del dibujo en la investigación en Didáctica de las Ciencias, tratando de conocer su papel en el aula (Márquez, 2002; Ainsworth, Prain y Tytler, 2011; Lerner, 2007; Kress, Jewitt, Ogborn y Tsatsarelis, 2001), su implicación en la enseñanza-aprendizaje de diferentes aspectos del currículum (Gobert y Clement, 1999; Ainsworth, Natan y Van Meter, 2010), así como su función expresiva (Glynn, 1997; Van Meter y Garner, 2005; Prangma, Van Boxel y Kanselaar, 2008), etc. Incluso se han publicado trabajos en los que se proponen pautas y estrategias para aplicar el dibujo en las clases de ciencias (Glynn, 1997; Grilli, Laxague y Barboza, 2015). Sin embargo, Ainsworth, *et al.* (2010) señalan que “a pesar de todos los esfuerzos por intentar esclarecer las posibles ventajas de la utilización del dibujo, conocemos relativamente poco acerca de cómo afecta al aprendizaje, sobre todo si lo comparamos con el conocimiento que poseemos acerca de cómo se aprende mediante interpretación de textos e imágenes, o mediante la escritura o la expresión oral”.

En el presente trabajo hemos diseñado una sencilla actividad con la que pretendemos valorar si la adquisición de información en procesos observacionales se ve potenciada por la utilización del dibujo frente a la realización de descripciones escritas y cómo podemos mejorar la adquisición de conocimiento para la elaboración de adecuadas descripciones lo más científicas posibles. Para ello, hemos escogido como modelo un ejemplar animal, familiarmente conocido y susceptible de observación, sobre el que basar la actividad: las hormigas. Las hormigas son animales muy comunes en nuestro entorno, frecuentes en diferentes áreas y ambientes del país, pudiendo encontrar diversas especies en prácticamente la totalidad del territorio. Por ello, es lógico pensar que el alumnado conoce estos animales y posee una representación mental más o menos elaborada sobre los mismos.

Basamos la investigación en las observaciones que hará el alumnado de estos artrópodos, ya que no se requieren grandes conocimientos científicos para ello, pues no se trata de animales con una morfología excesivamente compleja y son familiares. Encontramos, de esta manera, un ser vivo ideal para llevar a cabo la investigación, ya que podemos motivar una fase de activación de conocimientos que serán posteriormente susceptibles de revisión en las diferentes etapas de observación (Driver, 1986).

Para valorar el papel que juega el dibujo sobre las representaciones mentales se llevó a cabo una actividad donde los participantes dibujaron o describieron la morfología externa de las hormigas en diferentes momentos. Al comparar la evolución de los dibujos y de las descripciones realizadas por cada participante pudimos conocer la información adquirida, y valorar las posibles modificaciones producidas en sus representaciones mentales iniciales.

Como señalan Grilli, *et al.* (2015): “La comunicación gráfica ha estado presente de una forma u otra a lo largo de toda la historia humana y de la construcción de las ciencias naturales y por esto la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias no pueden realizarse al margen o por fuera de este recurso comunicativo que complementa y amplía la verbalidad”, por ello con la presente investigación pretendemos dar respuesta a las siguientes cuestiones:

- ¿Hasta qué punto el dibujo influye y facilita un cambio en las representaciones mentales iniciales del alumnado y, por tanto, es adecuado su uso en la enseñanza de las ciencias?
- ¿Qué potencialidades posee la utilización didáctica del dibujo, frente a la de descripciones escritas, en los procesos de enseñanza-aprendizaje en los que existen actividades de observación?

El dibujo y la enseñanza de las ciencias

Dibujar no es una tarea cognitivamente neutra, como indican Gobert y Clement (1999), Kress, Jewitt, Ogborn y Tsatsarelis (2001), Prangma, Van Boxtel y Kanselaar (2008) y Van Meter y Garner (2005), que sugieren que la tarea de dibujar puede ser muy beneficiosa para la enseñanza-aprendizaje. “Incluir el dibujo como parte de una secuencia de enseñanza-aprendizaje es un modo de ayudar al alumnado a crear modelos mentales de conceptos clave. Se trata de una actividad cognitiva y práctica que puede ser efectiva incluso cuando hay un gran número de estudiantes en el aula, el tiempo de las clases es corto y los conceptos son complejos” (Glynn, 1997)

La investigación que planteamos se apoya en la teoría de los modelos mentales de Johnson-Laird (1983) que considera que la mente humana opera con 3 tipos de representaciones mentales distinguiendo: proposiciones, modelos mentales e imágenes.

- *Proposiciones*: Son representaciones verbalmente expresables, sujetas a estructuras sintácticas concretas. Así, la estructura de éstas vendrá definida por su sintaxis.
- *Modelos mentales*: No están sujetos a sintaxis ni a visualizaciones. Se entienden como la base abstracta que sustenta las proposiciones e imágenes.
- *Imágenes*: Se relacionan de forma directa con los modelos mentales; corresponden a vistas del modelo y como un resultado de percepción o imaginación, representan rasgos perceptibles de los correspondientes objetos del mundo real.

Según esta concepción de *imágenes* entendemos que a través del dibujo podemos tratar de presentar nuestras representaciones mentales, de forma que el alumnado será capaz de explicitar mediante esta estrategia una visión de sus *modelos mentales*.

Ya hemos comentado que son muchos los autores que promueven la utilización del dibujo en la enseñanza de las ciencias. Ainsworth, Prain y Tytler (2011) hablan de su importancia y señalan que a través del dibujo se puede conseguir:

- Mejorar la motivación del alumnado en el aula debido a una mayor implicación en los temas de estudio.
- Aprender a representar en ciencias, generando imágenes, iconos y símbolos propios que pueden profundizar en la comprensión de los aspectos representados y su utilidad.
- Razonar sobre las ciencias, pues al tener que seleccionar aspectos específicos para dibujar, el alumnado razona polimodalmente, ajustando su dibujo a observaciones, mediciones y/o ideas emergentes. De esta manera el alumnado desarrolla un razonamiento creativo que le ayuda a argumentar.
- Desarrollar estrategias de aprendizaje, ya que a través del dibujo el alumnado reorganiza sus ideas de forma efectiva e integra nuevo conocimiento susceptible de ser modificado por su estructura cognitiva.
- Comunicar, pues puede utilizar el dibujo para explicitar su pensamiento, compartirlo y discutirlo.

Los citados autores concluyen que el dibujo contribuye a desarrollar estrategias de aprendizaje mediante la reorganización de ideas y la integración de nuevos conocimientos.

Al tratarse de una tarea autónoma, cognitiva y dinámica, el dibujo puede facilitar enormemente la participación del alumnado en las clases, su motivación y su aprendizaje. Aunque se presenta como una herramienta potente para el aprendizaje significativo, es importante diseñar bien las actividades en las que se pretende utilizarlo. El simple hecho de dibujar no contribuye

necesariamente al desarrollo de conocimiento. “Dibujar para aprender ciencias es factible, pero para conseguir adaptar el dibujo como técnica instruccional necesitamos llevarlo más allá de la copia de modelos existentes” (Lerner, 2007).

Como indica Ausubel (2002) tener una idea de los modelos mentales con los que opera el alumnado facilita la labor docente, pues puede promover su modificación por otros más elaborados y funcionales. El acto de dar sentido a un dibujo implica un proceso analógico durante el cual las ideas existentes son utilizadas de una nueva forma, pudiendo conducir a una nueva construcción mental (Rumelhart y Norman, 1981).

Al dibujar por primera vez, el alumnado es capaz de extrapolar las imágenes de sus modelos mentales iniciales de una forma efectiva, ya que no se requiere utilizar lenguaje específico, facilitando así la emergencia de ideas, a partir de las cuales se puede crear la insatisfacción necesaria para conseguir un cambio conceptual (Driver, 1986). Así mismo, y de igual forma que las ideas previas se expresan con lenguajes vagos e imprecisos, los dibujos o esquemas que se realicen de ellas serán poco concretos, lo que facilita la tarea docente al observar con claridad las lagunas del que dibuja.

Metodología

Como ya hemos reiterado, el interés de la presente investigación es aportar conocimiento para entender y reconocer el papel que juega el dibujo en la enseñanza-aprendizaje de las Ciencias Experimentales. Tomamos como punto de partida la hipótesis de que *el dibujo es un instrumento útil en la construcción y modificación de modelos mentales en la enseñanza-aprendizaje de las Ciencias*, especialmente en los procesos observacionales (Ainsworth, Nathan y Van Meter, 2010), porque *facilita la concreción y expresión de datos obtenidos en la observación* incluso en mayor cantidad y calidad que los que se obtienen a través de la escritura. No obstante, añadimos que *una observación guiada por cuestiones previas de reflexión mejoran el resultado del aprendizaje*, que se evidencia de forma palpable a través de los dibujos.

Muestra y obtención de datos

Nuestro estudio se basa en la interpretación de dibujos y descripciones realizados por 127 alumnos de la asignatura “Ciencia para maestros” del segundo curso del Grado de Magisterio de la *Universitat de València*, sobre la morfología de las hormigas. Para ello, separamos a los participantes en 2 grupos: grupo A, formado por 64 estudiantes que dibujaron, y grupo B, formado por 63 estudiantes que describieron. Se planteó la actividad en 3 fases:

Fase 1: Se realiza al comienzo de la actividad y consiste en que los estudiantes dibujen o describan una hormiga según lo que recuerden de ella. Con ello pretendemos que los participantes nos proporcionen imágenes de sus modelos mentales iniciales, que suponemos vagos y poco claros, al tiempo que se activan los conocimientos que puedan tener acerca de la morfología de estos artrópodos.

Fase 2: Se les proporciona a los alumnos hormigas vivas dentro un tubo de ensayo con un algodón dispuesto para impedir la huida de las mismas, y una lupa binocular para poder observarlas a placer. Tras esta primera visualización de las muestras, se retiran los ejemplares y se les pide a los componentes del grupo A que la vuelva a dibujar, y a los del grupo B que la vuelvan a describir.

Fase 3: A ambos grupos se les plantean una serie de preguntas sobre las que pueden reflexionar a través de una observación detenida de las muestras. No se trata de preguntas que se contestan por una observación directa, del tipo: ¿cuántas patas tienen? La intención de estas

preguntas es tratar que los participantes razonen sobre algunas de las estructuras que se pueden diferenciar en la morfología de las hormigas.

Después de la segunda observación de las mismas hormigas, se vuelve a pedir al grupo A que dibujen de nuevo la hormiga, y al grupo B que vuelvan a describir dicho artrópodo. Las preguntas sobre las que reflexionar que se facilitaron a los participantes fueron las siguientes:

- ¿En qué consiste el aparato locomotor de las hormigas? ¿Tiene alguna peculiaridad?
- Las hormigas son capaces de transportar una enorme cantidad de alimento, pero ¿cómo crees que consiguen transformarlo en pequeñas porciones?
- Al igual que todos los seres vivos, las hormigas necesitan reconocer el entorno en el que viven. ¿Puedes deducir de qué mecanismos disponen para tal finalidad?
- Aun presentando un exoesqueleto rígido, estos animales son capaces de moverse. ¿Sabrías decir por qué?
- Existe una estructura morfológica bastante pequeña en el «cuerpo» de la hormiga que la caracteriza como himenóptero. ¿Puedes distinguir qué estructura es?
- Las tecas están distribuidas por todo el cuerpo ¿Podrías deducir qué son las tecas?

Para llevar a cabo estas actividades se dispuso de un aula de laboratorio con lupas binoculares para que los participantes pudieran llevar a cabo sus observaciones.

Una vez recogidas las producciones realizadas por el alumnado en las tres fases, se les explicó los propósitos del estudio y el diseño del mismo. Se pusieron en común las representaciones acerca de la morfología externa de las hormigas haciendo un dibujo colectivo (realizado por uno de los investigadores) con las aportaciones de los participantes. De esta manera, se obtuvo la representación de una hormiga con todas las estructuras morfológicas distinguibles a través de su observación con lupas binoculares, y se contestó a las dudas que quedaban al respecto. Así mismo, se les indicó la nomenclatura utilizada para cada una de las estructuras que componen la morfología de las hormigas, constatando que la mayoría de los participantes no poseían conocimientos sobre el lenguaje científico de las estructuras que acababan de visualizar.

Análisis de los datos

Al finalizar esta fase experimental obtuvimos 3 producciones de cada sujeto participante en el estudio. Las pertenecientes al grupo A eran dibujos y las que correspondían al grupo B descripciones.

Para analizar dichas producciones y poder constatar los posibles cambios acaecidos en la evolución de la expresión de los modelos mentales de hormiga que poseen, definimos un instrumento de análisis con una serie de *ítems* morfológicos, referentes a las diferentes estructuras visibles (Tabla1). Comprobamos su aparición, tanto en cada uno de los dibujos como en las descripciones.

Para analizar las diferentes producciones y poder compararlas, a cada *ítem* del instrumento de análisis se le asignó un valor en función de una serie de parámetros como son: la detectabilidad (facilidad de visualización), la presencia de esa misma estructura en diferentes artrópodos (cuán común es entre las familias), complejidad y variabilidad intra-especies. Mediante este sistema de puntuación podemos obtener un valor numérico máximo de 12.

Tabla 1. Instrumento de análisis y sistema de puntuación.

ESTRUCTURA	REPRESENTACIÓN	PUNTUACIÓN	TOTAL ESTRUCTURA
1-Segmentos	Cabeza, Tórax y Abdomen	1	1
2-Pecíolo abdominal	Pecíolo	1	1
3-Antenas	Simples	0,5	1,5
	En codo	0,5	
	Segmentadas	0,5	
4-Mandíbulas	Simples	1	1,5
	Dentadas	0,5	
5-Ojos	Simples	0,5	1
	Compuestos	0,5	
6-Patas	6 (número de patas)	1	4
	Inserción en tórax	1	
	Articuladas	1	
	Segmentadas	0,5	
	Garras	0,5	
7-Tórax	(Puntuado en estruc. 1) Simple	0	0,5
	Segmentado	0,5	
8-Abdomen	(Puntuado en estruc. 1) Simple	0	0,5
	Segmentado	0,5	
9-Tecas	Localizadas	0,5	1
	Por todo el cuerpo	0,5	

A partir de los resultados obtenidos en el análisis de cada una de las producciones podremos:

- Comparar las puntuaciones obtenidas entre el grupo A (dibujo) y el grupo B (descripción) y determinar qué grupo incorpora más estructuras a sus producciones.
- Comprobar las ideas previas que tiene el alumnado de las hormigas a partir de sus dibujos o descripciones.
- Determinar si se produce un incremento en la representación de estructuras morfológicas en las diferentes etapas y en qué grado se produce en ambos grupos.
- Comprobar si los resultados obtenidos tras el planteamiento de preguntas reflexivas mejora los resultados obtenidos en ambos grupos.

Resultados

Las producciones (descripciones y dibujos) obtenidas en ambos grupos son muy variadas y diversas, aunque encontramos mayor diversidad de respuestas entre las producciones de la misma etapa en el grupo A. Así (Figura 1) aparecen producciones iniciales de todo tipo:

antropomorfizadas, otras bastante completas, algunas de pequeño, ínfimo, tamaño, etc. En general, observamos que muchos dibujos pretenden ser estéticos, aunque en algunos casos consiguen representar un gran número de *items* como: las 2 antenas, los segmentos morfológicos, las 6 patas y, en ocasiones, la segmentación del tórax y abdomen.

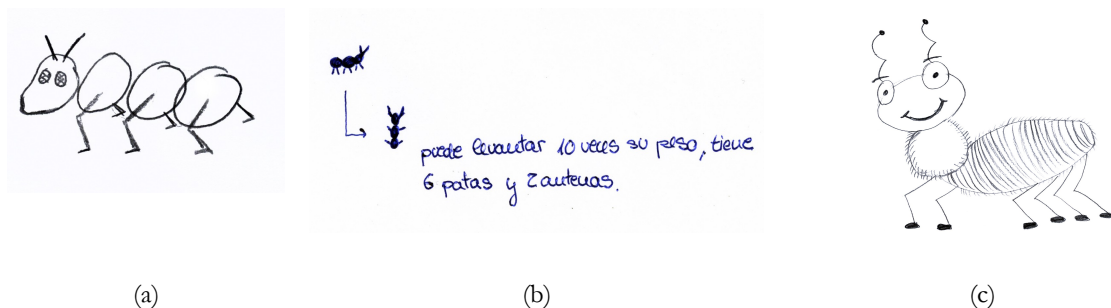


Figura 1 a, b y c. Algunas producciones obtenidas en la etapa 1 del grupo A.

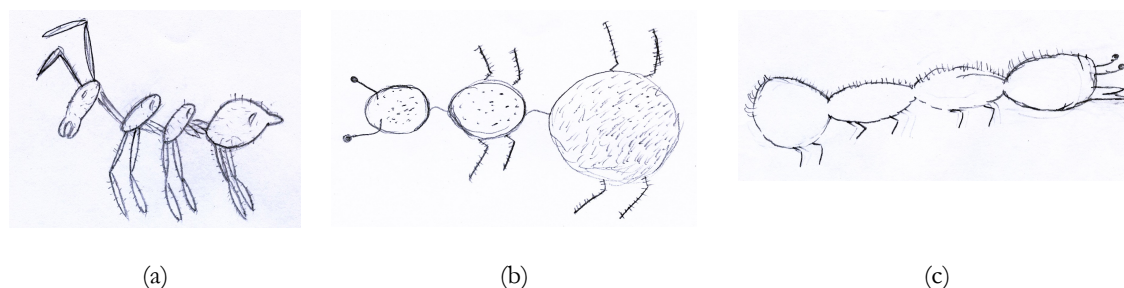


Figura 2 a, b y c. Algunas producciones obtenidas en la etapa 2 del grupo A.

Las producciones obtenidas en la etapa 2 (Figura 2), muestran dibujos mucho más elaborados, donde se empieza a dejar de lado la parte estética en la mayor parte de los casos. Cabe destacar que los dibujos de las figuras corresponden a diferentes participantes, no se muestran las producciones en cada etapa de los mismos participantes. Vemos que las producciones se asemejan en mayor medida a una hormiga, aunque muchas de sus estructuras morfológicas se sitúan en mala posición (como es el caso de las patas, distribuidas por todo el cuerpo), el número de segmentos corporales no queda muy claro y aparecen las tecas en la mayoría de las producciones.

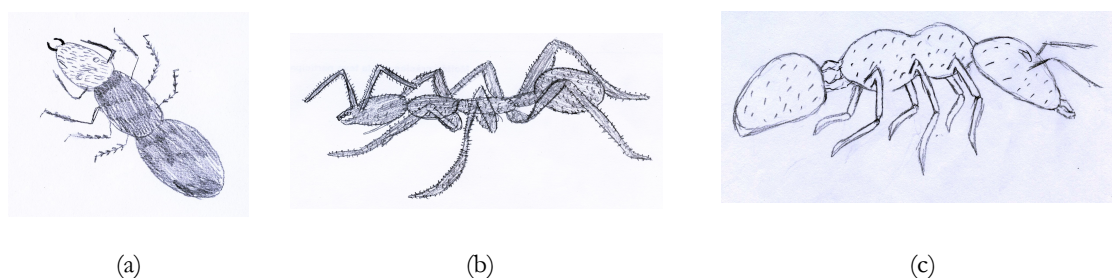
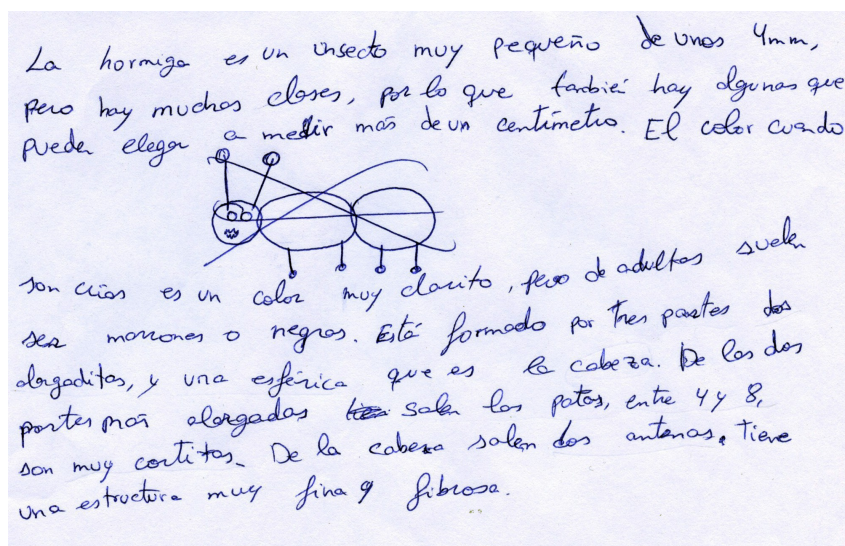


Figura 3 a, b y c. Algunas producciones obtenidas en la etapa 3 del grupo A.

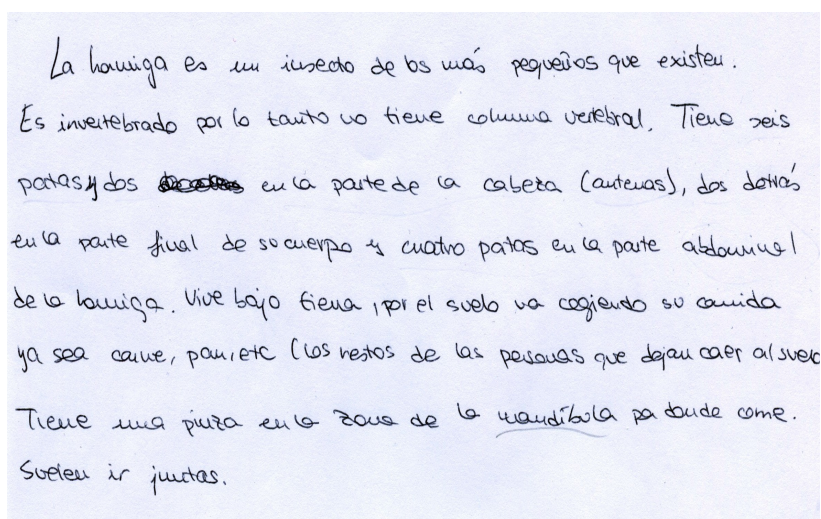
En la última etapa del grupo A (Figura 3), las producciones suelen ser bastante completas. Los grados de detalle de las producciones varían mucho entre los participantes, quizás porque no todos presentan las mismas habilidades plásticas. En general, se obtienen producciones con muchos *items* representados de forma correcta, y en ningún caso se aprecian producciones humanizadas o de pequeño tamaño.

En cuanto al grupo B, los resultados obtenidos no son tan variados y completos como en el A. En la Figura 4 se muestran resultados obtenidos en las diferentes etapas.

(a)



(b)



(c)

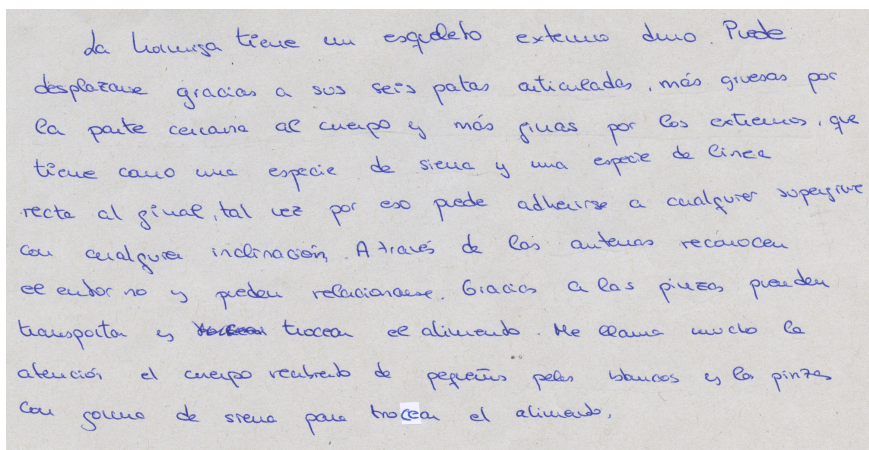


Figura 4 a, b y c. Producciones de las diversas etapas (1[a], 2[b] y 3[c]) del Grupo B.

En el ejemplo de la etapa 1 podemos apreciar un fenómeno bastante generalizado, y es que la descripción se apoya en un dibujo que el participante tacha posteriormente, además, algunas de las estructuras que se representan en este dibujo no se describen por escrito. Encontramos producciones mucho más superficiales que las obtenidas en la misma etapa del grupo A. En la etapa 2, en general se corrigen ciertos aspectos de la etapa anterior, como especificar el número de patas y nombrar las tecas. En la última etapa de este grupo apreciamos un fenómeno bastante extendido dentro del grupo, que consiste en responder a las preguntas mediante frases cortas o guiones, tratando de describir la hormiga de forma literal en base a las preguntas reflexivas presentadas (cosa que se especificó que NO se hiciera). No hubo reflexión, sino intentos de respuestas concretas a las preguntas realizadas sin aumentar la calidad de las observaciones.

Para poder valorar las producciones se creó una hoja de cálculo donde se fueron marcando las estructuras morfológicas que iban apareciendo. De esta forma observamos las estructuras que aparecen con más frecuencia, las que poseen mayor complejidad para su observación, y la coherencia en las producciones de cada participante.

De los 127 participantes iniciales, se descartaron las producciones de 7 individuos por estar incompletas al no disponer de alguna de las etapas. De esta manera, disponemos de los datos útiles de 120 individuos: 59 del grupo descripción y 61 del grupo dibujo.

Los resultados globales para cada uno de los grupos son los siguientes:

Tabla 2. Resultados globales obtenidos para cada uno de los grupos y etapas.

	Media	Desviación estándar	N
Grupo B, Etapa 1	1,881356	0,8970209	59
Grupo B, Etapa 2	3,991525	1,1503055	59
Grupo B, Etapa 3	4,050847	1,0855434	59
Grupo A, Etapa 1	3,918033	1,3939761	61
Grupo A, Etapa 2	6,352459	1,5794099	61
Grupo A, Etapa 3	7,721311	1,9632554	61

Los resultados obtenidos para cada etapa se muestran a través de un diagrama de puntos en la Figura 5.

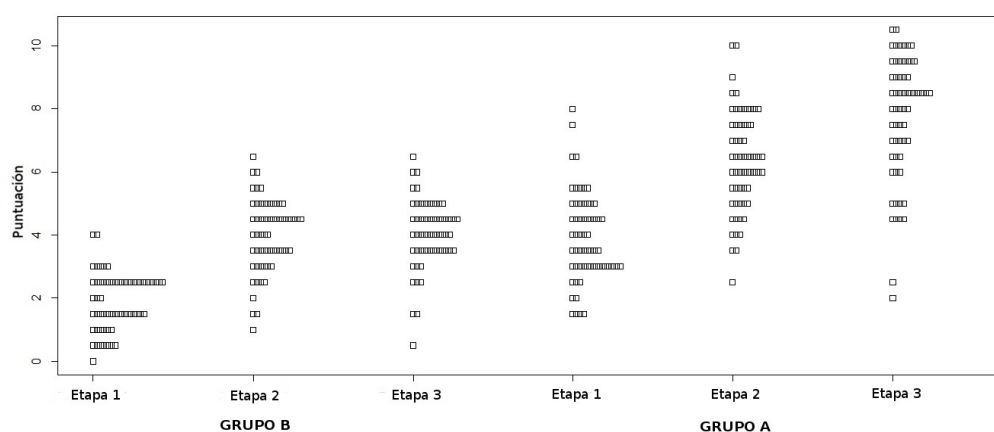


Figura 5. Diagrama de puntos con los resultados obtenidos en la puntuación de producciones.

Para comprobar si existen diferencias significativas entre los resultados de los diferentes grupos y etapas, se realizaron análisis estadísticos no paramétricos (debido a la distribución no normal de los resultados). Los datos obtenidos tras el test Kruskal-Wallis nos indican que hay diferencias significativas entre los diferentes grupos, a pesar de ello, se realiza un test de Wilcoxon para comparar 2 a 2 los resultados y mostrar posibles homogeneidades entre grupos, obteniendo los resultados de la Tabla 3 tras el test:

Tabla 3. Resultados obtenidos a través del test de Wilcoxon para el análisis 2 a 2.

	GRUPO B-1	GRUPO B-2	GRUPO B-3	GRUPO A-1	GRUPO A-2
GRUPO B-2	2.7e-14	-	-	-	-
GRUPO B-3	3.7e-15	1.00000	-	-	-
GRUPO A-1	1.9e-13	1.00000	1.00000	-	-
GRUPO A-2	< 2e-16	3.9e-12	3.8e-12	1.1e-11	-
GRUPO A-3	< 2e-16	4.2e-15	2.9e-15	7.8e-15	0.00019

Los resultados con valores inferiores a 0,05, muestran diferencias significativas entre los grupos. Por tanto, evidenciamos que existe homogeneidad (valores 1.00000) entre los grupos B-2, B-3 y A-1, siendo las medias obtenidas para estos grupos estadísticamente iguales. Evidenciamos de esta manera que no se produce una progresión de resultados entre las etapas B-2 y B-3, y que los resultados obtenidos en éstas son equivalentes a los obtenidos en la etapa 1 del grupo dibujo.

Respecto al análisis 2 a 2 del resto de grupos, apreciamos que todos los valores son muy inferiores a 0.05, por lo tanto podemos afirmar que existen diferencias significativas en los datos obtenidos. Podremos así confirmar que se producen progresiones en los resultados en todas las etapas del grupo A y entre las etapas 1 y 2 del grupo B, no así entre la etapa 2 y 3 de este último grupo.

Discusión

De los resultados obtenidos podemos apreciar como en ambos grupos se produce un incremento en la puntuación generalizado entre las etapas 1 y 2 de la actividad, lo que significa que los participantes de ambos grupos incluyen en sus producciones más estructuras morfológicas tras la primera observación de las muestras de hormiga. Sin embargo, este fenómeno no se produce en ambos grupos entre las etapas 2 y 3, puesto que en el grupo B los resultados son estadísticamente homogéneos. El grupo A sí que obtiene mejores resultados tras la incorporación de las preguntas reflexivas.

En el grupo A observamos que se produce un aumento significativo en las puntuaciones a lo largo de la actividad, es decir, las producciones realizadas a través de dibujos son cada vez de mayor calidad. Dado que el aumento de los *items* reflejados en los dibujos es generalizado en todo el grupo, podemos decir que este aumento de la complejidad en las respuestas se lleva a cabo al margen de las posibles habilidades plásticas del alumnado participante.

El grupo B, en ninguna de sus etapas ha obtenido mejores producciones que el grupo A, es más, los resultados obtenidos en el grupo B en las etapas 2 y 3 son semejantes a los obtenidos en la primera etapa del grupo A. Esta homogeneidad nos indica que los resultados más elevados obtenidos en el grupo B son estadísticamente iguales a los obtenidos por el grupo A en la etapa 1ª, antes incluso de observar las muestras, o lo que es lo mismo, el dibujo de un

modelo inicial posee un número de elementos (*items*) semejante a la descripción escrita de un ejemplar después de su observación.

Pensamos que son varios los factores que influyen para que el grupo B haya elaborado unas producciones más pobres que las del grupo A: a) la dificultad de expresar a través del lenguaje escrito la información obtenida en procesos observacionales; b) La utilización de las preguntas reflexivas como patrón de respuesta, pero no para la indagación; c) La evasión de la actividad ante la dificultad de los participantes para llevarla a cabo.

Esto nos permite pensar que el dibujo facilita la incorporación de información obtenida a través de procesos observacionales (en este caso mediante observaciones de himenópteros a simple vista y a través de una lupa binocular). De esta forma participa en el proceso de aprendizaje poniendo en evidencia las imágenes de los modelos mentales que el estudiante posee (Moreira, 2000). Alternando las observaciones con la realización de dibujos, el alumnado es capaz de corregir ciertos aspectos de sus representaciones. Este proceso es de enorme importancia para que se produzca el cambio conceptual, ya que el estudiante valorará sus representaciones e intentará adaptarlas lo más fidedignamente posible a la información visual obtenida mediante las observaciones. Cada individuo evidencia sus conocimientos y errores en sus representaciones mentales, lo que favorece el cuestionamiento de sus ideas al poder contrastarlas fácilmente con la realidad observada.

Por otro lado, da la impresión que la tarea de describir información visual mediante lenguaje escrito no supone para el alumnado una evidencia completa de sus representaciones mentales, ya que es una tarea compleja representar mediante descripción escrita una imagen mental y cuesta contrastarla con las observaciones. Por ello, no se llega a producir el cuestionamiento y modificación de las representaciones mentales de igual forma que ocurre en el grupo A.

Hemos observado que no todas las estructuras definidas de la morfología de las hormigas tienen la misma facilidad para ser incorporadas por el alumnado en sus representaciones. Por ejemplo: encontramos dificultades para añadir a sus representaciones mentales el peciolo abdominal, mientras que se produce una asimilación e incorporación de las tecas en prácticamente la totalidad de los participantes. De esta manera podemos relacionar la facilidad de distinción de estructuras a través de la observación, con la incorporación de las mismas a sus representaciones mentales, aunque hay otros factores implicados en estos procesos que son difíciles de valorar.

Cabe destacar la efectividad de las preguntas reflexivas por los datos obtenidos. Este tipo de preguntas ayudan a mejorar las producciones en el grupo dibujo, pues han facilitado la observación y distinción de estructuras, permitiendo una mejor identificación e incorporación a las representaciones mentales. Sin embargo, resaltamos que este fenómeno sólo se ha producido de forma generalizada en el grupo A, no tanto en el grupo B, donde no han servido de mejora y se han utilizado como medio de evasión de la actividad.

La actividad realizada ha servido no solo para hacer una aproximación a las ideas previas del alumnado sino también a las dificultades asociadas al aprendizaje de la morfología de estos artrópodos. Podemos asociar las estructuras que generalmente aparecen en la etapa 1 con las presentes en sus concepciones iniciales, las que aparecen en la etapa 2 a las estructuras de dificultad de identificación fácil/media y a las de la etapa 3 a las estructuras de dificultad de identificación media/difícil, que resultan más complicadas, y que normalmente requieren de mayores soportes didácticos para su adquisición. Las estructuras que encontramos en la mayor parte de los casos en la etapa 1 de ambos grupos son: 2 antenas, 6 patas (aunque en algunos casos se presentan más de 6) y un número variable de segmentos corporales que oscila entre 2 y 4.

Observando las producciones iniciales, podemos definir los conocimientos previos que posee el alumnado, y acorde a ellos planificar las estrategias metodológicas que se consideren más adecuadas para mejorar sus conocimientos. A pesar de los datos y para aproximarnos a las ideas previas del alumnado, consideramos conveniente combinar ambas tareas para obtener una aproximación más completa. De esta manera veremos lo que se es capaz de dibujar pero no describir, y viceversa, aunando ambas actividades obtendremos una mayor información del conocimiento del alumnado.

De igual manera que pensamos se puede utilizar el dibujo para la detección de ideas previas, lo vemos también como una herramienta susceptible de ser utilizada para la evaluación de conocimientos. Coincidimos con Glynn (1997) cuando propone que puede ser una herramienta evaluadora siempre que se puedan comparar producciones a lo largo de toda una secuencia didáctica, y no solo utilizando una producción final. Igual que con la detección de ideas previas, debemos acompañar los dibujos de una explicación verbal y/o escrita para evaluar el grado de conocimiento de una forma más adecuada.

Nuestros resultados coinciden con los postulados propuestos por Ainsworth, Prain y Tytler (2011), ya que hemos apreciado que el dibujo contribuye a desarrollar estrategias de aprendizaje mediante la reorganización de ideas y la integración de nuevos conocimientos en mayor medida que la utilización de descripciones escritas.

Conclusiones

Hemos obtenido evidencias a lo largo de la presente investigación acerca de cómo mediante el dibujo se pueden obtener mejores resultados de aprendizaje en actividades que incluyen procesos observacionales. El trabajo autónomo en estos procesos se potencia con el uso del dibujo como estrategia de aprendizaje, puesto que se mejora el cuestionamiento de las concepciones iniciales, aumentando la probabilidad de conseguir una insatisfacción con las mismas. Esto aumenta la motivación del alumnado para adquirir información mediante observaciones y crear conocimiento, desarrollando estrategias para el aprendizaje significativo y elaborar modelos mentales, en este caso de artrópodo, de forma que sea capaz de describir e interpretar el animal que se observa. De esta manera corroboramos nuestras hipótesis acerca de la posibilidad de obtener mejores resultados de aprendizaje a través del dibujo.

Este planteamiento se ha visto corroborado al analizar los resultados obtenidos en el grupo descripción, donde se aprecia la falta de claridad y la mala extrapolación de representaciones mentales a través del lenguaje escrito. Llama la atención la falta de dominio en el uso de la expresión escrita, cuando hacerlo de forma eficiente permite al alumnado disponer de una herramienta potente para la construcción de conocimiento (Lerner, 2010; Sanmartí, 2007; Glynn y Muth, 1994).

Hemos observado la potencialidad del dibujo respecto a su capacidad de detectar ideas previas. Pero también sirve para ayudar a construir conocimiento en los procesos observacionales, pues a partir de las imágenes construidas se puede llevar a cabo la fase de activación de ideas, y con el análisis de estas producciones, obtener información relevante acerca de los conocimientos que se poseen y que faltan por adquirir de los temas que se estudian.

También podemos utilizar el dibujo para la evaluación de conocimiento. Es lo que hemos realizado a lo largo del presente estudio, pues se han evaluado cada una de las producciones de los individuos y comparado entre sí. Hemos ido viendo qué estructuras aparecían y desaparecían, pudiéndonos hacer una idea de la progresión en la construcción de conocimiento. La evaluación a través de dibujos ha de estar relacionada con una secuencia de

enseñanza-aprendizaje y su utilización se ha de llevar a cabo en diversas etapas de la secuencia para ser efectiva (Glynn, 1997). Nos interesa observar cómo el alumno modifica sus representaciones mentales a lo largo de la secuencia de aprendizaje y para ello debemos disponer de diferentes producciones realizadas durante la misma.

A pesar de los buenos resultados obtenidos a través del dibujo, y los peores obtenidos a través de las descripciones, creemos necesario combinar tareas de expresión visual con tareas de expresión lingüística (tanto oral como escrita) para la elaboración de actividades que incluyan procesos observacionales. En la práctica educativa de aula y para facilitar el aprendizaje de las ciencias en la que se necesita dominar los diferentes géneros discursivos propios del lenguaje de la ciencia, parece necesaria la incorporación de los dibujos al mismo tiempo que las descripciones escritas complementarias como actividades de aprendizaje. Además, es conveniente que éstas estén guiadas por problemas más que por indicaciones de observación, de esta manera potenciamos el requerimiento cognitivo del alumnado para superarla, potenciando el aprendizaje significativo.

A continuación, y a modo de resumen, enumeramos las conclusiones obtenidas a través de la presente investigación:

- Las ideas previas llegan a conformar modelos mentales estables que, en muchos casos, ni siquiera la observación de la realidad llega a modificar de manera significativa, por lo que se requiere de una actuación didáctica para conseguirlo.
- La realización de dibujos es un buen instrumento para detectar concepciones previas y evaluar la progresión realizada por el alumnado en el aprendizaje.
- El dibujo mejora la adquisición de información en los procesos observacionales, promoviendo la modificación de representaciones mentales, la construcción de conocimiento y el aprendizaje significativo.
- La expresión de imágenes mentales a través del dibujo permite mejorar el cuestionamiento de los conocimientos, y por tanto facilita el cambio conceptual.
- El dibujo de una actividad de observación permite mostrar las características observadas mejor que a través de la realización de descripciones escritas.
- La elaboración de dibujos de una observación en la que previamente se han planteado cuestiones de reflexión mejora el resultado de los mismos.

Los resultados obtenidos en nuestro trabajo significan la necesidad de incluir los dibujos y las descripciones en la formación del profesado, de manera que puedan ser usados con posterioridad en la modelización de procesos y conceptos por parte de su alumnado. Es una actividad adecuada para la búsqueda de los “universales” que señala Platón, o de la “esencia” de Aristóteles, como la “idea común” de todas las hormigas, el modelo mental que conforma “la” hormiga, que pertenece al grupo de los artrópodos con unas características que lo definen.

Reseñas bibliográficas

Ainsworth, S., Prain, V. y Tytler, R. (2011). Drawing to learn in Science. *Science*, 333, 1096-1097.

Ainsworth, S.; Nathan, M.J. y Van Meter, P. (2010). *Learning about dynamic systems by drawing*. University of Nottingham. School of Psychology.

Ausubel, D. P. (2002). *Adquisición y retención del conocimiento. Una perspectiva cognitiva*. Barcelona: Paidós.

- Civil, R. y Marzàbal, A. (2009). Diferents maneres de mirar el món: la descripció a l'aula de ciències. *Ciències: revista del professorat de ciències de primària i secundària*, 14, 21-24
- Driver, R. (1986). Psicología cognoscitiva y esquemas conceptuales de los alumnos. *Enseñanza de las ciencias*, 4 (1), 3-15.
- Glynn, S.M. y Muth, K.D. (1994). Reading and writing to learn science: Achieving scientific literacy. *Journal of Research in Science Teaching*, 31 (9), 1057-1073.
- Glynn, S. (1997). Drawing mental models. *The Science Teacher*, 64 (1), 30-33.
- Gobert, J. y Clement, J. (1999). Effects of student-generated diagrams versus student-generated summaries on conceptual understanding of casual and dynamic knowledge in plate tectonics. *Journal of Research in Science Teaching*, 36 (1), 39-53.
- Gómez-Alemany, I. (2000). Bases teóricas de una propuesta didáctica para favorecer la comunicación en el aula. En VV.AA. *Hablar y escribir para aprender*. Madrid: Síntesis.
- Grilli, J., Laxague M. y Barboza, L. (2015). Dibujo, fotografía y biología. Construir ciencia con y a partir de la imagen. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 12 (1), 91-108. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/10498/16926>
- Izquierdo, M. y Sanmartí, N. (1998) Ensenyar a llegir i escriure textos de Ciències de la Naturalesa. En: Parlar i escriure per aprendre. Bellaterra: ICE de la UAB.
- Jiménez Aleixandre, M.P. (2003). Comunicación y lenguaje en la clase de ciencias. En VV.AA. *Enseñar ciencias*. Barcelona: Graó
- Johnson-Laird, P. N. (1983). *Mental Models. Towards a Cognitive Science of Language, Inference, and Consciousness*. Cambridge: Harvard University Press
- Jorba, J. (2000). La comunicación y las habilidades cognitivolingüísticas. En VV.AA. *Hablar y escribir para aprender*. Madrid: Síntesis
- Kress, G., Jewitt, C., Ogborn, J. y Tsatsarelis, C. (2001). *Multimodal teaching and learning: the rhetorics of the science classroom*. London: Continuum
- Lerner, N. (2007). Drawing to learn sciences: Legacies of Agassiz. *J. technical writing and communication*, Vol. 37 (4), 379-394.
- Lerner, D., Aisenberg, B. y Espinoza, A. (2010). La lectura y la escritura en la enseñanza de Ciencias Naturales y de Ciencias Sociales. Una investigación en didácticas específicas. *Anuario de investigaciones en Ciencias de la Educación*. Universidad de Buenos Aires: Instituto de investigaciones en Ciencias de la Educación. Facultad de Filosofía y letras.
- Levie, W. y Lentz, R. (1982). Effects of text illustrations: A review. *Research Educational Communications and Technology Journal*, 30, 195-232.
- Marbà, A., Márquez, C. y Sanmartí, N. (2009). ¿Qué implica leer en clase de ciencias? *Alambique*, n.59, 102-11.
- Márquez, C. (2002). Dibujar en clase de ciencias. *Aula de Innovación educativa*, 117, 54-57.
- Moreira, M. A. (2000). *Aprendizaje Significativo: teoría y práctica*. Madrid: Visor.
- Prangmsma, M., Van Boxel, C. y Kanselaar, G. (2008). Developing a "big picture": Effects of collaborative construction of multimodal representations in history. *Instructional Science*, 36 (2), 117-136.
- Rumelhart, D.E. y Norman, D.A. (1981). Analogical processes in learning. En Anderson, J.R. (Ed). *Cognitive skills and their acquisition*. Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associates.

- Sanmartí, N. (2007). Hablar, leer y escribir para aprender ciencia. En Fernández, p. (coordra.) *La competencia en comunicación lingüística en las áreas del currículo*. Madrid: MEC. Colección Aulas de Verano.
- Van Meter, P. y Garner, J. (2005). The promise and practice of learner-generated drawing: Literature review and synthesis. *Educational Psychology Review*, 17 (4), 285-325.