



ARTÍCULO ORIGINAL

## Valor didáctico de las claves interactivas en laboratorios de la asignatura Biología de algas y hongos

*Didactic value of interactive keys in laboratories of Biology of algae and fungi course*

Abdiel Jover Capote<sup>1</sup> y Asiel Cabrera Guerrero<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Biología,  
Facultad de Ciencias Naturales y  
Exactas, Universidad de Oriente

<sup>2</sup> Grupo Científico Estudiantil de  
Ecología Marina "Dra. María Elena  
Ibarra Martín", Facultad de  
Ciencias Naturales y Exactas,  
Universidad de Oriente

Autor para correspondencia:  
[ajover@uo.edu.cu](mailto:ajover@uo.edu.cu)

### RESUMEN

El empleo de recursos didácticos, como las claves interactivas, fomenta el desarrollo de habilidades en la formación del profesional de la Biología. En el presente trabajo se evalúa el valor didáctico de las claves interactivas en la enseñanza de la sistemática vegetal en la asignatura Biología de Algas y Hongos. Se analizaron las calificaciones, principales dificultades de los informes de laboratorios y se aplicó una encuesta a los estudiantes que cursaron la asignatura en el curso 2015-2016 en la carrera de Biología de la Universidad de Oriente. Las claves interactivas contribuyen a que se alcancen calificaciones docentes mejores en las clases que lo emplearon (ANOVA:  $F=9,423$ ,  $gl=74$ ,  $p=0,003$ ). En la manipulación de las mismas los estudiantes seleccionan conocimientos apropiados para la identificación de especies vegetales, les permitió comprender lo que aprenden y pueden adaptarlos a situaciones nuevas (realización de claves de identificación taxonómica o en la descripción de especímenes). Además estimuló el aprendizaje mediante el aumento de la motivación profesional. La introducción de las claves interactivas en la docencia de pregrado constituye una buena práctica educativa que permite dar cumplimiento a los objetivos docentes (instructivos y educativos) y se desarrollan las habilidades identificadas en los informes de laboratorios.

**Palabras clave:** recursos didácticos, habilidades, aprendizaje, formación del profesional, sistemática vegetal

### ABSTRACT

*The use of educational resources, including interactive keys, encourages the development of skills in the professional training of biology. In this paper, the educational value of interactive keys in the teaching of biology in plant systematic subject of algae and fungi is evaluated. Scores are analysed, main difficulties of laboratory reports and a survey was applied to students who*

Recibido: 2016-09-18

Aceptado: 2017-03-15

*completed the course in the 2015-2016 racecourses in Biology at the University of East. Interactive keys contribute to better educational qualifications are achieved in classes that used it (ANOVA:  $F = 9.423$ ,  $df = 74$ ,  $p = 0.003$ ). In handling, those students select appropriate knowledge for the identification of plant species, allowed them to understand what they learn and can adapt to new situations (making key taxonomic identification or description of specimens). Besides learning it stimulated by increasing professional motivation. The introduction of interactive keys in undergraduate teaching is a good educational practice that allows teachers to fulfil the objectives (instructional and educational) and skills identified in laboratory reports are developed.*

**Keywords:** didactic resources, skills, learning, professional training, plant systematic

## INTRODUCCIÓN

Las prácticas de laboratorios constituyen una de las actividades docentes importantes en el desarrollo de habilidades en las carreras de Ciencias Naturales (Fernández, 2013). En estas clases el enfoque investigador predomina y la fuente de información específica es la propia entidad o fenómeno que es objeto de estudio. En su realización se articulan diferentes actividades (experiencias, experimentos, ejercicios prácticos e investigaciones) que de manera integrada articulan la teoría y la práctica (Caamaño, 2004; Leite y Figueroa, 2004).

La asignatura Biología de Algas y Hongos (antes Monera-Protoctista-Fungi) con un fondo de tiempo de 64 horas se imparte en la carrera de Biología en el primer año. Es introductoria, tiene como objeto de estudio los grupos taxonómicos que tradicionalmente se agrupan en las algas y los hongos. Las prácticas de laboratorios (59% del fondo de tiempo total) tiene entre sus propósitos el desarrollo de habilidades básicas de la sistemática vegetal (describir con palabras o esquemas los caracteres de los grupos en estudio, comparar conjuntos de caracteres, discriminar los caracteres diagnósticos que permiten ubicar un organismo en diferentes niveles taxonómicos, utilizar y confeccionar claves de identificación y utilizar de manera adecuada los instrumentos y equipos necesarios para la observación de preparaciones microscópicas) (MES, 2007).

En los cinco cursos académicos en los que se ha implementado el Plan de Estudio D se han diagnosticado insuficiencias en el proceso de enseñanza-aprendizaje en la asignatura Biología de Algas y Hongos. En esencia las dos dificultades mayores consisten en la desactualización de los contenidos y el desarrollo de habilidades cognitivas y de trabajo del biólogo. El trabajo metodológico en la Disciplina de Biología Vegetal del Departamento de

Biología tiene entre sus resultados la adecuación de los contenidos acorde con el desarrollo actual de la Botánica, tomando como referencia los criterios de Bresinsky *et al.* (2013), Raven *et al.* (2013) y Arana *et al.* (2014). Sin embargo, no se han logrado buenos resultados en las evaluaciones de los laboratorios en los aspectos relacionado con la identificación de caracteres generales y diagnósticos y en la clasificación de los grupos de algas y hongos.

La identificación y clasificación de organismos vegetales constituyen contenidos esenciales a dominar por el biólogo para asegurar su desempeño profesional. Según Rifa y Méndez (2015) estas habilidades forman parte de los modos de actuación del profesional de la Biología ya sea asumiendo la docencia o en la investigación y mejoramiento de la biodiversidad. Además el dominio de las mismas se va adquiriendo de manera paulatina por estudiantes y especialistas (Méndez *et al.*, 1996-97; 2004).

Las claves de identificación taxonómica son una herramienta útil para identificar los seres vivos. Las mismas no se consideran un método de clasificación, sino que constituyen un medio auxiliar que facilita la identificación de la biodiversidad en las diferentes categorías taxonómicas: familia, género o especie (Yepes *et al.*, 2010). Los trabajos con claves para los grupos que se estudian en esta asignatura generalmente carecen de ilustraciones y descripciones adecuadas que faciliten su uso por estudiantes de los primeros años de Biología. Por su parte, las claves interactivas son usadas para crear un sistema de identificación que elimina los problemas de las claves dicotómicas y politómicas pues provee una funcionalidad que es imposible de lograr en las formas impresas. Además se ha comprobado su eficacia en la motivación en la enseñanza de la Sistemática Vegetal (Silva *et al.*, 2010).

En el presente trabajo se evalúa el uso de las claves interactivas como herramienta didáctica en el desarrollo de habilidades profesionales en los laboratorios de la asignatura Biología de Algas Hongos en los estudiantes de la carrera de Biología en la Universidad de Oriente, Cuba.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio parte del análisis y síntesis de las principales dificultades que presentaron los estudiantes en las evaluaciones de los laboratorios en el curso académico 2015-2016. En total se revisaron los informes de 10 prácticas de los 15 estudiantes que la cursaron para un tamaño de muestra de 150.

En los laboratorios de identificación de algas verdes (phylum Chlorophyta) y de algas pardas y diatomeas (phylum Heterokontophyta) se introdujeron las claves interactivas en el curso 2015-2016. Se seleccionaron las claves interactivas para los géneros de algas marinas tropicales de México I: Algas Verdes (León *et al.*, 2007) y II: Algas Pardas (León *et al.*, 2011). El criterio de selección de las mismas fue porque en ambas se encuentran los géneros de macroalgas consignadas para las aguas cubanas (Suárez *et al.*, 2015) y las dos se encuentran disponibles en internet: [http://sistemas.fciencias.unam.mx/~macroalgas/macroalgas\\_verdes/](http://sistemas.fciencias.unam.mx/~macroalgas/macroalgas_verdes/) y [http://sistemas.fciencias.unam.mx/~macroalgas/macroalgas\\_pardas/](http://sistemas.fciencias.unam.mx/~macroalgas/macroalgas_pardas/). También en ellas se pueden analizar los datos almacenados de los diferentes géneros de macroalgas marina, buscar semejanzas y diferencias entre los taxa y encontrar descripciones tanto amplias como diagnósticas.

Se utilizó como técnica el diseño y aplicación de una encuesta para recabar información sobre las habilidades que ocasionaron mayor dificultad a la hora de la realización de los informes (Anexo 1). También permitió evaluar el grado de satisfacción de los estudiantes y conocer posibles sugerencias para la utilización de las claves interactivas. En el estudio se utiliza una metodología descriptiva analítica.

Para evaluar el empleo de las claves interactivas como herramienta didáctica, en la encuesta, se les pregunta el grado de satisfacción que tienen en el desarrollo de ocho habilidades relacionadas con la identificación y clasificación de los vegetales. Las respuestas están basadas en una escala de Likert de seis opciones: muy insatisfecho, insatisfecho, algo satisfecho, satisfecho, muy satisfecho y no sabe/ no contesta (López, 2005).

La validación de las encuestas se realizó mediante la aplicación de la prueba alfa de Cronbach ( $\alpha_c$ ), la cual se analizó con el paquete estadístico SPSS. Para evaluar los coeficientes de alfa de Cronbach se siguieron los criterios de Celina y Campos (2005).

Para asignar un orden de prioridades a las habilidades de mayor dificultad en desarrollar por los estudiantes durante la asignatura, se usó el diagrama de Pareto, el mismo se realizó en Microsoft Excel para Windows. Mediante el principio de Pareto, se pueden detectar las causas que tienen más relevancia. Se afirma que tanto la distribución de los efectos como sus posibles causas no es un proceso lineal, sino que el 20% de las causas totales hace que sean originados el 80% de los efectos (Gutiérrez y De la Vara, 2004).

Para comparar el comportamiento de los resultados de las evaluaciones obtenidas en los informes de laboratorio entre las prácticas que emplearon o no las claves interactivas se realizó un ANOVA de una vía. Para la selección de la prueba estadística se utilizaron los criterios de Zar (1999). Estos análisis se realizaron con el programa estadístico PAST (Hammer *et al.*, 2001).

## RESULTADOS

En la asignatura Biología de Algas y Hongos de la carrera de Biología en la Universidad de Oriente el promedio de calificaciones de los informes de laboratorio oscila entre  $3,13 \pm 0,915$  y  $4,27 \pm 0,884$  (Tabla 1). Si se eliminan los dos laboratorios en el que los estudiantes utilizaron las claves interactivas se observa una tendencia al aumento del promedio de calificaciones en la medida que se desarrolla la asignatura. Las calificaciones más elevadas se obtuvieron en los laboratorios en que se aplicó como recurso didáctico nuevo las claves interactivas con promedios de  $4,27 \pm 0,884$  y  $4,13 \pm 0,834$  (Tabla 1). El análisis estadístico arrojó que existen diferencias significativa en las calificaciones entre los laboratorios que emplearon o no este recurso didáctico (ANOVA:  $F=9,423$ ,  $gl=74$ ,  $p=0,003$ ).

Los informes de laboratorios con mayor número de errores se obtuvieron en las tres primeras frecuencias (Tabla 2). Al contrario de la tendencia observada en el promedio de calificaciones los errores disminuyen en la medida que se imparten los laboratorios. Los trabajos realizados por los estudiantes en los que se detectan menores problemas en todas las habilidades

Tabla 1. Promedio de las notas en los informes de laboratorios de la asignatura Biología de Algas y Hongos. \*Laboratorios en los que se realizaron claves de identificación taxonómica. Subrayado calificaciones de los laboratorios que aplicaron claves interactivas.

Table 1. Averages of the notes in laboratory reports of Biology of Algae and Fungi course. \*Laboratories were taxonomic identification keys were made. Underline qualifications of laboratories using interactive keys.

| Prácticas de Laboratorios  | Calificaciones<br>(media $\pm$ DS) |
|--|------------------------------------|
| Manipulación del microscopio óptico y estereoscópico                 | 4,07 $\pm$ 0,704                   |
| Identificación de cianobacterias                                     | 3,13 $\pm$ 0,915                   |
| Identificación de algas rojas*                                       | 3,73 $\pm$ 0,884                   |
| Identificación de algas verdes: phylum Chlorophyta*                  | <u>4,27 <math>\pm</math> 0,884</u> |
| Identificación de algas pardas y diatomeas: phylum Heterokontophyta* | <u>4,13 <math>\pm</math> 0,834</u> |
| Identificación de hongos ameboides y pseudohongos                    | 3,46 $\pm$ 0,99                    |
| Identificación de hongos zigomicetes*                                | 3,53 $\pm$ 0,99                    |
| Identificación de ascomicetes  | 3,86 $\pm$ 0,743                   |
| Identificación de basidiomicetes*                                    | 3,4 $\pm$ 0,91                     |
| Identificación de líquenes   | 4,07 $\pm$ 0,798                   |

fueron en los laboratorios en que se implementaron las claves interactivas (Tabla 2). La menor cantidad de errores en todos los laboratorios se observó en las habilidades de conceptualizar y comparar. Por su parte las mayores dificultades se encuentran en las habilidades relacionadas con la identificación taxonómica, de caracteres diagnósticos, estados de los caracteres taxonómicos y la confección de claves (Fig. 1).

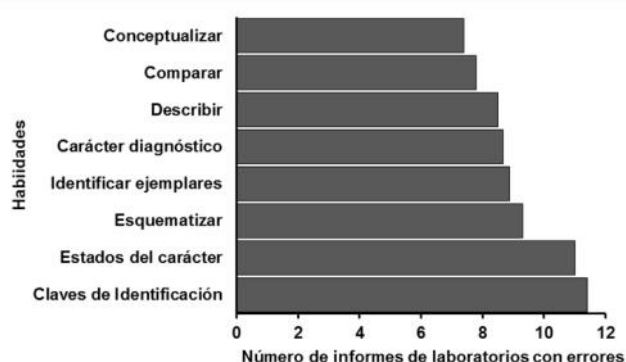
Desde la perspectiva de los estudiantes las

habilidades más difíciles de desarrollar son las relacionadas con la identificación taxonómica (identificación de caracteres diagnósticos y estados de los caracteres taxonómicos), la conceptualización y la elaboración de claves de identificación taxonómica. El diagrama de Pareto (Fig. 2) indica que el 80% de las habilidades que generan mayor dificultad según el orden de prioridad señalado por los estudiantes son: (a) Confeccionar claves de identificación taxonómica, (b) identificar taxonómicamente los ejemplares de

Tabla 2. Errores señalados en los informes de laboratorios de la asignatura Biología de Algas y Hongos (n=15). Dónde: A- Identificar taxonómicamente, B- Identificar caracteres diagnósticos, C- Identificar estados de los caracteres taxonómicos, D- Conceptualizar, E- Describir, F- Comparar, G- Esquematizar y H- Confeccionar claves de identificación taxonómica. \*Laboratorios en los que se realizaron claves de identificación taxonómica.

Table 2. Errors identified in the laboratories reports of Biology of Algae and Fungi course (n=15). Where: A-identify taxonomically, B-Identify diagnostic characters, C-Identify stage of taxonomic characters, D-Conceptualizing, E-describe, F-Compare, G-Schematize, H-Create taxonomic identification keys. \*Laboratories were taxonomic identification keys were made.

| Laboratorios   | Habilidades |    |    |    |    |    |    |    |
|--|-------------|----|----|----|----|----|----|----|
|  | A           | B  | C  | D  | E  | F  | G  | H  |
| Manipulación del microscopio óptico y estereoscópico                 |             |    |    | 15 | 15 | 14 | 15 |    |
| Identificación de cianobacterias                                     | 13          | 13 | 13 | 10 | 13 | 10 | 13 |    |
| Identificación de algas rojas*                                       | 11          | 13 | 14 | 9  | 12 | 10 | 10 | 15 |
| Identificación de algas verdes: phylum Chlorophyta*                  | 7           | 7  | 9  | 3  | 5  | 6  | 7  | 10 |
| Identificación de algas pardas y diatomeas: phylum Heterokontophyta* | 4           | 6  | 8  | 2  | 4  | 6  | 7  | 9  |
| Identificación de hongos ameboides y pseudohongos                    | 10          | 9  | 10 | 9  | 8  | 8  | 9  |    |
| Identificación de hongos zigomicetes*                                | 9           | 7  | 12 | 10 | 9  | 10 | 9  | 12 |
| Identificación de ascomicetes  | 9           | 8  | 11 | 6  | 8  | 7  | 8  |    |
| Identificación de basidiomicetes*                                    | 8           | 8  | 11 | 7  | 6  | 7  | 9  | 11 |
| Identificación de líquenes   | 9           | 3  | 8  | 5  | 6  | 6  | 7  |    |



**Figura 1.** Número de informes de laboratorios con errores por cada habilidad desarrollada en la asignatura Biología de Algas y Hongos.

**Figure 1.** Number of laboratory reports with errors for each skill developed in Biology of Algae and Fungi course.

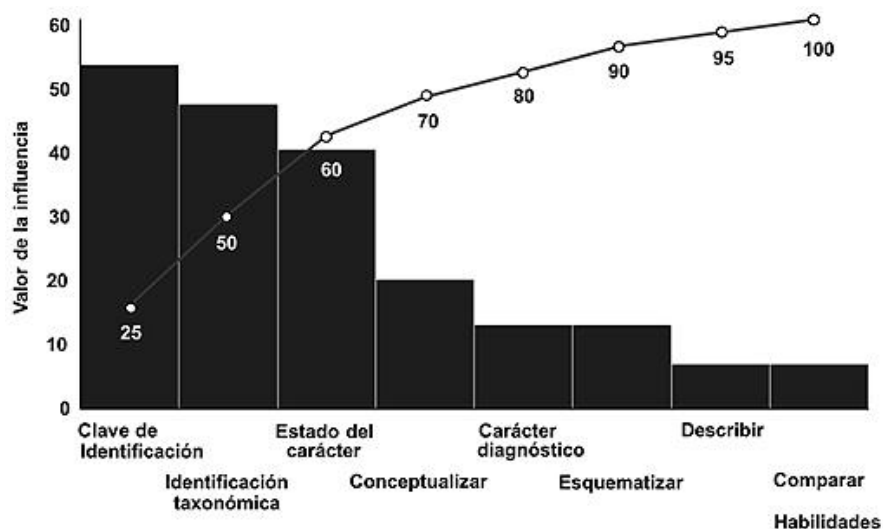
algas y hongos, (c) Identificar el estado de los caracteres taxonómicos, (d) conceptualizar y (e) la Identificación de los caracteres diagnósticos.

El 100% de los estudiantes encuestados ha utilizado en la asignatura Biología de Algas y Hongos las claves interactivas. De manera general el 66,6% de los encuestados reconocen que estas claves han ayudado en el desarrollo de las habilidades a desarrollar en los

laboratorios de la asignatura. Por su parte un 26,3% manifiesta que este medio didáctico no les ayudó y un 6,8% no sabe o no responde. En la prueba alfa de Cronbach realizada al cuestionario se obtuvo un valor de 0,863, lo que da validez a la encuesta.

Las habilidades con valores de satisfacción superiores al 50% de los encuestados fueron: la identificación taxonómica (59,9%), identificación de caracteres diagnósticos (79,9%), conceptualizar (53,3%), describir ejemplares (73,2%), comparar (73,3%) y realizar claves de identificación (59,9%) (Tabla 3). Las mayores insatisfacciones se tienen con la ayuda en la elaboración de los esquemas con un 26,6%. Los resultados de la encuesta arrojan que las claves interactivas empleadas en la docencia ayudaron al 75% de las habilidades que presentaron problemas en los informes de laboratorios de la asignatura. Además el 80% de los encuestados muestran satisfacción con la contribución de las claves interactivas en la asignatura Biología de Algas y Hongos en la motivación profesional (Fig. 3).

El 73% de los estudiantes plantearon sugerencias para el empleo de las claves interactivas en la asignatura. Las mismas están relacionadas con mantener su utilización y generalizarlo a otros grupos taxonómicos (7), emplearlas en otras asignaturas (4),



**Figura 2.** Diagrama de Pareto con las habilidades de mayor dificultad a desarrollar por los estudiantes en la asignatura Biología de Algas y Hongos. Línea punteada representa el porcentaje de frecuencia acumulada (n=15).

**Figure 2.** Pareto diagram with the most difficult skills to be developed by students in Biology of Algae and Fungi course. Dashed line represents the cumulative frequency per cent (n=15).

**Tabla 3.** Niveles de satisfacción (porcentaje) con la ayuda de las claves interactivas en la formación de las habilidades en los laboratorios de Biología de Algas y Hongos (n=15) ( $\alpha_c=0,863$ ).

**Table 3.** Levels of satisfaction (percent) with the help of interactive key in training skill in the laboratories of Biology Algae and Fungi course (n=15) ( $\alpha_c=0,863$ ).

| Habilidades                                       | Muy insatisfecho | Insatisfecho | Algo satisfecho | Satisfecho | Muy satisfecho | No sabe/ No contesta |
|---|------------------|--------------|-----------------|------------|----------------|----------------------|
| Identificar ejemplares                            | 6,6              |              | 20              | 26,6       | 33,3           | 13,3                 |
| Identificar caracteres diagnósticos               | 6,6              |              | 6,6             | 53,3       | 26,6           | 6,6                  |
| Identificar estados de los caracteres taxonómicos | 6,6              |              | 46,6            | 20         | 20             | 6,6                  |
| Conceptualizar                                    | 6,6              |              | 33,3            | 33,3       | 20             | 6,6                  |
| Describir   | 6,6              |              | 13,3            | 26,6       | 46,6           | 6,6                  |
| Comparar  | 6,6              |              | 13,3            | 33,3       | 40             | 6,6                  |
| Esquematizar                                      | 13,3             | 13,3         | 20              | 26,6       | 20             | 6,6                  |
| Confeccionar claves de identificación taxonómica  | 6,6              | 6,6          | 20              | 26,6       | 33,3           | 6,6                  |

explicar mejor su utilización (2) y Mejorar el soporte donde está montado (1).

## DISCUSIÓN

Los bajos resultados en las evaluaciones promedio de los informes pueden estar causados por el insuficiente desarrollo de habilidades experimentales y al inadecuado tratamiento de los contenidos práctico en enseñanzas anteriores. Los escasos trabajos de laboratorios que han recibido los estudiantes son experimentos de verificación, que según Álvarez y Carlino (2005) este tipo de actividad contribuye muy poco al desarrollo de habilidades. En la enseñanza pre-universitaria en Cuba los laboratorios de Biología se utilizan como un espacio para la demostración o comprobación. Por el contrario en la carrera de Biología están orientadas con un enfoque educativo que llevan a los alumnos a definir conceptos y desarrollar habilidades; así como para la comprensión de la naturaleza de la ciencia. Lo que coincide con las estrategias didácticas propuestas por Lunetta *et al.* (2007) y Sandoval (2008) para este tipo de clase.

En el momento que se imparte la asignatura los estudiantes se encuentran bajo el impacto emocional causado por el ingreso a la Educación Superior. En este periodo se encuentran en un proceso de adaptación al entorno universitario, al nuevo sistema de evaluación y al nuevo empleo de las tecnologías en la docencia. Por lo que es importante, en esta etapa, dentro del proceso de formación en la carrera de Biología las prácticas de laboratorios en las



**Figura 3.** Satisfacción con la contribución de las claves interactivas a la motivación profesional en la asignatura Biología de Algas y Hongos (n=15).

**Figure 3.** Satisfaction with interactive key contribution to professional motivation in Biology of Algae and Fungi course (n=15).

asignaturas introductorias, como es el caso de Biología de Algas y Hongos, porque permiten el desarrollo y la comprensión de múltiples tareas relacionadas con el desarrollo de habilidades básicas de la profesión (Sunderbern *et al.*, 2005).

El empleo de las claves interactivas en los estudiantes del primer año de la carrera de Biología de la Universidad de Oriente les permite el desarrollo de habilidades y competencias relacionadas con el manejo y actualización del conocimiento. Pues en la manipulación de las mismas los estudiantes seleccionan conocimientos apropiados para la identificación de las algas verdes y pardas, les permite comprender lo que aprenden y pueden

adaptarlos a situaciones nuevas como lo evidencian en la realización de claves de identificación taxonómica o en la descripción de especímenes. El empleo de herramientas virtuales para el desarrollo de habilidades ha sido documentado en carreras de Ciencias de la Salud (Boude y Medina, 2011) y Ciencias Naturales (Silva *et al.*, 2013; Lombardi *et al.*, 2014; Fiad y Galarza, 2015).

El uso de las claves interactivas les permitió a los estudiantes ser protagonistas de su aprendizaje. Pues les dio la libertad de organizar las ideas, conceptos, caracteres taxonómicos y estados de los caracteres en la determinación taxonómica. De esta manera lograron comprender contenidos de difícil comprensión e interrelacionarlo, confrontar ideas, desarrollar concepciones y llegar a conclusiones haciendo más significativo su aprendizaje. Además, se evidenció el desarrollo de competencias comunicativas debido a que se estimuló a los estudiantes a expresar sus ideas de forma escrita a través del informe del laboratorio. De esta manera las claves interactivas empleadas en los laboratorios de algas verdes y pardas contribuyeron a lograr objetivos instructivos y educativos en los alumnos, potenciar el desarrollo, estimular el pensamiento, la reflexión y apropiarse de los contenidos de forma amena e interesante (Velásquez *et al.*, 2009).

El hecho de que los estudiantes no reconozcan la importancia de las claves interactivas en el desarrollo de la esquematización es porque de las dos claves empleadas solo una presenta esquemas y fotografías (clave de algas verdes). Aunque la representación gráfica de la realidad a través de la ilustración científica es una herramienta útil en la enseñanza de las ciencias naturales, su desarrollo es complejo y requiere de una adecuada orientación por parte del docente y las guías de laboratorios (Grilli *et al.*, 2015). Por tanto una adecuada orientación por parte de los profesores de actividades en la que se realicen esquemas permitirá a los estudiantes utilizar de manera efectiva las claves interactivas fundamentalmente en la realización de los esquemas de estructuras muy pequeñas o de difícil observación en los especímenes del laboratorio.

En sentido general cuando se utilizan en los laboratorios medios didácticos utilizando las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC), como las claves interactivas, la planificación tecnológica facilita la mediación y comprensión del

contenido de manera más atractiva para el estudiante (Coll *et al.*, 2008). De esta manera no solo se favorece la enseñanza en general, sino que aumenta el interés y la motivación en los estudiantes, elementos necesarios para lograr el aprendizaje en cada situación (McFarlane y Skellariou, 2010). La motivación extrínseca, que es la que resulta de los reforzadores externos o aquella donde el producto creativo es sólo el medio para obtener determinados objetivos o realizaciones externas, es imprescindible para el desarrollo de la creatividad y por tanto lograr el aprendizaje (González, 2009). También es conocido que la motivación está relacionada con la actividad intelectual y formativa que genera el proceso de enseñanza-aprendizaje (Zilberstein, 2002).

Las claves interactivas en la asignatura Biología de Algas y Hongos contribuyen a facilitar los procesos educativos e instructivos de la asignatura. Además le imprimen una nueva sinergia a estos constituyendo una buena práctica educativa. En este sentido Vidal y Morales (2009) sugieren la introducción de herramientas que contribuyan a garantizar la calidad del proceso de enseñanza-aprendizaje que utilizan las TIC como apoyo para su desarrollo y extensión. Por esta razón sería importante a valorar por los docentes su inclusión en otras asignaturas relacionadas con la sistemática biológica en el nuevo Plan de Estudio E durante las prácticas de laboratorio, como fue sugerido por parte de los estudiantes encuestados. En cambio la práctica docente debe implicar esfuerzos orientados a nuevas experiencias que permita ajustar tiempo, recursos, contenidos didácticos y actitudes para dar al laboratorio el lugar que reclama en el aprendizaje de la ciencia (Rodríguez, 2015).

La generalización del empleo de claves interactivas en otras asignaturas y en otros grupos taxonómicos implica implementar un sistema de actividades metodológicas para la generalización de estas experiencias. Priorizar en este proceso el desarrollo de actividades como clases abiertas, clases metodológicas instructivas y demostrativas pues son las formas de trabajo metodológico más propicias para la formación del claustro a través de la experiencia de otros docentes (Horruitiner, 2008). Sin embargo, la realidad indica que los docentes se capacitan de forma autónoma o autodidáctica, e intentan innovar en las prácticas docentes usando las TIC. Por tanto, es necesario capacitar, en primer lugar, a los docentes en competencias digitales para la enseñanza y aprendizaje, y posteriormente en modelos para transferir las TIC al



aula, centrados más en los procesos, en las didácticas, que en la herramienta TIC.

La adecuada orientación e implementación de las claves interactivas constituyen una herramienta didáctica que favorece la formación de las habilidades más complejas como son identificar taxonómicamente ejemplares, describir de caracteres diagnósticos, conceptualizar, comparar especímenes y confeccionar claves de identificación taxonómica en la asignatura Biología de Algas y Hongos. La utilización de las mismas permite que los alumnos relacionen habilidades profesionales básicas del ejercicio de la profesión desarrollando una visión integradora y su utilización es percibida por los estudiantes de manera positiva.

## AGRADECIMIENTOS

A los estudiantes del primer año de la carrera de Biología en la Universidad de Oriente en el curso académico 2015-2016 por su ayuda en la realización de la encuesta. A los colegas de la Sección de Algas del Herbario de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México en especial a Daniel León Álvarez, José Luis Godínez Ortega, Carlos Candelaria Silva y Gloria Garduño Solórzano por la facilitación de bibliografías y las claves interactivas utilizadas. A los revisores por su ayuda en la mejoría del manuscrito.

## LITERATURA CITADA

- Álvarez, S. y P. Carlino. 2004. La distancia que separa las concepciones didácticas de lo que se hace en clase: el caso de los trabajos de laboratorio de Biología. *Enseñanza de las Ciencias*, 22(2), 251-262.
- Arana, M., A. Correa y A. Oggero. 2014. El reino Plantae: ¿Qué es una planta y cómo se clasifican? Un cambio paradigmático. *Revista de Educación en Biología*, 17(1): 9-24.
- Boude, O. y A. Medina. 2011. Desarrollo de competencias a través de un ambiente de aprendizaje mediado por TIC en educación superior. *Revista de Educación Médica Superior*, 25(3):301-311.
- Bresinsky, A., C. Körner, J. Kadereit, G. Neuhaus y U. Sonnewald. 2013. *Strasburger's Plant Sciences*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 1 032 pp.
- Caamaño, A. 2004. Experiencias, experimentos ilustrativos, ejercicios prácticos e investigaciones: ¿una clasificación útil de los trabajos prácticos? *Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 39:8-19.
- Celina, H. y A. Campos. 2005. Aproximación al uso del coeficiente alfa de Cronbach. *Revista Colombiana de Psiquiatría*, 34: 572-580.
- Coll, C., Mauri, T. y J. Onrubia. 2008. La utilización de las tecnologías de la información y la comunicación en la comunicación en la educación. Del diseño tecno-pedagógico a las prácticas de uso. En: C. Coll y C. Moreno, Eds. *Psicología de la Educación Virtual*. Ediciones Morata, S. L. Madrid. pp. 74-103.
- Fernández, N. 2013. Los Trabajos Prácticos de Laboratorio por investigación en la enseñanza de la Biología. *Revista de Educación en Biología*, 16(2): 15-30.
- Fiad, S. y O Galarza. 2015. El Laboratorio Virtual como Estrategia para el Proceso de Enseñanza-Aprendizaje del Concepto de Mol. *Formación Universitaria*, 8(4): 3-14.
- González, M. 2009. La motivación en el proceso de enseñanza aprendizaje. Editorial Universitaria, La Habana. 11 pp.
- Gutiérrez, H. y R. de la Vara. 2004. *Control Estadístico de Calidad y Seis Sigma*. Editorial McGrawHill Education, México. 468 pp.
- Hammer, Ø., D. Harper y P. Ryan. 2001. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Paleontología Electrónica*, 4(1): 1-9.
- Horruitiner, P. 2008. La universidad cubana: el modelo de formación. Editorial Universitaria, La Habana. 225 pp.
- Javier Grilli, J., M. Laxague y L. Barboza. 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.
- Leite, L. y Figueroa, A. 2004. Las actividades de laboratorio y la explicación científica en los manuales escolares de ciencias. *Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 39: 20-30.
- León-Alvarez D. y Núñez Resendiz M.L. 2011. Clave interactiva de identificación de géneros de algas marinas tropicales de México: II. Algas pardas. Ed. Las prensas de Ciencias, Facultad de Ciencias, UNAM. Disponible: [http://sistemas.fcien.unam.mx/~macroalgas/macroalgas\\_pardas/](http://sistemas.fcien.unam.mx/~macroalgas/macroalgas_pardas/). Consultado: 10 de julio de 2015.
- León-Alvarez D., C. Candelaria-Silva, P. Hernandez-Almaráz y H. León-Tejera. 2007. Clave interactiva de identificación de géneros de algas marinas tropicales de México: I. Algas verdes. Ed. Las prensas de Ciencias, Facultad de Ciencias, UNAM. Disponible: [http://sistemas.fcien.unam.mx/~macroalgas/macroalgas\\_verdes/](http://sistemas.fcien.unam.mx/~macroalgas/macroalgas_verdes/). Consultado: 10 julio 2015.
- Lombardi, S., R. Hicks, K. Thompson y G. Marbach-Ad. 2014. Are all hands-on activities equally effective? Effect of using plastic models, organ dissections, and virtual dissections on student learning and perceptions. *Advances in Physiology Education*, 38: 80-86.
- López, J. 2005. Ítems politómicos vs. dicotómicos: Un estudio metodológico. *Anales de Psicología*, 21: 339-344.
- Lunetta, N., A. Hofstein y M. Clough. 2007. Learning and teaching in the school science laboratory: An analysis of research, theory and practice. En S. Abell y N. Lederman, Eds. *Handbook of research on science education* Lawrence Erlbaum Associates, Nueva Jersey. pp. 393-442.



- McFarlane, A. y S. Skellariou. 2002. The role of ICT in science education. *Cambridge Journal of Education*, 32(2) 219-232.
- Méndez, I., L. Castellanos, M. Guerra y J. Garcés. 1996-97. El pensamiento biosistemático; componentes y etapas de su formación. *Revista Jardín Botánico Nacional*, 17-18: 67-70.
- Méndez, I., R. Caballero y R. Bermúdez. 2004. La habilidad para identificar y clasificar seres vivos; una necesidad en los profesionales responsabilizados con el manejo de la biodiversidad. *Transformación*, 2(1), 22 - 37.
- MES. 2007. *Carrera de Biología: Plan de Estudio D*. Facultad de Biología, Universidad de La Habana, 227 pp.
- Raven, P., R. F. Evert y S. E. Eichhorn. 2013. *Biology of Plants*. W.H. Freeman and Company, New York. 1 630 pp.
- Rodríguez, J. 2015. El Aprendizaje Colaborativo en el Laboratorio de Ciencias: Una estrategia didáctica significativa. *Revista Torreón Universitario*, 4(9): 34-37.
- Sandoval, W. 2008. Design principles for effective laboratory instruction. En D. Sunal, E. Wright y C. Sundberg, Eds. *The impact of the laboratory and technology on learning and teaching science*. Charlotte, North Carolina: Information Age Publishing. pp. 35-56.
- Silva, H., R. Pinho, L. Lopes, A. Nogueira y P. Silveira. 2010. Illustrated plant identification keys: An interactive tool to learn botany. *Computers and Education*, 56: 969-973.
- Silva, J. 2013. TIC en Educación Superior: una reflexión teórica-práctica. *Revista de la Asociación Colombiana de Ciencias Biológicas*, 25: 92-97.
- Sunderbern, M., J. Armstrong y W. Wischusen. 2005. A Reappraisal of the status of Introductory Biology Laboratory Education in U.S. Colleges & Universities. *The American Biology Teacher*, 67(9): 525-529
- Velázquez, E., L. Ulloa y J. Hernández. 2009. Aprendizaje reflexivo, enseñanza problémica y juegos educativos por computadora. Editorial Univercitaria, La Habana. 117 pp.
- Vidal, M e I. Moreno. 2009. Buenas prácticas docentes. *Revista Educación Médica Superior*, 23(1): 1-9.
- Yepes, I., R. Machado y Y. Olivera. 2010. Creación de una metodología de claves interactivas a partir de la reconstrucción de claves analíticas publicadas. *Pastos y Forrajes*, 33(4): 1-7.
- Zar, J. 1999. *Biostatistical analysis*. Prentice-Hall, Inc. NewJersey. 663 pp.
- Zilberstein, J. 2002. Una concepción desarrolladora de la motivación y el aprendizaje de las ciencias. IPLAC, La Habana, 14 pp.
- Zuárez, A., B. Martínez-Daranas y Y. Alfonso. 2015. *Macroalgas Marinas de Cuba*. Editorial UH, La Habana. 264 pp.



**Editor para correspondencia:** Dr. Dennis Denis

**Anexo 1.** Encuesta sobre la utilización de las Claves Interactivas en la asignatura Biología de Algas y Hongos.*Annex 1. Survey on the use of interactive keys in Biology of Algae and Fungi course***Curso Académico: 2015-2016**

Estimado estudiante, le invitamos a que dedique unos minutos de su tiempo para contestar la siguiente encuesta. Le pedimos ser sincero en cada una de sus respuestas. A través de esta herramienta ayudará a mejorar la manera en que se imparte esta asignatura.

**CUESTIONARIO**

1. Marque con una X cuál o cuáles de las siguientes habilidades fueron la de mayor dificultad a desarrollar por usted en la asignatura.

- ☐ Identificación taxonómica
- ☐ Identificación de caracteres diagnósticos
- ☐ Identificación de estados de los caracteres taxonómicos
- ☐ Conceptualización
- ☐ Descripción
- ☐ Comparación
- ☐ Esquematización
- ☐ Confección de claves de identificación taxonómica

2. En la asignatura Biología de Algas y Hongos utilizó usted claves interactivas. Si: \_\_\_\_\_ No: \_\_\_\_\_

3. Valore su nivel de satisfacción de la ayuda que le proporciona la utilización de las claves interactivas en la formación de las habilidades en los laboratorios de Biología de Algas y Hongos en relación a la escala: Muy insatisfecho 1, Insatisfecho 2, Algo satisfecho 3, Satisfecho 4, Muy Satisfecho 5, No sabe/ No contesta NS/NC.

- ☐ Identificar taxonómicamente
- ☐ Identificar caracteres diagnósticos
- ☐ Identificar estados de los caracteres taxonómicos
- ☐ Conceptualizar
- ☐ Describir
- ☐ Comparar
- ☐ Esquematizar
- ☐ Confeccionar claves de identificación taxonómica

4. Valore la satisfacción de la contribución del empleo de las claves interactivas en los laboratorios de la asignatura Biología de Algas y Hongos en su motivación profesional: \_\_\_\_\_.

5. ¿Qué sugerencias usted realizaría a los profesores sobre el empleo de las claves interactivas en la asignatura?

---

**MUCHAS GRACIAS POR SU COLABORACIÓN**