

SOBRE LA PERCEPCIÓN DE LA SIMILITUD MORFOLÓGICA

J.M.^a GONZÁLEZ-DONOSO, D. LINARES,
P. PALMQVIST y F. SERRANO

Departamento de Geología,
Facultad de Ciencias, Universidad de Málaga.
29071-Málaga. España.

ABSTRACT

With the aim of evaluating the relationships between the ability for perceiving morphological similarities and a series of factors such as academic outputs, sex, level of studies and urban environment of home locality, a test consisting of 16 drawings of planktonic foraminifera shells was submitted to a group formed by students of Biological Sciences from the University of Málaga. In this test we requested the students for associating these drawings into 8 pairs, by putting their attention exclusively to the shape of the penultimate chamber in each specimen. Pairs of chambers were previously established by several specialists in the taxonomy of various groups of organisms and also by means of morphometrical analyses. The obtained results show that there are no statistically significant differences between the medium numbers of correctly associated pairs by each class of sex or home locality. As regards the academic outputs, taking as reference the qualification marks obtained in the first degree course, the students with best records get right a significantly greater number of pairs than the remainder ones. In relation to the level of studies reached, it is observed that the students of the second cycle associate correctly a higher medium number of pairs than that obtained by the students of the first one; it is also observed a significant increase in the percentages of correct associations for each pair of chambers when both cycles are compared between themselves.

Keywords: Morphological similarity, planktonic foraminifera, chambers, biometry.

RESUMEN

Con objeto de evaluar las relaciones entre la capacidad de percibir similitudes morfológicas y una serie de factores tales como el rendimiento académico, sexo, nivel de estudios y entorno urbano de la localidad de residencia familiar, se ha sometido a un conjunto de estudiantes de Ciencias Biológicas de la Universidad de Málaga a una prueba consistente en suministrarles 16 dibujos de conchas de foraminíferos planctónicos y pedirles que las asocien en 8 parejas, prestando atención exclusivamente a la forma del contorno de la penúltima cámara de cada ejemplar. Las parejas fueron establecidas previamente por varios especialistas en la taxonomía de distintos grupos de organismos y también mediante análisis morfométrico. Los resultados obtenidos indican que no hay diferencias que resulten estadísticamente significativas entre los números medios de parejas asociadas correctamente por cada clase de sexo o entorno urbano. En lo que se refiere al rendimiento académico, tomando como referencia las calificaciones obtenidas en el primer curso de la licenciatura, los alumnos con mejor expediente aciertan un número medio de parejas significativamente mayor que el resto de los alumnos. En relación al nivel de estudios alcanzado, se observa que los alumnos de segundo ciclo asocian correctamente un número medio de parejas superior que los de primer ciclo; también se observa un aumento significativo de los porcentajes de asociaciones correctas para cada pareja al comparar ambos ciclos entre sí.

Palabras clave: Similitud morfológica, foraminíferos planctónicos, cámaras, biometría.

INTRODUCCIÓN

Valorar la semejanza entre las formas de los objetos es una operación que realizamos cotidianamente, de manera inconsciente y con mil finalidades distintas: esto es similar a aquello, esto, por su forma, es un objeto de la clase x, esto es más parecido a eso que a aquello, etc. En nuestra labor de paleontólogos, la valoración de la similitud es una cuestión básica a la hora de efectuar operaciones tan esenciales como las de clasificar o identificar.

Pero si nos preguntan por qué estimamos que dos objetos (o partes de los mismos) son más similares entre sí que cualquiera de ellos con un tercero, puede que la contestación no sea muy precisa, ni muy satisfactoria... ni para nosotros mismos. Y si presentamos una serie de objetos a varias personas para que se establezcan sus similitudes, no todos los valorarán de igual manera, salvo en casos de semejanzas o disimilaridades muy evidentes.

Las raíces de estos problemas son múltiples; si, para simplificar, nos referimos a objetos bidimensionales

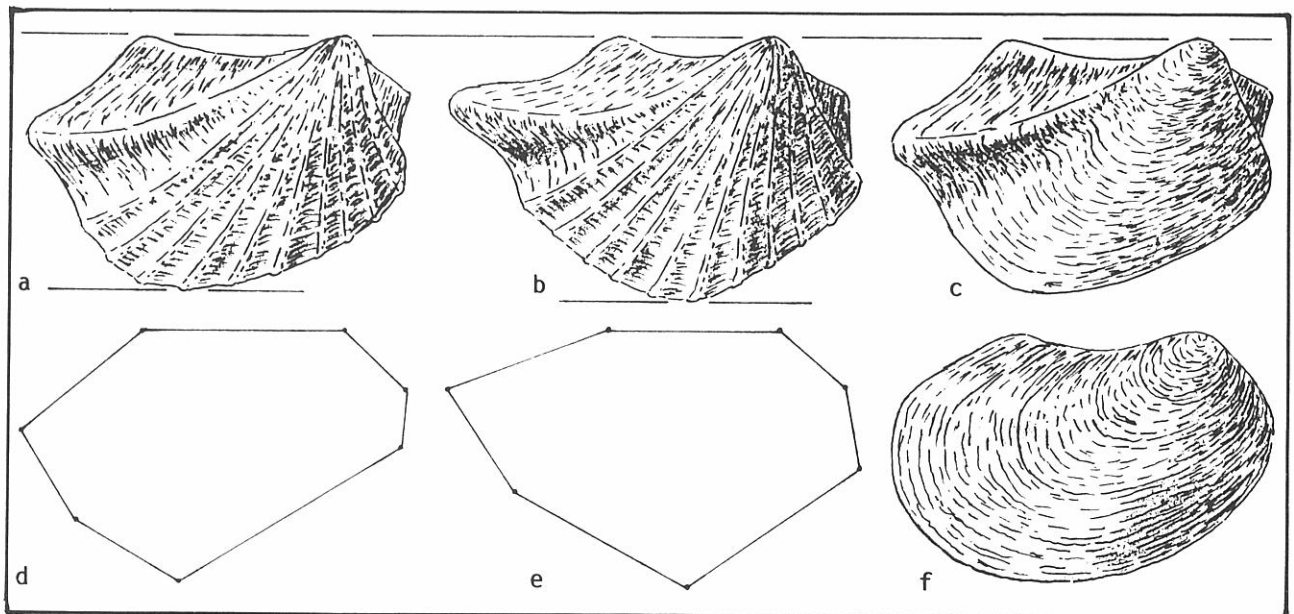


Figura 1. Problemas generales de la evaluación de las semejanzas (explicación en el texto).

(o a vistas, en semejante orientación, de objetos tridimensionales), cuando tienen forma poligonal y hay correspondencia entre sus partes, no parece que deba haber problemas; dos objetos serán tanto más semejantes cuanto más lo sean sus proporciones lineales y sus ángulos, con lo que la validez de nuestra estimación de la semejanza dependerá, en primer lugar, de nuestra capacidad de apreciar correctamente tales proporciones. Pero si los objetos no son poligonales (Figs. 1a, b) la cuestión se complica; una solución consiste en simplificar las formas a otras poligonales, utilizando puntos homólogos en los objetos a comparar (Figs. 1d, e), con lo que se introduce un nuevo problema: el de reconocer las homologías. Pero, además, puede ocurrir que tales puntos no existan, o no sean reconocibles (Figs. 1c, f), en cuyo caso simplificar los objetos de manera equivalente es una cuestión totalmente subjetiva.

Volvamos al caso sencillo, el de las formas poligonales; supongamos que hemos evaluado ya las proporciones lineales y ángulos, pero ¿cómo estimamos las semejanzas entre las figuras a partir de los mismos? Quizás lo lógico sería una evaluación global, aunque sea subjetiva, pero es probable que en muchos casos lo que hagamos en realidad sea fijarnos en un ángulo (o en unos pocos) o en una proporción determinada, lo que añade una nueva fuente de subjetividad y discrepancia entre las evaluaciones realizadas por distintas personas.

Por último, en muchos casos ocurrirá que un objeto (Fig. 1a), de forma general parecida a la de un segundo (Fig. 1c), lo juzgaremos más semejante a un tercero más disimilar (Fig. 1b), a causa de una o más características llamativas comunes a ambos. Y, además, puede ocurrir que tal característica indique algo más importante (para la taxonomía o para otra finalidad) que la mera semejanza en sí: un mismo origen, una misma función, etc.

Dados estos problemas, no es rara la fascinación que despiertan los métodos numéricos encaminados a calcular la semejanza. Pero los problemas que subyacen a tal metodología son exactamente los anteriormente citados: hay que elegir los componentes de la forma que se van a utilizar como descriptores de la misma, hay que reconocerlos en cada objeto, decidir si se va a dar más peso a unos que a otros y escoger, entre los diferentes coeficientes de semejanza existentes, el que se va a utilizar, siendo conscientes de que, aplicados a los mismos descriptores de una serie de objetos, cada uno va a dar un resultado distinto.

Supongamos entonces que tenemos una serie de resultados, provenientes de la utilización de diferentes metodologías (distintos descriptores y/o distintos coeficientes). ¿Cuál es el mejor? Evidentemente se trata de una pregunta sin respuesta objetiva posible. Una posibilidad es la de juzgar como mejor metodología aquella que ofrezca resultados más próximos a las evaluaciones efectuadas por taxónomos experimentados.

En un trabajo publicado recientemente (González Donoso y Palmqvist, 1990) exploramos las posibilidades de caracterizar, biométricamente, la forma del contorno de las cámaras de los foraminíferos planctónicos, utilizando como metodología morfométrica el análisis de series de Fourier de contornos cerrados. Dado que hay porciones de la periferia de la cámara cuya forma depende, al menos en parte, de la morfología de las cámaras precedentes, ensayamos diferentes modalidades de análisis para cerrar artificialmente aquella parte del contorno de la cámara que es propio de ella. Para decidir cuál de las modalidades es la más adecuada, se utilizaron las vistas espirales de 16 individuos del género *Globotruncanita* (tomadas de la bibliografía). Se mostraron a varios especialistas de diferentes grupos taxonómicos y se les pidió que las agrupasen entre sí por

parejas, de acuerdo con sus semejanzas visuales; todos propusieron exactamente las mismas asociaciones. Al comparar estos resultados con los obtenidos mediante las diferentes modalidades de análisis morfométrico del contorno cameral, en combinación con distintas técnicas de análisis multivariante, pudimos constatar que la mayor correspondencia entre las asociaciones visuales y las biométricas se lograba al emplear la modalidad de análisis consistente en cerrar, mediante una línea recta, la porción del contorno de la cámara formado por la sutura intercameral anterior y la carena, y tomando como coeficiente de semejanza el de correlación de Pearson, pues de esta manera se logran reproducir 7 de

las 8 parejas de cámaras establecidas por los especialistas; la pareja restante, integrada por las cámaras I₈ e I₁ (ver Fig. 1), asociadas entre sí por los especialistas, por presentar una característica lobulación posterior (aún cuando el resto de sus contornos difieren bastante) revela una peculiaridad del análisis de Fourier: esta metodología morfométrica parece tener más en cuenta las proporciones generales de los contornos analizados que sus morfologías particulares en determinadas regiones, mientras que los especialistas consultados dieron, comparativamente, una mayor importancia a dichos caracteres locales.

Ahora bien, ¿qué ocurre si, en lugar de taxóno-

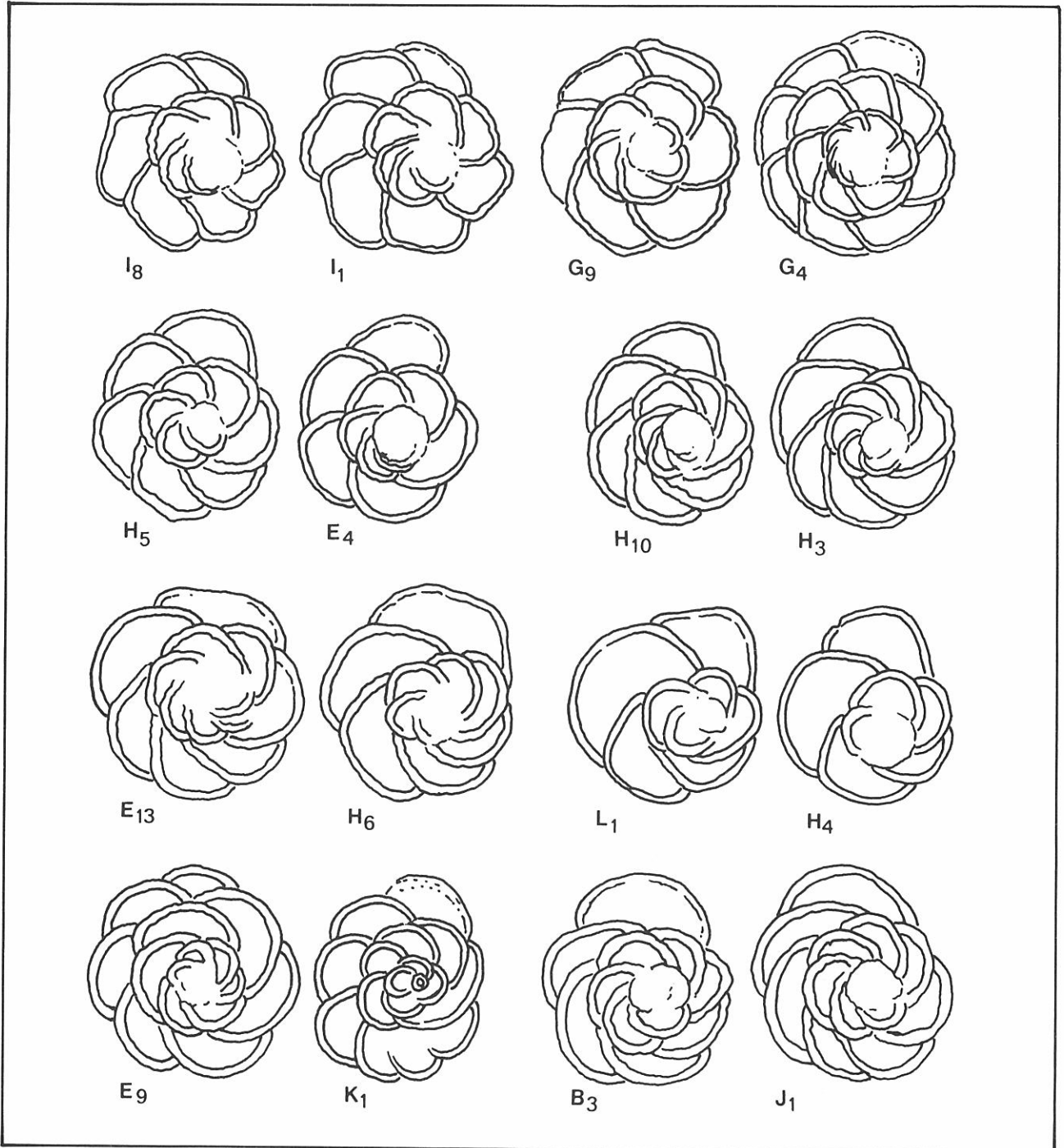


Figura 2. Ejemplares utilizados en la encuesta (ver texto).

mos avezados, los que evalúan la similitud son personas con experiencia taxonómica escasa o nula? ¿Existe alguna relación entre la capacidad intelectual, los conocimientos, etc., del individuo y su capacidad de evaluar correctamente las semejanzas (partiendo de la base de que las estimadas por los especialistas son las verdaderas)?

Como contribución a esta problemática se ha intentado estimar las posibles relaciones existentes entre la capacidad de los estudiantes de Ciencias Biológicas de la Universidad de Málaga para percibir visualmente las similitudes morfológicas y una serie de factores, tales como el rendimiento académico, sexo, nivel de estudios alcanzado en el momento de la encuesta y entorno urbano de la localidad de residencia familiar.

MATERIAL Y MÉTODOS

Con este motivo, se suministró a alumnos pertenecientes a los diferentes cursos de la licenciatura una encuesta, en la cual se les solicitaba que asociasen en parejas, de acuerdo con sus semejanzas visuales, los ejemplares que aparecen representados en la Fig. 2 (obviamente, para ello se realizó otra figura, reordenándolos aleatoriamente); en la encuesta se indicaba a los alumnos que, para proceder a la agrupación de los ejemplares en parejas, atendiesen, exclusivamente, a la forma del contorno de las penúltimas cámaras, que no tuviesen en cuenta tamaño ni orientación de las mismas

y que prescindiesen de la forma, tamaño o número de las restantes cámaras de cada ejemplar. Una vez concluidas las pruebas, en cada encuesta se comprobó cuáles de las parejas eran asociadas correctamente y se tomaron, de los expedientes de los alumnos, los datos relativos a las calificaciones obtenidas en la convocatoria de junio para las 5 asignaturas que se cursan durante el primer año de la carrera, la localidad de residencia paterna y el ciclo de estudios en el momento de efectuar la prueba. Los alumnos fueron clasificados en grupos, según la suma de puntos alcanzada en la convocatoria de junio del primer año (considerando, para cada asignatura, suspenso, 0 puntos; aprobado, 1; notable 2; sobresaliente, 3; matrícula de honor, 4), sexo, entorno urbano de la localidad de residencia familiar (ciudad o pueblo) y ciclo de estudios (primero o segundo). Para comparar los resultados obtenidos en el número medio de parejas correctamente asociadas por cada uno de estos grupos se utilizó el test de la *t* de Student; dado que las distribuciones obtenidas son fuertemente asimétricas, se empleó también como prueba no paramétrica el test *U* de Mann-Whitney (en Siegel, 1986), cuya relación potencia/eficiencia resulta bastante próxima a la del anterior.

RESULTADOS

En la Tabla 1 se muestra, para cada uno de los grupos distinguidos, el número de alumnos que logran ca-

| | | Nº de parejas acertadas | | | | | | | | Estadísticos | | | Frecuencias relativas | | | | | | | |
|--|----------|-------------------------|---|----|----|----|----|----|----|--------------|----------------|-----|-----------------------|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 8 | \bar{X} | S.E. \bar{X} | N | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 8 |
| Calificaciones obtenidas durante el primer curso | ≤2 | 2 | 1 | 3 | 11 | 13 | 13 | 13 | 18 | 5,23 | 0,24 | 74 | | | | | | | | |
| | 3 - 5 | 1 | 2 | 9 | 11 | 21 | 14 | 16 | 16 | 4,79 | 0,21 | 90 | | | | | | | | |
| | 6 - 8 | | 3 | 4 | 7 | 8 | 6 | 9 | 12 | 4,98 | 0,31 | 49 | | | | | | | | |
| | 9 - 11 | | 1 | | 2 | 3 | 2 | 3 | 7 | 5,72 | 0,52 | 18 | | | | | | | | |
| | ≥12 | | | | 1 | 1 | 1 | 4 | 3 | 6,00 | 0,54 | 10 | | | | | | | | |
| Sexo del alumno | Varones | 1 | 7 | 12 | 16 | 23 | 19 | 27 | 28 | 4,91 | 0,19 | 133 | | | | | | | | |
| | Hembras | 1 | 2 | 5 | 16 | 24 | 17 | 18 | 29 | 5,19 | 0,19 | 112 | | | | | | | | |
| Localidad de residencia familiar | Ciudad | 1 | 5 | 13 | 22 | 26 | 24 | 31 | 45 | 5,20 | 0,17 | 167 | | | | | | | | |
| | Pueblo | 1 | 4 | 4 | 10 | 19 | 12 | 14 | 12 | 4,71 | 0,23 | 76 | | | | | | | | |
| Nivel de estudios | 1º ciclo | 2 | 5 | 11 | 25 | 33 | 23 | 30 | 32 | 4,88 | 0,16 | 161 | | | | | | | | |
| | 2º ciclo | | 2 | 5 | 7 | 13 | 13 | 17 | 27 | 5,57 | 0,22 | 84 | | | | | | | | |

Tabla 1. Frecuencias de parejas correctamente asociadas por los diferentes grupos de alumnos, establecidos según el expediente académico, el sexo, la localidad de residencia familiar y el nivel de estudios.

da uno de los posibles números de aciertos (obviamente, siete aciertos no son posibles), el número medio de parejas acertadas (\bar{X}), su error estándar (S.E. \bar{X}) y el número de observaciones (N) en cada grupo; asimismo, en la parte derecha de la tabla las frecuencias aparecen expresadas, gráficamente, en valores porcentuales.

En lo relativo al expediente académico del primer curso, en la Tabla 1 se puede observar cómo existe una cierta tendencia a que el número medio de parejas correctamente acertadas se incremente conforme aumentan las calificaciones. Al comparar el número medio de parejas acertadas por los alumnos con expediente superior a 8 puntos ($\bar{X} = 5'82$; S.E. $\bar{X} = 0'37$; N = 28) con el correspondiente a los restantes alumnos ($\bar{X} = 4'99$; S.E. $\bar{X} = 0'14$; N = 213) se observa una diferencia que resulta significativa ($p < 0'05$) de acuerdo con los tests estadísticos utilizados.

En relación al sexo, el grupo integrado por los alumnos femeninos obtiene un número medio de parejas correctamente asociadas ($\bar{X} = 5'19$; S.E. $\bar{X} = 0'19$; N = 112) algo mayor que el grupo formado por los alumnos de sexo masculino ($\bar{X} = 4'91$; S.E. $\bar{X} = 0'19$; N = 133), aunque tal diferencia no es estadísticamente significativa ($p > 0'3$).

Respecto al entorno urbano del domicilio de residencia familiar, el grupo constituido por los alumnos de ciudad ha proporcionado un número de parejas de cámaras correctas ($\bar{X} = 5'2$; S.E. $\bar{X} = 0'17$; N = 167) superior al de los alumnos de pueblo ($\bar{X} = 4'71$; S.E. $\bar{X} = 0'23$; N = 76), pero la diferencia tampoco resulta ser estadísticamente significativa ($p > 0'1$) en este caso, aunque lo sea algo más que en el anterior. que lo sea algo más que en el anterior.

| Parejas | 1º ciclo | 2º ciclo | test t |
|----------------------------------|----------|----------|-----------|
| I ₈ - I ₁ | 75,16% | 80,95% | 1,02 (-) |
| G ₉ - G ₄ | 83,85% | 92,86% | 1,99 (*) |
| H ₅ - E ₄ | 47,20% | 60,71% | 2,01 (*) |
| H ₁₀ - H ₃ | 26,71% | 42,85% | 2,57 (**) |
| E ₁₃ - H ₆ | 41,61% | 60,71% | 2,84 (**) |
| L ₁ - H ₄ | 68,94% | 78,57% | 1,60 (-) |
| E ₉ - K ₁ | 65,22% | 73,81% | 1,37 (-) |
| B ₃ - J ₁ | 68,32% | 73,81% | 0,89 (-) |

Tabla 2. Porcentajes de asociaciones correctas para cada pareja de cámaras por los alumnos de primer y segundo ciclo (*: $p < 0,05$; **: $p < 0,01$; -: diferencia no significativa).

Por último, respecto al nivel de estudios alcanzado por los alumnos, el grupo formado por los del primer ciclo de la licenciatura suministra un número medio de parejas acertadas ($\bar{X} = 4'88$; S.E. $\bar{X} = 0'16$; N = 161) bastante inferior al del grupo integrado por los alumnos de segundo ciclo ($\bar{X} = 5'57$; S.E. $\bar{X} = 0'22$; N = 84) y esta diferencia resulta ser altamente significativa ($p < 0'01$) de acuerdo con los tests estadísticos utilizados en la comparación.

En lo que se refiere a los porcentajes de asociaciones correctas para cada pareja de cámaras, estos resultados aparecen recogidos en la Tabla 2, en la que se puede apreciar como tales porcentajes son mayores en el grupo de alumnos de segundo ciclo, resultando además que para la mitad de las parejas la diferencia es estadísticamente significativa. En el caso de los alumnos de segundo ciclo, los mayores porcentajes de asociación para cada cámara se consiguen, en todos los casos, con su pareja teórica, mientras que los alumnos de primer ciclo asocian las cámaras de 7 de las parejas preferentemente entre sí, pero a las cámaras H₁₀ y H₃ las tienden a asociar más con las cámaras de la pareja formada por E₁₃ y H₆, resultado similar al obtenido con algunas de las modalidades de análisis morfométrico (González Donoso y Palmqvist, 1990); por el contrario, la pareja teórica integrada por I₈ e I₁, que no conseguía ser reproducida mediante ninguna de las metodologías morfométricas utilizadas, sí es correctamente propuesta por la mayoría de los alumnos de ambos ciclos.

CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos, la capacidad de los alumnos de Ciencias Biológicas para percibir visualmente la similitud morfológica parece estar relacionada, por una parte, con su capacidad intelectual, en la medida en que el expediente académico sea un buen reflejo de esta última y, por otra parte, con el nivel de estudios alcanzado en la carrera. Así, los alumnos con mejores calificaciones asocian correctamente más cámaras que los de peor expediente e, igualmente, los alumnos de segundo ciclo aciertan por lo general en un mayor número de emparejamientos que los de primer ciclo, lo que sugiere que la capacidad de apreciar las semejanzas visualmente aumenta al ir creciendo el nivel de estudios alcanzado.

La percepción de la similitud morfológica parece ser algo mayor en los alumnos de sexo femenino que en los varones y en los que han vivido en ciudad frente a los de entorno rural, aunque estas diferencias no resultan ser, en ambos casos, estadísticamente significativas.

AGRADECIMIENTOS

Deseamos mostrar nuestro agradecimiento a los alumnos y profesores de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Málaga que colaboraron en el desarrollo de esta prueba.

BIBLIOGRAFÍA

- González Donoso, J.M. y Palmqvist, P. 1990. Sobre la caracterización biométrica del crecimiento y la forma de los foraminíferos plantónicos. Aplicación de las series de Fourier al análisis de la forma de las cámaras. *Revista Española de Paleontología*, 5, 81-90.
- Siegel, S. 1986. *Estadística no paramétrica*. Trillas, México, 344 pp.