

Hoja de cálculo en la enseñanza de las ciencias: experiencia didáctica en química

The spreadsheet for teaching science: didactic experience in a chemistry course

Andrés Raviolo

Universidad Nacional del Comahue. Quintral 1250. Bariloche. 8400. Río Negro. Argentina

araviolo@bariloche.com.ar

Resumen

El propósito de este artículo es discutir las posibilidades del Excel, o de otra hoja de cálculo, en la enseñanza de las ciencias y compartir los resultados de una experiencia didáctica llevada a cabo con éxito en un curso universitario de Química General. Esta experiencia consistió en la realización de la totalidad de las prácticas en la sala de informática, utilizando la hoja de cálculo. El tipo de actividades realizadas, así como la metodología seguida, pueden servir de guía para docentes, de ésta o de cualquier otra asignatura, que intenten implementar actividades de enseñanza con la computadora.

Palabras clave: experiencia didáctica, química, computadora, hoja de cálculo.

Abstract

The aim of this article is to discuss the possibilities of Excel, or another spreadsheet, for teaching science and to share the results of a didactic experience successfully carried out in a university course in General Chemistry. In this experience all problem sets were completed in the computing center using the spreadsheet. The type of activities completed, as well as the methodology that was followed, can serve as a guide for instructors of this or any other subject who seek to implement teaching activities using computers.

Keywords: teaching experience, chemistry, computer, spreadsheet.

INTRODUCCIÓN

A pesar de que en muchos colegios y universidades se encuentran disponibles computadoras, este recurso es poco utilizado en la enseñanza de las ciencias. Un ejemplo de ello lo constituye el escaso uso que generalmente se hace de las hojas de cálculo en la enseñanza.

Un tema profundo para reflexionar es por qué muchos alumnos cuando terminan la universidad tienen que hacer cursos básicos en, por ejemplo, procesadores de texto o en hojas de cálculo. Esto saca a la luz que durante sus carreras no han usado estas herramientas en la presentación de monografías e informes, en el tratamiento de resultados de laboratorio, en la resolución de problemas, en simulaciones o en pequeñas investigaciones. Por otro lado, muchos estudiantes poseen computadoras en sus casas, pero no todos, lo que le plantea al sistema educativo la necesidad de llevar adelante alguna acción democratizadora que apunte hacia la igualdad en la formación inicial y de acceso al conocimiento por parte de sus estudiantes.

Las hojas de cálculo son un recurso que generalmente está disponible entre los programas instalados en cualquier computadora. Y con respecto a su aprendizaje, se ha comprobado las ventajas de aprender su uso con contenidos específicos en lugar de hacerlo en cursos básicos de computación (Drier, 2001), dado que estos cursos no garantizan, necesariamente, una transferencia real de ese conocimiento a las asignaturas.

Las hojas de cálculo presentan una gran versatilidad y potencialidad. Permiten realizar un tratamiento automático, sistemático e interactivo de datos numéricos, organizados en forma tabular (normalmente bidimensional), que facilita el tratamiento de la información. Como se verá este recurso brinda muchas posibilidades que van mas allá de la confección de tablas con datos y resultados de experimentos de laboratorio y la construcción de gráficos a partir de ellos.

En particular, en la enseñanza de la química universitaria se observa, generalmente, cierta monotonía

metodológica debido a que se repite un número limitado de rutinas: clases teóricas expositivas, clases de problemas algorítmicos y laboratorios como recetas. Como muestra la bibliografía, el uso de la hoja de cálculo es una alternativa a esta situación, complementaria a otras estrategias didácticas. Por ejemplo, en Inglaterra, a partir del artículo de Osborn (1987), se han publicado un gran número de experiencias utilizando la hoja de cálculo en la enseñanza de las ciencias.

La experiencia didáctica que se desarrolla a continuación se propuso aprovechar el potencial de estos programas y el estímulo que produce la computadora en los estudiantes, con el fin de enseñar química y, además, aportar a una formación en informática que les sea de utilidad en otras asignaturas y también fuera del ámbito educativo.

Utilización de las computadoras en la enseñanza de las ciencias

Las actividades de aprendizaje con la computadora han sido clasificadas dentro de cuatro paradigmas: (1) Instruccional, (2) Revelador, (3) Conjetural y (4) Emancipador (Schibeci, 1989; Webb, 1993).

En el paradigma *instruccional* las actividades involucradas son del tipo “diálogo tutorial” y “ejercicios y práctica”. Ambas consisten en pruebas y repeticiones, características de la llamada enseñanza programada, afines a las técnicas de refuerzo de la psicología conductista de Skinner. En estas actividades el control lo tiene el software.

En el paradigma *revelador* se incluyen programas que median entre el estudiante y algún modelo que representa una situación del mundo real, por ejemplo las simulaciones. Existe una amplia gama de simulaciones donde el estudiante puede hacer que “revelen” cómo trabaja un sistema.

En el paradigma *conjetural* el estudiante construye sus propias hipótesis o conjeturas y las comprueba. Para ello usa simulaciones, por ejemplo con los mismos software de simulaciones reveladoras, aunque también con la hoja de cálculo, bases de datos, procesadores de texto, o paquetes para modelar, y especialmente algunas aplicaciones de lenguajes de programación. En esta categoría se afirma que el usuario “enseña” a la computadora y no viceversa, dado que el aprendiz tiene un alto grado de control.

El paradigma *emancipatorio* se refiere a actividades donde la computadora se usa como una herramienta para ampliar y mejorar las capacidades del que aprende. La computadora hace su trabajo rutinario (recolectar y analizar datos) y deja al operador libre, para considerar las implicaciones de esos datos, con un control total de ese proceso. Por ejemplo, aplicaciones con interfases en el laboratorio y cálculos numéricos de ajustes a curvas.

De las cuatro categorías las tres primeras están relacionadas directamente con la enseñanza y el aprendizaje. La cuarta (emancipador) se refiere al uso de la computadora como una herramienta y, por lo tanto, su uso en la enseñanza es indirecto (Schibeci, 1989). Actividades de enseñanza a realizar con la hoja de cálculo pueden caer en alguno de estos cuatro paradigmas, o en una combinación de ellos. En esta propuesta, que se inclina hacia un modelo constructivista de la enseñanza y del aprendizaje, las actividades se orientan hacia los tres últimos paradigmas, tratando de evitar, procedimientos de tipo conductista.

Una tipología de actividades con la hoja de cálculo

En tres artículos anteriores se definieron y ejemplificaron seis tipos de actividades para enseñar y aprender química con una hoja de cálculo (Raviolo, 1999, 2000 y 2001). Estas actividades mostraron procedimientos para enfrentar problemas de química en un sentido amplio. En dichos artículos se intentó desarrollar una tipología de actividades que constituyeran un puente entre el contenido químico en particular y el conocimiento operativo de informática, es decir, un nexo para transferir actividades de aprendizaje de la química a la hoja de cálculo. Esta tipología es aplicable también a otras ciencias experimentales y factible de abordar con alumnos de distintos niveles educativos.

Los tipos de actividades fueron definidos como:

(1) *Construcción de pequeños programas* (que al introducir datos de entrada realicen automáticamente una serie de operaciones y den resultados de salida). Aprovecha que el programa realiza automáticamente operaciones encadenadas, sucesivas operaciones en la que cada una de ellas hace referencia a operaciones o valores ubicados en celdas anteriores. Cualquier problema puede abordarse de este modo.

(2) *Selección de información realizando un adecuado control de variables*. Por ejemplo, de una

tabla que contenga mediciones de n , P , V y T para muestras de un gas ideal.

(3) *Inferir una ley a partir de realizar distintas pruebas combinando las distintas variables involucradas*, con el fin de obtener una ecuación o expresión matemática de la ley. Por ejemplo, para la tabla anterior, inducir las leyes de Avogadro, de Boyle y de Charles.

(4) *Obtención de información de gráficos y de las opciones de gráficos del programa* (como de la ecuación de la curva). Por ejemplo, determinar la entalpía molar de vaporización de la ecuación de Clausius- Clapeyron, la energía de activación de la ecuación de Arrhenius o la entalpía de reacción de la ecuación de van't Hoff.

(5) *Creación de métodos de generación de valores de entrada para lograr un determinado propósito*. Por ejemplo, como una forma de evitar ecuaciones al cubo o a la cuarta, en cálculos de las concentraciones de las especies en el equilibrio.

(6) *Construcción de un pequeño programa que utilice en forma sistemática los datos presentados en una tabla*. Consiste en transformar una tabla en una hoja o programa que calcule automáticamente el resultado buscado de la aplicación de una fórmula. Esta fórmula requiere los datos presentados en la tabla, por ejemplo con tablas de energías de enlace, de entalpías estándar de formación, etc.

Estas actividades familiarizan a los estudiantes con procesos de modelización y simulación, al responder preguntas del tipo “¿Qué pasa sí?”, es decir, al implicarse con los aspectos más creativos de la ciencia que facilitan la comprensión de la naturaleza de la práctica científica (Hodson, 1994).

En esta oportunidad por cuestiones de espacio no se desarrollan estos ejemplos, los interesados pueden recurrir a los artículos mencionados anteriormente o solicitarlos al autor para su envío por correo electrónico. Esta tipología de actividades aportará ideas a los docentes de nivel medio y universitario, para adaptarlas a los contenidos que abordan y además, dado que la lista no es exhaustiva, podrán ampliarla definiendo nuevos tipos de actividades. (Ver sección especial-pág.)

DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

- Contexto

La experiencia se desarrolló durante las clases prácticas de un curso cuatrimestral de Química 2, que abarca la segunda parte de los contenidos de una química general, fundamentalmente las unidades de

Termoquímica, Equilibrio, Cinética química y Electroquímica. La cátedra utiliza como texto de cabecera Química de Chang (6° edición). Un grupo compuesto por 18 alumnos del ciclo básico de ingeniería realizó, sobre esos temas, prácticas de laboratorio y “problemas” en la sala de informática, con una carga horaria de tres horas semanales.

- La propuesta de enseñanza con la hoja de cálculo

Los objetivos de aprendizaje involucraron tres *tipos de contenidos* que se hicieron explícitos a los alumnos:

- A. Conocimiento de los temas químicos abordados.
- B. Conocimiento del tipo de problemas que se pueden resolver con la hoja de cálculo: los seis tipos de actividades mencionadas anteriormente. Se trata de saber resolver problemas con la computadora aplicando una serie de procedimientos y estrategias que habilita el programa.
- C. Conocimiento operativo de la hoja de cálculo. Se refiere al conocimiento de informática, en este caso al manejo del Excel. Es decir al saber hacer y proceder con la hoja de cálculo.

Se dio a cada estudiante una lista con el detalle de los conocimientos operativos que debía adquirir sobre el uso de la hoja de cálculo (ver Cuadro 1) y sobre los tipos de problemas. Se dispuso de un disquete para cada alumno donde el profesor iba entregando las actividades para cada sesión. A su vez, en las primeras unidades, en cada problema se aclaraba de qué tipo de actividad se trataba. Al final de la clase lo trabajado se guardaba en el disquete del curso y en otro del alumno.

Cuadro 1: Fragmento de la lista sobre el conocimiento operativo de la hoja de cálculo

. abrir y guardar archivos de hojas de cálculo
--

. abrir distintas hojas de un archivo y nombrarlas
--

. configurar la página, tamaño hoja, márgenes, posición (vertical u horizontal)

. introducir números, expresarlos con distinto número de decimales, expresarlos con notación científica, etc.

. introducir otros tipos de letras, como los símbolos griegos: δ , Δ , Σ (Symbol)

. introducir operadores en las fórmulas (comienzan con el signo =) como: +, -, * (multiplicación), / (división), ^ (exponente), LN() (logaritmo natural), EXP() (antilogaritmo)

. recurrir a la ayuda por inconvenientes en las sintaxis

. corregir en la barra de fórmulas

. referir las operaciones a celdas anteriores

. destacar las celdas, en negritas, recuadro, colores

. introducir subíndices y superíndices

. dibujar las flechas de las ecuaciones químicas

. uso de la función lógica SI

...

Dado que el grupo era heterogéneo con respecto a los conocimientos previos que tenían sobre el uso del programa, las primeras clases se tornaron más lentas, pero posteriormente se fueron agilizando. Debido a que cada alumno lleva su ritmo en la resolución de los problemas, resultó necesario realizar una clase extra niveladora sólo al inicio de la propuesta.

Con el transcurso de las clases los contenidos relacionados con el manejo de la hoja de cálculo y las estrategias de resolución de problemas se fueron asimilando y el trabajo se centró en los contenidos de química.

- Instrumentos

Para evaluar la efectividad de la propuesta llevada a cabo se utilizaron tres fuentes de información:

(a) Test sobre actitudes hacia la química y hacia la informática TAQUIN, es un test tipo Likert con 28 afirmaciones creado para esta investigación. Cuenta con 5 escalas: fuertemente de acuerdo, algo de

acuerdo, neutral o sin opinión, algo en desacuerdo y fuertemente en desacuerdo (Ver Cuadro 2).

Su objetivo es valorar si existen cambios de actitudes a raíz del desarrollo de la experiencia didáctica en cuatro categorías: Química (Q), Aprendizaje de la Química (AQ), Computación (C) y Aprendizaje de la Computación (AC), cada una compuesta de 7 ítems. Este test se administró al comenzar la primera clase como pre-test y como post-test en la última clase, ya entregados los resultados académicos.

Cuadro 2: Test de actitudes hacia la química y hacia la informática TAQUIN. (Entre paréntesis se aclara la categoría y el carácter positivo (P) o negativo (N) de cada afirmación)

1. A través de la química se pueden solucionar muchos problemas de contaminación del presente. (Q, P)
2. Las personas que saben computación están más preparadas para desenvolverse en el mundo actual. (AC, P)
3. Aprender química es aburrido. (AQ, N)
4. Las computadoras mejoran la calidad del trabajo de las personas. (C, P)
5. La química es la principal responsable de los problemas de contaminación actuales. (Q, N)
6. La informatización es la principal responsable de la falta de empleo. (C, N)
7. Aprendo más química si utilizo tecnologías como la computadora. (AQ, P)
8. Química debe enseñarse a todos los alumnos no sólo a los que vayan a estudiar ciencias. (AQ, P)
9. Viviríamos mejor si en el mundo no hubieran computadoras. (C, N)
10. Me parece que la computación no es algo importante de aprender en la universidad. (AC, N)
11. Es necesario que las personas tengan conocimientos de química para opinar en temas relacionados con la ciencia y la sociedad. (Q, P)
12. Las computadoras han mejorado la calidad de vida en el presente. (C, P)
13. Viviríamos mejor sin los productos de la química. (Q, N)
14. La informática no hace un aporte significativo al avance científico. (C, N)
15. La química ha mejorado la calidad de vida en el presente. (Q, P)
16. Lo que aprendo de química no me sirve para la vida cotidiana. (AQ, N)

17. Aprender computación es aburrido. (AC, N)

18. La investigación en química tiene un importante impacto en el desarrollo económico. (Q, P)

19. Es necesario que las personas tengan conocimientos de informática para opinar en temas relacionados con la ciencia y la sociedad. (C, P)

20. La química no hace un aporte significativo al avance científico. (Q, N)

21. No es necesario que existan computadoras en las universidades. (AC, N)

22. Me interesa aprender química. (AQ, P)

23. El avance en las tecnologías informáticas tiene un importante impacto en el desarrollo económico. (C, P)

24. No es necesario que se enseñe química en la universidad. (AQ, N)

25. Aprendo más computación si la aplico a contenidos o asignaturas específicas. (AC, P)

26. Me parece que la química no es algo importante de aprender en la universidad. (AQ, N)

27. Me interesa aprender computación. (AC, P)

28. Lo que aprendo de computación en la universidad no me sirve para la vida cotidiana. (AC, N)

(b) Evaluaciones del curso: abarcaron tres parciales, cada uno de ellos tenía dos partes: una evaluación sobre papel al estilo de los años anteriores (problemas y laboratorio) y una evaluación de actividades a resolver con la hoja de cálculo. Esto permitió evaluar: con los parciales comunes, si el desarrollo de esta propuesta didáctica no produjo resultados inferiores que una enseñanza tradicional y, con los parciales con la hoja de cálculo, los logros y dificultades en los tres tipos de contenido descritos anteriormente.

(c) Cuestionario final de evaluación de la experiencia, con el objeto que los estudiantes en forma anónima evaluaran la propuesta didáctica y su participación en ella. Se administró como última actividad y como cierre de las clases. En el Cuadro 3 se presentan las preguntas que trató este cuestionario.

Cuadro 3: Cuestionario de evaluación final de la experiencia

1.1 ¿Qué conocimientos tenías de recursos informáticos antes de comenzar el curso?

- 1.2 ¿Qué conocimientos tenías con respecto al uso de una hoja de cálculo antes de comenzar el curso?
2. ¿Tenías computadora en tu casa al comenzar el curso? ¿y ahora?
- 3.1 Valora del 1 al 10 el dominio, que ahora tienes, de los aspectos instrumentales del programa Excel abordados durante el curso.
- 3.2 Valora del 1 al 10 la rapidez, que ahora tienes, en el uso de los aspectos instrumentales del programa abordados durante el curso.
- 3.3 Valora del 1 al 10 tu dominio de procedimientos para resolver problemas en química abordados durante el curso utilizando la hoja de cálculo.
- 3.4 Valora del 1 al 10 el dominio, que ahora tienes, de los temas químicos abordados durante el curso.
- 3.5 Valora del 1 al 10 el grado de dificultad que te parece que tienen, en sí mismos, los temas químicos abordados, más allá de la propuesta de enseñanza en que has participado.
4. En el aprendizaje de conceptos químicos: ¿las actividades realizadas con la computadora te ayudaron a aprenderlos o actuaron como un distractor?
5. ¿Qué dificultades piensas que todavía tienes sobre estos aspectos? (uso del Excel, tipos de problemas, conceptos químicos abordados)
6. ¿Cómo te sentiste en diferentes momentos de esta experiencia de aprendizaje con la hoja de cálculo? (en las primeras clases, durante la aplicación al tema equilibrio químico, al final de la experiencia)
7. ¿Lo que has aprendido has podido aplicarlo en alguna otra materia que estás cursando? ¿Por qué?
8. ¿Lo que has aprendido lo has utilizado en algún aspecto de tu vida cotidiana? ¿En qué?
9. ¿Lo que has aprendido piensas que te puede servir? ¿En qué?
10. ¿Qué evaluación final realizas de esta experiencia? (logros, dificultades, críticas, sugerencias...)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

. Resultados en el test de actitudes TAQUIN

En primer lugar se calculó la consistencia interna del test de actitudes a través de un análisis de fiabilidad cuyo resultado obtenido fue un alfa de Cronbach igual a 0,75 para el post test, valor aceptable si se desea mantener las siete afirmaciones simétricas originales de cada una de las cuatro categorías. Los puntajes asignados a cada afirmación van de 1 a 5 y debe tenerse en cuenta si la afirmación es positiva o negativa.

Los resultados obtenidos en el pre y en el post- test en las cuatro categorías fueron:

	Química	Ap. Qca.	Informática	Ap. Inf.
Pre-test	3,8	4,0	3,7	4,3
Post-test	4,0	4,3	4,0	4,5

Se aprecia un cambio positivo de las actitudes hacia estos cuatro aspectos debidas al desarrollo de la propuesta didáctica, este cambio mostró ser moderado dado que las actitudes iniciales presentaron un valor bastante alto. Comparando las medias obtenidas para cada estudiante en el pre y en el post-test, se presentó una diferencia estadísticamente significativa en la prueba t para muestras relacionadas ($t = 3,0$; g.l. = 17; $p < 0,01$) entre los resultados obtenidos en ambos test. Los estudiantes mejoraron sus actitudes y predisposiciones hacia estos temas.

. Resultados en las evaluaciones académicas

En primer lugar, un aspecto que merece ser resaltado es que el promedio final de asistencia a las clases fue del 95%, donde la mitad de los alumnos no faltaron a ninguna sesión, teniendo permitido hasta un 20% de inasistencias. Esto habla del grado de participación de los estudiantes y que percibieron el carácter vivencial de la propuesta y el inconveniente aparejado de perder el trabajo de una clase.

El promedio de las notas de aprobación de los parciales de tipo tradicional fue del 84%, superior a la media de 78% obtenida como promedio en los tres años anteriores. Aunque no se considera apropiado sacar conclusiones como que esta propuesta permite obtener mejores resultados en las evaluaciones tradicionales, dado, por una parte, el reducido número de alumnos implicados y, por otra parte, las distintas condiciones de contexto, entre ellas el estímulo que produce la computadora y las bondades del software. Pero si nos permite confirmar la hipótesis de que los estudiantes que resuelven problemas con la hoja de cálculo no se encuentran en condiciones desfavorables para hacerlo en situaciones típicas de resolución de ejercicios.

En las evaluaciones llevadas a cabo utilizando completamente la computadora, la media final fue similar a la anterior (85%). Lo que indica el logro de un muy buen dominio de los tres tipos de contenidos abarcados en la enseñanza. Respecto a las habilidades con el programa implica un gran aprendizaje si se tiene en cuenta el punto de partida. Las dificultades se observaron más sobre el contenido químico, en segundo lugar sobre la resolución de los tipos de problemas propuestos y, por último, escasos inconvenientes en aspectos instrumentales del Excel.

. Resultados en el cuestionario de evaluación final

Los resultados de este cuestionario anónimo permiten obtener información cuali y cuantitativa útil para evaluar el desarrollo de la propuesta didáctica.

Con respecto a las preguntas 1 y 2, la mitad de los estudiantes afirma contar con computadoras en sus casas. La mayoría de ellos sostiene que tenían algunos conocimientos en computación antes de empezar la materia, especialmente en procesadores de texto e Internet. Respecto a la hoja de cálculo, un tercio afirmó que no tenía conocimientos, otro tercio que tenía muy pocos y el resto que poseía un conocimiento medio, aunque admiten que ese conocimiento se vio ampliado con la propuesta. En síntesis, un grupo heterogéneo con respecto a sus conocimientos informáticos previos y posibilidades de acceso a una computadora.

Al finalizar la propuesta, los alumnos se autoevaluaron de la siguiente forma, con respecto a su dominio de los contenidos tratados (pregunta 3):

Instrumental	Rapidez	Res. problemas	Conocimientos.	Dificultad
Excel	instrumental	con Excel	químicos	temas qcos.
8,6	8,4	7,9	8,2	7,2

Lo que está indicando que ellos percibieron logros en su propio aprendizaje.

En la pregunta 4, la totalidad de los estudiantes reconoció que las actividades con la computadora les ayudaron a aprender los conceptos químicos. Sólo un entrevistado admitió que para algunos temas actuó como un distractor. Algunas respuestas fueron:

“Me ayudaron a aprender métodos de resolución”

“En las prácticas de química la computadora fue muy útil para los conceptos que desarrollamos y aún más para cálculos matemáticos e interpretación de gráficos”

En las respuestas a la pregunta 5, un tercio de los estudiantes reconoce que de los tres aspectos pueden persistir algunas dificultades en conceptos de química. Por ejemplo:

“Ninguna, aunque no recuerdo bien las fórmulas”

“En cuanto a los conceptos químicos a medida que los voy incorporando aparecen dudas con respecto a ellos”

Al referirse a los distintos momentos del desarrollo de la propuesta (pregunta 6) algunos afirman haberse sentido desconcertados al comienzo de la misma, especialmente los alumnos con poco conocimiento del programa, mientras que otros motivados por tratarse de algo nuevo:

“Al principio pensé que era extremadamente difícil, pero después me di cuenta que no”

“Al principio medio desorientado, pero después es una muy buena forma de trabajar”

Con respecto a las preguntas 7-9, sobre la aplicación y utilidad de lo aprendido, la mayoría resalta que no tuvieron la oportunidad de aplicar lo aprendido en otras materias durante este cuatrimestre, pero están de acuerdo que lo harán más adelante. Aunque dos de ellos lo hicieron en Matemática y en Física y otros lo utilizaron para cuestiones de su vida diaria, por ejemplo dos alumnos mencionaron que hicieron pequeños programa para administrar su dinero. Al respecto mencionaron:

“Si, antes de tener conocimiento de Excel trabajaba en Word, ahora lo hago todo con la hoja de cálculo”

“Sirve para agilizar muchos procesos, el día de mañana para trabajar, o administración o estudio”

Las evaluaciones finales que hicieron los estudiantes (pregunta 10) fueron todas muy positivas con

respecto a la metodología, dinámica y resultados de la propuesta:

“La evaluación que hago es buena porque he aprendido a aplicar el uso de la informática en una materia práctica”

“Las clases fueron muy entretenidas y daba gusto venir”

“Fue una forma novedosa de trabajar, entendible y agradable”

“La experiencia que tuve en este curso es muy buena porque nos sirvió para entender algunos aspectos químicos y también uno de los logros es haber aprendido del Excel”

CONCLUSIONES

Los resultados de esta experiencia didáctica con la hoja de cálculo mostraron una valoración muy favorable de los estudiantes que participaron en la misma, que se tradujo en una evolución positiva de sus actitudes hacia el aprendizaje de la química y de la informática.

En esta experiencia lo que aprendieron los estudiantes no es poco, si tenemos en cuenta que algunos alumnos, en la primera clase y frente a la computadora, no sabían buscar un archivo en el disquete que le entregó el profesor y, terminaron el cuatrimestre, llevando adelante con éxito situaciones de evaluación de química con la hoja de cálculo, que les requería el conocimiento químico, el manejo del programa y estrategias de resolución de problemas. Lo aprendido también les permitió tener un muy buen rendimiento en las evaluaciones típicas sobre papel.

Respecto a la dinámica de las sesiones, se logró un ambiente de trabajo distinto, muy estimulante, que influyó en la predisposición de los estudiantes a no retirarse de la sala durante las tres horas y a concurrir mayoritariamente a todas las clases.

El desarrollo de este tipo de propuesta en los primeros años de las carreras universitarias, si los recursos materiales lo permiten, capacita a los estudiantes con conceptos y habilidades que podrán aplicar y ampliar durante el resto de su carrera. Para asignaturas más avanzadas pueden resultar útiles, además, aplicaciones más complejas de la hoja de cálculo que pueden consultarse en la bibliografía, por ejemplo Filby (1998).

El hecho de que la hoja de cálculo esté tan ampliamente disponible y que presente una gran potencialidad, constituye una oportunidad para utilizar la tecnología en la enseñanza como un recurso para lograr una más profunda comprensión y de forma más activa. Oportunidad que se inscribe también entre las acciones que se pueden llevar a cabo desde las asignaturas para desarrollar en los alumnos, durante su formación de grado, habilidades básicas en informática y/o comunicación.

BIBLIOGRAFÍA

DRIER, H. S., "Teaching and learning mathematics with interactive spreadsheets", *School Science and Mathematics*, 101[4], 170-179, 2001.

FILBY, G. (ed.), *Spreadsheets in Science and Engineering*. Springer-Verlag. New York, 1998.

HODSON, D., "Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio", *Enseñanza de las Ciencias*, 12[3], 299-313, 1994.

OSBORN, P. M., "Spreadsheets in science teaching", *School Science Review*, 69[246], 142-143, 1987.

RAVIOLO, A., "Cinco tipos de actividades con la hoja de cálculo en la enseñanza de la Química (Primera parte)", *Educación en la Química*, (ISSN 0327-3504) 5[3], 20-25, 1999.

RAVIOLO, A., "Cinco tipos de actividades con la hoja de cálculo en la enseñanza de la Química (Segunda parte)", *Educación en la Química*, (ISSN 0327-3504), 6[1], 17-22, 2000.

RAVIOLO, A., "Más sobre el uso de la hoja de cálculo (Excel) en la enseñanza de la química: aplicaciones en termodinámica", *Educación en la Química*, (ISSN 0327-3504), 7[2], 19-27, 2001.

SCHIBECI, R. A., "Computers in the chemistry classroom", *Education in Chemistry*, 26[1], 16-18, 1989.

WEBB, M., "Computer-based modelling in school science", *School Science Review*, 74[269], 3- 47, 1993.